

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 29.080.01; 29.240.01

ISBN 978-2-8322-9845-9

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

CONTENTS

FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
1 Scope	12
2 Normative references	13
3 Terms, definitions and notations	13
3.1 General definitions	14
3.2 Definitions related to uncertainty and performance	16
3.3 Definitions related to electric phenomena	19
3.4 Definitions related to measurement techniques	22
3.5 Notations	23
3.5.1 Functions	23
3.5.2 Symbols and abbreviations	23
3.5.3 Indices	24
4 Requirements	24
4.1 General requirements	24
4.2 PMD general architecture	24
4.3 Classification of PMD	25
4.4 Structure of PMD	26
4.4.1 Structure of PMD related to sensors	26
4.4.2 Requirements for self-powered PMD	26
4.5 List of applicable performance classes	27
4.6 Operating and reference conditions for PMD	27
4.6.1 Reference conditions	27
4.6.2 Rated operating conditions	28
4.7 Start-up conditions	30
4.8 Requirements for PMD functions	30
4.8.1 General requirements	30
4.8.2 Active power (P) and active energy (E_a) measurements	31
4.8.3 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements	37
4.8.4 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements	40
4.8.5 Frequency (f) measurements	42
4.8.6 RMS phase current (I) and neutral current (I_N , I_{NC}) measurements	43
4.8.7 RMS voltage (U) measurements	47
4.8.8 Power factor (PF_A , PF_V) measurements	49
4.8.9 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements	49
4.8.10 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements	50
4.8.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements	55
4.8.12 Transient overvoltage (U_{tr}) measurements	56
4.8.13 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements	56
4.8.14 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_U and $THD-R_U$) measurements	57
4.8.15 Current unbalance (I_{nb} , I_{nba}) measurements	58
4.8.16 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements	59

4.8.17	Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements	60
4.9	General mechanical requirements	60
4.9.1	Vibration requirements	60
4.9.2	IP requirements	60
4.10	Safety requirements	61
4.10.1	Protection against electrical hazards	61
4.10.2	Protection against mechanical hazards	62
4.10.3	Protection against other hazards	62
4.11	EMC requirements	62
4.11.1	Immunity	62
4.11.2	Emission	62
4.12	Inputs and/or outputs	62
4.12.1	General	62
4.12.2	Analog outputs	62
4.12.3	Pulse outputs	63
4.12.4	Control outputs	63
4.12.5	Analog inputs	63
4.12.6	Pulse and control inputs	63
5	Marking and operating instructions	63
5.1	General	63
5.2	Marking	63
5.3	Operating, installation and maintenance instructions	64
5.3.1	General	64
5.3.2	General characteristics	64
5.3.3	Essential characteristics	64
6	Tests	66
6.1	General	66
6.2	Type tests of PMD	67
6.2.1	General	67
6.2.2	Tests of intrinsic uncertainty	67
6.2.3	Tests of variation of uncertainty with influence quantities	67
6.2.4	Test of temperature influence	67
6.2.5	Active power	68
6.2.6	Apparent power	70
6.2.7	Power factor	71
6.2.8	Common mode voltage rejection test	71
6.2.9	Frequency	71
6.2.10	Measurement of voltage harmonics and THD_U	72
6.2.11	Measurement of current harmonics and THD_I	72
6.2.12	Dips and swells	73
6.2.13	Voltage interruptions	73
6.2.14	Outputs tests	73
6.2.15	Climatic tests	74
6.2.16	EMC tests	75
6.2.17	Start-up tests	75
6.2.18	Gapless measurement test	75
6.2.19	Safety tests	75
6.3	Routine tests	75

6.3.1	Protective bonding test	75
6.3.2	Dielectric strength test	76
6.3.3	Uncertainty test	76
Annex A	(informative) Metering, measuring and monitoring applications	77
A.1	Applications on demand side and supply side	77
A.2	Link between applications, devices and standards	77
Annex B	(informative) Definitions of electrical parameters	79
B.1	General	79
B.2	Definitions in the presence of a neutral	79
B.3	Power measurement in three-phase three-wire systems using the two-wattmeter method	83
B.3.1	General	83
B.3.2	Total active power	84
B.3.3	Total vector reactive power using quadrature phase shift definition	84
B.3.4	Total vector reactive power using Budeanu's definition	85
B.4	Additional relationships in case of sinusoidal voltage	85
Annex C	(informative) Convention about the sign of the power factor	86
C.1	General	86
C.2	Convention for power factor (consumer perspective)	86
C.3	Convention for power factor (producer reference frame)	87
Annex D	(normative) Definitions of minimum, maximum, peak and demand values	89
D.1	Demand quantities	89
D.1.1	General	89
D.1.2	Power demand	89
D.1.3	Current demand	89
D.1.4	Thermal current demand (or bi-metal current demand)	89
D.1.5	Specified intervals for demand calculation	89
D.2	Peak demand quantities	90
D.3	Three-phase average quantities	90
D.4	Maximum and minimum quantities	90
Annex E	(informative) Intrinsic uncertainty and operating uncertainty	91
E.1	General	91
E.2	Operating uncertainty calculation	91
Annex F	(informative) Recommended sensor classes for the different kinds of PMD	93
F.1	General considerations	93
F.2	Specific case of an active power and energy measurement, achieved by a PMD associated with an external current sensor or/and a voltage sensor	93
F.3	List of functions affected by uncertainty of external sensors	93
Annex G	(informative) Notion of measurement uncertainty	95
G.1	General considerations	95
G.2	Computing the expanded uncertainty	95
G.2.1	General	95
G.2.2	Estimated standard deviation	95
G.2.3	Expanded uncertainty	96
G.3	Determining the measurement uncertainty	97
G.3.1	Systematic error	97
G.3.2	Measurement uncertainty	97
G.4	Using the measurement uncertainty as a pass/fail criterion	98

G.4.1	Intrinsic uncertainty tests	98
G.4.2	Tests with influence quantities	98
G.4.3	Overall pass/fail criterion	98
Annex H (normative) Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF)		100
H.1	Scope	100
H.2	Normative references	100
H.3	Terms, definitions and notations	101
H.4	Requirements for PMF and additional requirements for EPMF	101
H.4.1	General requirements	101
H.4.2	EPMF general architecture	102
H.4.3	Classification of PMF	102
H.4.4	Structure of EPMF	103
H.4.5	List of applicable performance classes for PMF	103
H.4.6	Operating and reference conditions	103
H.4.7	Start-up conditions for EPMF	104
H.4.8	Requirements for PMF	104
H.4.9	General mechanical requirements	104
H.4.10	Safety requirements	104
H.4.11	EMC requirements	104
H.4.12	Inputs and/or outputs	104
H.5	Marking and operating instructions	105
H.5.1	General	105
H.5.2	Marking	105
H.5.3	Operating, installation and maintenance instructions	105
H.6	Tests	106
H.6.1	General	106
H.6.2	Type tests of EPMF	106
H.6.3	Routine tests of EPMF	108
Annex I (informative) Potential new requirements derived from IEC 62053-2x series of standards		109
I.1	Scope	109
I.2	Future requirements for active power (P) and active energy (E_a) measurements	110
I.2.1	Future intrinsic uncertainty tables	110
I.2.2	Future limits of variations due to influence quantities	111
I.3	Future requirements for reactive power (Q) and reactive energy (E_r) measurements	116
I.3.1	Future intrinsic uncertainty tables	116
I.3.2	Limits of variation in percentage error due to influence quantities	116
Bibliography		119
Figure 1 – PMD generic measurement chain		25
Figure 2 – Description of different types of PMD		26
Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity		30
Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement		68
Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement		69

Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement.....	70
Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement.....	70
Figure 8 – Common mode voltage influence testing	71
Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement.....	72
Figure A.1 – Simplified overview of measurement applications on supply side and demand side	77
Figure B.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation.....	83
Figure B.2 – Three-phase circuit without neutral	84
Figure C.1 – Formatting of power factor with a consumer perspective	86
Figure C.2 – Convention for power factor with a producer perspective	87
Figure D.1 – Thermal current demand.....	89
Figure D.2 – Fixed block interval.....	90
Figure D.3 – Sliding block interval.....	90
Figure E.1 – Different kinds of uncertainties.....	91
Figure E.2 – Flowchart for the determination of the operating uncertainty	92
Figure G.1 – Illustration of the notion of measurement uncertainty	97
Figure G.2 – Overview of the uncertainty test procedure	99
Figure H.1 – Example of architecture of EPMF.....	102
Table 1 – Functional classification of PMD with minimal required functions.....	25
Table 2 – Structure of PMD.....	26
Table 3 – List of applicable performance classes	27
Table 4 – Reference conditions for testing	28
Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment	28
Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment	29
Table 7 – Humidity and altitude operating conditions	29
Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement	32
Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement (1 of 3).....	33
Table 10 – Minimum test period	36
Table 11 – Starting current for active power and active energy measurement	37
Table 12 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement.....	37
Table 13 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement.....	38
Table 14 – Minimum test period	39
Table 15 – Starting current for reactive energy measurement	40
Table 16 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement.....	40
Table 17 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement.....	41
Table 18 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement	42
Table 19 – Influence quantities for frequency measurement.....	43
Table 20 – Rated range of operation for phase current measurement	43
Table 21 – Rated range of operation for neutral current (calculated or measured).....	44
Table 22 – Intrinsic uncertainty table for phase current	44

Table 23 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement.....	44
Table 24 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation	45
Table 25 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement	46
Table 26 – Rated range of operation for RMS voltage measurement	47
Table 27 – Intrinsic uncertainty table for RMS voltage measurement.....	47
Table 28 – Influence quantities for RMS voltage measurement	48
Table 29 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement	49
Table 30 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement	50
Table 31 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement.....	52
Table 32 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement	53
Table 33 – Influence quantities for dips and swells measurement	54
Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement	56
Table 35 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement.....	56
Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement	57
Table 37 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement	57
Table 38 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement	57
Table 39 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_U or $THD-R_U$ measurement	58
Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current unbalance measurement	58
Table 41 – Rated range of operation for current harmonics measurement.....	59
Table 42 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement	59
Table 43 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement	59
Table 44 – Minimum IP requirements for PMD	60
Table 45 – PMD specification form.....	65
Table 46 – Characteristics specification template.....	66
Table A.1 – Main measurement applications	78
Table B.1 – Definition of symbols.....	79
Table B.2 – Calculation definitions for electrical parameters	80
Table C.1 – Conventions for the sign of Power factor with a Consumer perspective	87
Table C.2 – Conventions for the sign of power factor with a producer perspective	88
Table F.1 – PMD SD associated with current sensor or PMD DS associated with voltage sensor or PMD SS associated with voltage and current sensors	93
Table F.2 – List of functions affected by uncertainty of external sensors	94
Table G.1 – Correction factor $C(N)$ for sample size N	96
Table H.1 – List of equipment that may embed EPMF	101
Table H.2 – Functional classification of PMF with minimal required functions.....	102
Table H.3 – Structure of EPMF	103
Table H.4 – Value of current according to the type of EPMF	104
Table H.5 – EPMF specification form	105
Table I.1 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $> 0,5$	110
Table I.2 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $\leq 0,5$	110
Table I.3 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes $> 0,5$	111

Table I.4 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes $\leq 0,5$	113
Table I.5 – Future intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement	116
Table I.6 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities.....	116

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61557-12 edition 2.1 contains the second edition (2018-10) [documents 85/644/FDIS and 85/649/RVD] and its amendment 1 (2021-05) [documents 85/755/FDIS and 85/764/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 61557-12 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) PMD-A has been withdrawn due the fact these devices are now mainly covered by the IEC 62586 series of standards.
- b) Three categories of PMD have been created with a list of minimum required functions for each category.
- c) Added a new Annex A explaining the different applications linked to the relevant standards and devices, and another new Annex C about the power factor conventions.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 61557 series, published under the general title *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Energy distribution systems need to guarantee energy efficiency, availability and network performances in order to address the following challenges:

- sustainable development requirements where energy measurement, for instance, is recognised as an essential element of energy management, part of the overall drive to reduce carbon emissions and to improve the commercial efficiency of manufacturing, commercial organizations and public services;
- technological evolutions (electronic loads, electronic measuring methods, etc.);
- end-users needs (cost saving, compliance with aspects of building regulations, etc.) regarding electrical energy management as well as other energies, or fluids. Other functionalities involving several non electrical parameters are often needed in parallel;
- safety and continuity of service;
- evolution of installation standards, for instance over-current detection is now a new requirement for the neutral conductor due to harmonic content.

Monitoring electrical quantities in internal networks allows to address these challenges.

The devices on the current market have different characteristics, which need a common system of references. Therefore there is a need for this document in order to facilitate the choices of the end-users in terms of performance, safety, interpretation of the indications, etc. This document provides a basis by which such devices can be specified and described, and their performance evaluated.

In order to fulfil the requirements of the energy efficiency project, many PMD measuring electrical parameters can also collect data (water, air, gas, temperature...) coming from other sensors or meters inside building or plant areas. In order to be able to transmit all these data to a supervision software it will be relevant to equip the PMD with a communication bus. The supervision software will then manage all the collected data in order to monitor them and produce useful reports for energy usage and consumption analysis.

ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies requirements for power metering and monitoring devices (PMD) that measure and monitor the electrical quantities within electrical distribution systems, and optionally other external signals. These requirements also define the performance of PMD in single- and three-phase AC or DC systems having rated voltages up to 1 000 V AC or up to 1 500 V DC.

These devices are fixed or portable. They are intended to be used indoors and/or outdoors.

Power metering and monitoring devices (PMD), as defined in this document, give additional safety information, which aids the verification of the installation and enhances the performance of the distribution systems.

Additionally, this document specifies requirements for measurement functions dedicated to metering and monitoring of electrical parameters called power metering and monitoring function (PMF) which can be embedded in equipment (EPMF) that is not classified as PMD and for which the main function is not power metering and monitoring.

Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF) are described in Annex H.

The power metering and monitoring devices (PMD) for electrical parameters described in this document are used for general industrial and commercial applications.

The power metering and monitoring devices (PMD) can be associated with sensing devices such as but not limited to instruments transformers compliant to IEC 61869 series of standards or with transducers compliant to IEC 60688.

This document does not address functional safety and cyber security aspects.

This document is not applicable ~~for~~ to:

- electricity metering equipment that complies with IEC 62053-21, IEC 62053-22, IEC 62053-23 and IEC 62053-24. Nevertheless, uncertainties defined in this document for active and reactive energy measurement are derived from those defined in IEC 62053 (all parts);
- the measurement and monitoring of electrical parameters defined in IEC 61557-2 to IEC 61557-9 and IEC 61557-13 or in IEC 62020;
- power quality instrument (PQI) according IEC 62586 (all parts);
- devices covered by IEC 60051 (all parts) (direct acting analogue electrical measuring instrument).

NOTE 1 Generally such types of devices are used in the following applications or for the following general needs:

- energy management inside the installation, such as facilitating the implementation of documents such as ISO 50001 and IEC 60364-8-1;
- monitoring and/or measurement of electrical parameters;
- measurement and/or monitoring of the quality of energy inside commercial/industrial installations.

NOTE 2 A measuring and monitoring device of electrical parameters usually consists of several functional modules. All or some of the functional modules are combined in one device. Examples of functional modules are:

- measurement and monitoring of several electrical parameters simultaneously;
- energy measurement and/or monitoring, as well as sometimes compliance with aspects of building regulations;
- alarms functions;
- demand side quality (current and voltage harmonics, over/under voltages, voltage dips and swells, etc.).

NOTE 3 PMD are historically called power meter, power monitor, power monitor device, power energy monitoring device, power analyser, multifunction meter, measuring multifunction equipment, energy meters.

NOTE 4 Metering, measuring and monitoring applications are explained in Annex A.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30 – Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-4-30:2015, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits*

IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 62053-31:1998, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 31: Pulse output devices for electromechanical and electronic meters (two wires only)*

3 Terms, definitions and notations

For the purposes of this document, the following terms, definitions and notations apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 General definitions

3.1.1

power metering and monitoring device

PMD

combination in one or more devices of several functional modules dedicated to metering and monitoring electrical parameters in energy distribution systems or electrical installations, used for applications such as energy efficiency, power monitoring and network performance

Note 1 to entry: Under the generic term “monitoring” are also included functions of recording, alarm management, etc.

Note 2 to entry: These devices may include demand side quality functions for monitoring inside commercial/industrial installations.

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.2

power quality assessment function

power quality functions whose measurement methods are defined in IEC 61000-4-30

3.1.3

supply side

part of the grid where electric energy is generated, transmitted and distributed to end-use customers through the public supply network

Note 1 to entry: This definition encompasses micro-grids, decentralised generators or renewable energy generators.

3.1.4

demand side

part of the grid where electric energy is consumed by end-use customers within their electric distribution system

3.1.5

point of common coupling

PCC

point of a power supply network, electrically nearest to a particular load, at which other loads are, or may be, connected

Note 1 to entry: These loads can be either devices, equipment or systems, or distinct customer's installations.

Note 2 to entry: In some applications, the term “point of common coupling” is restricted to public networks.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-07-15]

3.1.6

power quality

characteristics of the electric current, voltage and frequencies at a given point in an electric power system, evaluated against a set of reference technical parameters

Note 1 to entry: These parameters might, in some cases, relate to the compatibility between electricity supplied in an electric power system and the loads connected to that electric power system

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-01-05]

3.1.7

dedicated external sensor

proprietary external sensor able to operate only with a range of PMD specified by the manufacturer

3.1.8
current sensor
CS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the current flowing through the primary circuit of this device

Note 1 to entry: A current transformer (CT) is in general a magnetic current sensor.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.9
compliance voltage

value of the voltage that can be developed at the current analog output while conforming to the requirement of the uncertainty specification for that output

Note 1 to entry: This definition applies to current analog output signals.

3.1.10
voltage sensor
VS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the voltage across the primary terminals of this device

Note 1 to entry: A voltage transformer (VT) is in general a magnetic voltage sensor.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.11
self-powered PMD

equipment where measuring terminals are also used for power supply

3.1.12
auxiliary power supply

external power supply, either AC or DC, that powers the PMD through dedicated terminals separated from the measurement inputs of the PMD

3.1.13
transformer operated PMD

PMD intended to be connected to the circuit(s) being measured via external instrument transformer(s)

Note 1 to entry: Transformer operated PMD corresponds to PMD Sx or PMD xS in this document.

3.1.14
primary register

register of an instrument transformer-operated meter which takes into account the ratios of all the transformers (voltage and current transformers) to which the meter is connected

Note 1 to entry: The value of the energy on the primary side of the transformers is obtainable from the direct reading of the register.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.4]

3.1.15
half-primary register

register of an instrument transformer-operated meter which takes into account either the ratio(s) of the current transformer(s) or the ratio(s) of the voltage transformer(s), but not both

Note 1 to entry: The value of the energy on the primary side of the transformer(s) is obtainable from the reading of the register multiplied by an appropriate factor.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.5]

3.1.16

power metering and monitoring function

PMF

measurement function dedicated to metering and monitoring electrical parameters within electrical distribution systems embedded in an equipment that is not a PMD and complies to another IEC product standard

3.1.17

equipment embedding PMF

EPMF

equipment or arrangement of equipment embedding PMF whose main function is not metering and monitoring of electrical parameters

Note 1 to entry: Such equipment are uninterruptible power systems (UPS), static transfer systems (STS), circuit breakers, transfer switching equipment (TSE), switches, disconnectors, switch-disconnectors, fuse-combination units, programmable controllers (PLC), inverter for use in photovoltaic power systems, adjustable speed electrical power drive systems, protection relay, residual current devices (RCDs, RCBOS), residual current monitoring devices (RCM), load-shedding equipment (LSE), bi-directional grid connected power converters.

3.2 Definitions related to uncertainty and performance

3.2.1

reference conditions

appropriate set of specified values and/or ranges of values of influence quantities under which the smallest permissible uncertainties of a measuring instrument are specified

Note 1 to entry: The ranges specified for the reference conditions, called reference ranges, are not wider, and are usually narrower, than the ranges specified for the rated operating conditions.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.2.2

measurand

quantity subjected to measurement, evaluated in the state assumed by the measured system during the measurement itself

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1, modified – the notes have been removed.]

3.2.3

uncertainty

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

Note 1 to entry: In this document, measurement uncertainty includes components arising from systematic effects and from random effects

3.2.4

intrinsic uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions

Note 1 to entry: In this document, it is a percentage of the measured value defined in its rated range and with the influence quantities under reference conditions, unless otherwise stated.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10, modified – a note has been added.]

3.2.5

influence quantity

quantity which is not the subject of the measurement and whose change affects the relationship between the indication and the result of the measurement

Note 1 to entry: Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment [IEV].

Note 2 to entry: As the calibration diagram depends on the influence quantities, in order to assign the result of a measurement it is necessary to know whether the relevant influence quantities lie within the specified range [IEV].

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14, modified – note 3 has been removed.]

3.2.6 variation

<under single influence quantity> difference between the value measured under reference conditions and any value measured within the influence range

Note 1 to entry: The other performance characteristics and the other influence quantities should stay within the ranges specified for the reference conditions.

3.2.7 rated operating conditions

set of conditions that must be fulfilled during the measurement in order that a calibration diagram may be valid

Note 1 to entry: Beside the specified measuring range and rated operating ranges for the influence quantities, the conditions may include specified ranges for other performance characteristics and other indications that cannot be expressed as ranges of quantities.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.2.8 operating uncertainty

calculated uncertainty taking into account the intrinsic uncertainty and the additional uncertainties due to the defined influence quantities

Note 1 to entry: The operating uncertainty, like the intrinsic one, is not evaluated by the user of the instrument, but is stated by its manufacturer or calibrator. The statement may be expressed by means of an algebraic relation involving the intrinsic uncertainty and the values of one or several influence quantities, but such a relation is just a convenient means of expressing a set of operating uncertainties under different operating conditions, not a functional relation to be used for evaluating the propagation of uncertainty inside the instrument.

Note 2 to entry: An operating uncertainty reflects the quality of the design of a device, and is not the same nature as a performance class or intrinsic uncertainty.

Note 3 to entry: Operating uncertainty can be greater than intrinsic uncertainty and greater than performance class.

Note 4 to entry: The concept of operating uncertainty is related to the concept of maximum permissible error developed in other documents, which is calculated from three influencing quantities only.

3.2.9 overall uncertainty

uncertainty including the uncertainty of several separated instruments (voltage sensor, current sensor and PMD)

3.2.10 function performance class

number accounting for the performance of a single function, depending on function intrinsic uncertainty, taking into account specified measurement range and limits for variations due to the specified influence quantities

Note 1 to entry: In this document, C stands for the numerical value of the function performance class (for instance $C = 0,2$).

3.2.11 rated frequency

f_n
value of the frequency at which the specification of the PMD is defined

3.2.12
rated current

I_n

value of the current at which the specification of a PMD operated by an external current sensor (PMD Sx) is defined

3.2.13
basic current

I_b

value of the current at which the specification of a direct connected PMD (PMD Dx) is defined

3.2.14
starting current

I_{st}

lowest value of the current at which the PMD starts and continues to register

[SOURCE: IEC 62052-11:2003, 3.5.1.1, modified – "meter" has been replaced by "PMD".]

3.2.15
maximum current

I_{max}

highest value of current at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.16
rated voltage

U_n

value of the voltage in accordance with which the relevant performances of the PMD are fixed

Note 1 to entry: Depending on the distribution system and its connection to the PMD, this voltage can be either the phase to phase voltage or the phase to neutral voltage.

3.2.17
nominal voltage

U_{nom}

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.2.18
minimum voltage

U_{min}

lowest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.19
maximum voltage

U_{max}

highest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.20
residual voltage

U_{res}

minimum value of U recorded during a voltage dip or interruption

Note 1 to entry: The residual voltage is expressed as a value in volts, or as a percentage or a fraction of the rated voltage.

3.2.21
declared input voltage

U_{din}
value obtained from the declared supply voltage by a transducer ratio

[SOURCE: IEC 61000-4-30:2015, 3.2]

3.2.22
sliding reference voltage

U_{sr}
voltage magnitude averaged over one minute, representing the voltage preceding a voltage dip or swell

3.2.23
demand value

average value of a quantity over a specified period of time

3.2.24
peak demand value

highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset

3.2.25
thermal demand

emulation of a thermal demand meter that provides an exponentially time lagged demand, given a constant load, the indication reading 90 % of the actual demand in a specified time

Note 1 to entry: The time is specified by the manufacturer, usually 15 min.

3.2.26
three-phase average value

in a three- or four-wire system, the arithmetical average of all phase value

3.2.27
maximum value

highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset

3.2.28
minimum value

lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or last reset

3.2.29
interval

period of time used by the PMD to integrate RMS or instantaneous values in order to calculate demand values

3.3 Definitions related to electric phenomena

3.3.1
phase current

I
value of the current flowing in each phase of an electrical distribution system

3.3.2
neutral current

I_{N}
value of neutral current of an electrical distribution system

3.3.3**phase to phase voltage
line to line voltage** U

voltage between phases

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-29]

3.3.4**phase to neutral voltage
line to neutral voltage** V

voltage between a phase in a polyphase system and the neutral point

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-30]

3.3.5**frequency** f

value of measured frequency in an electrical distribution system

3.3.6**power factor** PF

under periodic conditions, ratio of the value of the active power to the apparent power

Note 1 to entry: This power factor is not the displacement power factor. Both are not equal in presence of harmonics.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002 131-11-46, modified – the formula in the definition has not been included, note 1 has been changed and a note 2 has been added.]

3.3.7**amplitude of harmonic current** I_h

value of the amplitude of the current at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.8**amplitude of harmonic voltage** U_h

value of the amplitude of the voltage at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.9**stationary harmonics**<voltage and current> harmonic content of the signal with the amplitude variation of each harmonic component remaining constant within $\pm 0,1$ % of the amplitude of the fundamental**3.3.10****quasi-stationary harmonics**<voltage and current> harmonic content of the signal in which the amplitude variation of each harmonic for contiguous 10 (50 Hz systems) or 12 (60 Hz systems) cycles remains within $\pm 0,1$ % of the amplitude of the fundamental

3.3.11

sub-harmonics

<voltage and current> interharmonic component of harmonic order lower than one

Note 1 to entry: In this document, sub-harmonic components are restricted to ranks being reciprocal of integers.

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-10, modified – the term has been changed from "sub-harmonic component" to "sub-harmonics" and the domain has been indicated.]

3.3.12

flicker

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.3.13

voltage dip

temporary reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined threshold

Note 1 to entry: Interruptions are a special case of a voltage dip. Post-processing may be used to distinguish between voltage dips and interruptions.

Note 2 to entry: In some areas of the world a voltage dip is referred to as sag. The two terms are considered interchangeable; however, this document will only use the term voltage dip.

3.3.14

voltage swell

temporary increase of the voltage at a point in the electrical distribution system above a defined threshold

3.3.15

RMS voltage refreshed each half-cycle

$U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$

value of the RMS voltage measured over 1 cycle, commencing at a fundamental zero crossing, and refreshed each half-cycle

Note 1 to entry: This technique is independent for each channel and will produce RMS values at successive times on different channels for polyphase systems

Note 2 to entry: This RMS voltage value may be a phase to phase value or a phase to neutral value.

3.3.16

RMS voltage refreshed each cycle

$U_{\text{rms}(1)}$

value of the RMS voltage measured over 1 cycle and refreshed each cycle

Note 1 to entry: In contrast to $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$, this technique does not define when a cycle commences.

Note 2 to entry: This RMS voltage value can be a phase to phase value or a phase to neutral value.

3.3.17

voltage interruption

reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined interruption threshold

3.3.18

amplitude and phase voltage unbalance

condition in a three-phase system in which the RMS values of the line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line voltages, are not all equal

Note 1 to entry: The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative-sequence and zero-sequence components to the positive-sequence component.

Note 2 to entry: In this document, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

3.3.19

amplitude voltage unbalance

condition in a three-phase system in which the RMS values of the line voltages (fundamental component) are not all equal.

Note 1 to entry: The relative phase between the line voltages is not taken into account.

Note 2 to entry: In this document, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

3.3.20

transient overvoltage

short-duration overvoltage of few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped.

Note 1 to entry: Transient overvoltages may be immediately followed by temporary overvoltages. In such cases the two overvoltages are considered as separate events.

Note 2 to entry: IEC 60071-1 defines three types of transient overvoltages, namely slow-front overvoltages, fast-front overvoltages and very fast-front overvoltages according to their time to peak, tail or total duration, and possible superimposed oscillations.

[SOURCE: IEC 60050-604:2016, 604-03-14]

3.3.21

crest factor

peak to RMS ratio

3.4 Definitions related to measurement techniques

3.4.1

measurement window

interval during which a single measurement is performed, expressed in seconds or in number of fundamental cycles

Note 1 to entry: Depending on the measurement technique the duration of the measurement window may be fixed or variable.

3.4.2

gapless measurement

measurement technique where the measurement is performed continuously without gap, that is, using contiguous measurement windows

Note 1 to entry: For digital techniques and for a given sampling rate, no sample is missing in the measurement processing.

Note 2 to entry: When gapless measurement techniques are used, no assumption is made regarding the stability of the signal, as opposed to non-gapless measurement techniques, where the signal is considered to be stable during the time where no measurement is done.

3.5 Notations

3.5.1 Functions

Symbol	Function
P	total active power
E_a	total active energy
Q_A / Q_V	total reactive power arithmetic / total reactive power vector
E_{rA} / E_{rV}	total reactive energy arithmetic / total reactive energy vector
S_A / S_V	total apparent power arithmetic / total apparent power vector
E_{apA} / E_{apV}	total apparent energy arithmetic / total apparent energy vector
f	frequency
I	phase current (I_p : current on line p)
I_N / I_{Nc}	measured neutral current / calculated neutral current
U	line to line voltage (U_{pg} : line p to line g)
V	line to neutral voltage (V_p : line p to neutral)
PF_A / PF_V	arithmetic power factor / vector power factor
	NOTE $PF_V = \cos(\phi)$ when no harmonics are present
P_{st} / P_{lt}	short term flicker / long term flicker
U_{dip}	voltage dips line to line ($U_{pg\ dip}$: line p to line g)
V_{dip}	voltage dips line to neutral ($V_{p\ dip}$: line p to neutral)
U_{swl}	voltage swells line to line ($U_{pg\ swl}$: line p to line g)
V_{swl}	voltage swells line to neutral ($V_{p\ swl}$: line p to neutral)
U_{tr}	transients overvoltage line to line ($U_{pg\ tr}$: line p to line g)
V_{tr}	transients overvoltage line to neutral ($V_{p\ tr}$: line p to neutral)
U_{int}	voltage Interruption line to line ($U_{pg\ int}$: line p to line g)
V_{int}	voltage interruption line to neutral ($V_{p\ int}$: line p to neutral)
U_{nb}	amplitude and phase voltage unbalance line to line ($U_{pg\ nb}$: line p to line g)
V_{nb}	amplitude and phase voltage unbalance line to neutral ($V_{p\ nb}$: line p to neutral)
I_{nb}	current unbalance phase and amplitude
U_{nba}	amplitude voltage unbalance line to line ($U_{pg\ nba}$: line p to line g)
V_{nba}	amplitude voltage unbalance line to neutral ($V_{p\ nba}$: line p to neutral)
I_{nba}	current unbalance amplitude
U_h	voltage harmonics line to line ($U_{pg\ h}$: line p to line g)
V_h	voltage harmonics line to neutral ($V_{p\ h}$: line p to neutral)
THD_u	total harmonic distortion voltage line to line related to fundamental
$THD-R_u$	total harmonic distortion voltage line to line related to RMS value
THD_v	total harmonic distortion voltage line to neutral related to fundamental
$THD-R_v$	total harmonic distortion voltage line to neutral related to RMS value
$THD-R$	total harmonic current related to RMS value

3.5.2 Symbols and abbreviations

$\%U_n$	percentage of U_n
$\%I_n$	percentage of I_n
$\%I_b$	percentage of I_b

3.5.3 Indices

a	active
r	reactive
ap	apparent
n	rated
b	basic
nom	nominal
N	neutral
c	calculated
h	harmonic
i	current
u	voltage
dip	dips
swl	swells
tr	transient
int	interruption
nb	unbalance
nba	amplitude unbalance
A	arithmetic
V	vectorial
min	minimum value
max	maximum value
avg	average value
peak	peak value
res	residual

4 Requirements

4.1 General requirements

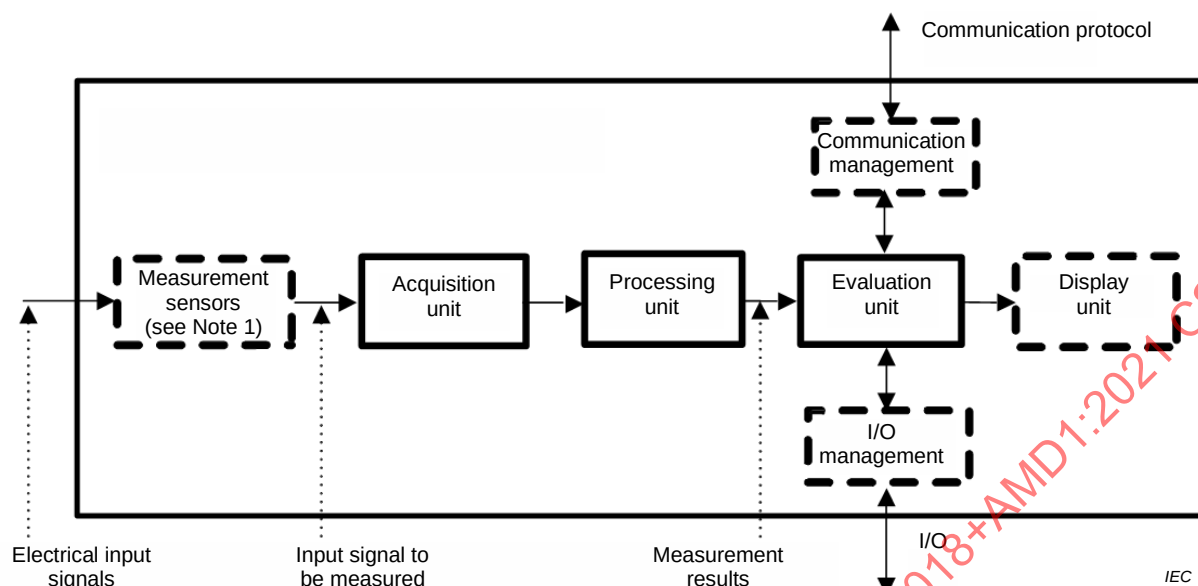
The following requirements shall apply unless otherwise specified hereafter.

4.2 PMD general architecture

Organization of the measurement chain: the electrical quantity to be measured may be either directly accessible, as it is generally the case in low-voltage systems, or accessible via measurement sensors like voltage sensors (VS) or current sensors (CS).

Figure 1 shows the common organization of a PMD.

In some cases when a PMD does not include the sensors, their associated uncertainties are not considered. When a PMD includes the sensors, their associated uncertainties are considered.



NOTE 1 It is not necessary that the parts in the dotted lines be included in the PMD.

NOTE 2 I/O are analog and/or digital signals with alarms.

Figure 1 – PMD generic measurement chain

4.3 Classification of PMD

PMD are classified according to the applications as defined in Table 1.

Table 1 – Functional classification of PMD with minimal required functions

Functionalities symbol ^a	PMD type ^b		
	PMD-I Energy efficiency	PMD-II Basic power monitoring	PMD-III Advanced power monitoring /network performance
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■
I_N			■
U and/or V		■	■
PF		■	■
THD_u and/or THD_v and/or $THD-R_u$ and/or $THD-R_v$			■
THD_i and/or $THD-R_i$			■

^a Only total quantities are mandatory

^b For PMD other than PMD-I, PMD-II and PMD-III, called PMD-x, other combinations of functions are allowed and shall be specified by the manufacturer.

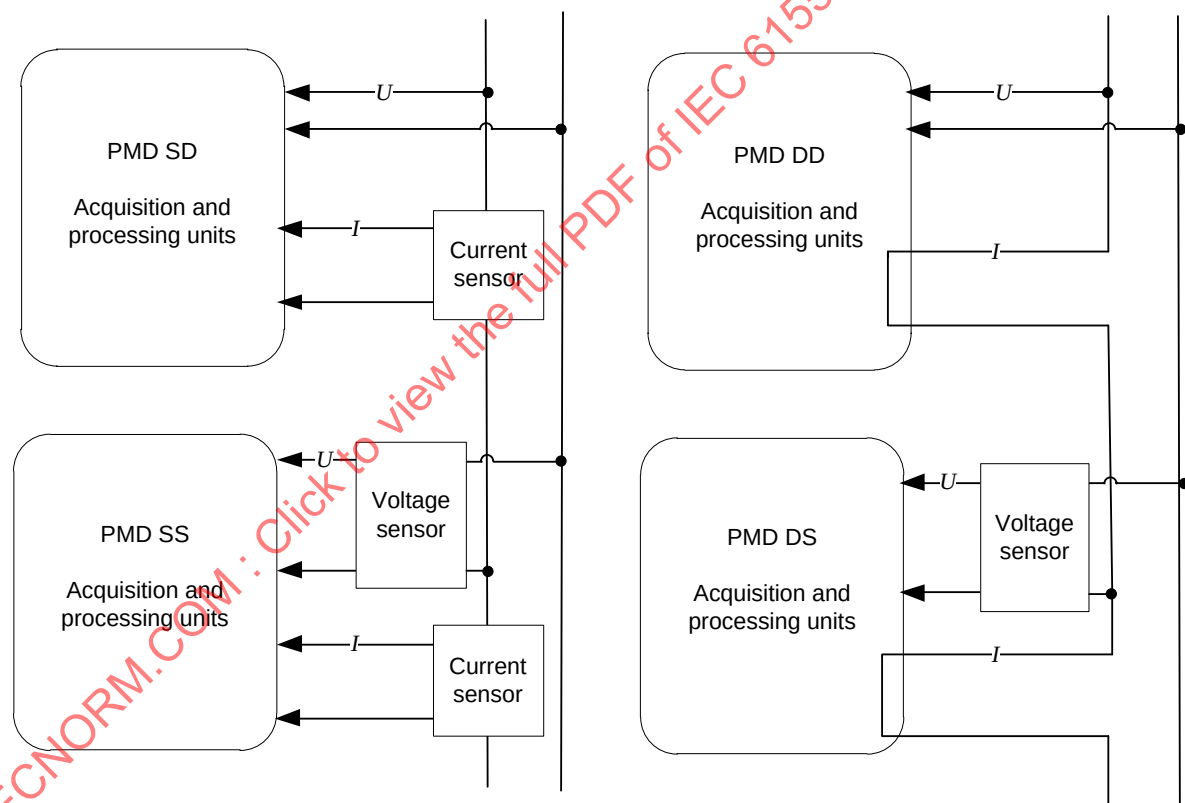
4.4 Structure of PMD

4.4.1 Structure of PMD related to sensors

PMD can have either an internal sensor, or may need an external sensor, as shown in Figure 2. Depending on these characteristics, PMD can be split in four categories as defined in Table 2.

Table 2 – Structure of PMD

		Current measurement	
		Sensor operated PMD (current sensors out of PMD) → PMD Sx	Direct connected PMD (current sensors in PMD) → PMD Dx
Voltage measurement	Direct connected PMD (voltage sensors in PMD) → PMD xD	PMD SD (Semi-direct insertion)	PMD DD (Direct insertion)
	Sensor operated PMD (voltage sensors out of PMD) → PMD xS	PMD SS (Indirect insertion)	PMD DS (Semi-direct insertion)



IEC

NOTE A PMD specified as a PMD Dx (respectively PMD xD) can sometimes, under certain conditions, be used as a PMD Sx (respectively PMD xS) when used with external sensors provided that it complies with both requirements of PMD Sx and Dx (respectively PMD xS and xD).

Figure 2 – Description of different types of PMD

4.4.2 Requirements for self-powered PMD

Three-phase self-powered PMD shall measure within the specified accuracy limits even in the event one of the three phases or two of the three phases are disconnected.

4.5 List of applicable performance classes

Table 3 specifies the list of allowed performance classes.

Table 3 – List of applicable performance classes

Active energy				0,2	0,5	1	2			
Active power			0,1	0,2	0,5	1	2	2,5		
Reactive energy							2		3	
Reactive power						1	2		3	
Apparent energy				0,2	0,5	1	2			
Apparent power				0,2	0,5	1	2			
Frequency	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5					
Phase current		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Measured neutral current				0,2	0,5	1	2			
Calculated neutral current			0,1	0,2	0,5	1	2			
Voltage		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Power factor					0,5	1	2			5
Flicker										5
Dips and swells measurement					0,5	1	2			
Voltage interruption					0,5	1	2			
Voltage unbalance				0,2	0,5	1				
Voltage harmonics						1	2		3	5
Voltage THD						1	2		3	5
Current unbalance				0,2	0,5	1				
Current harmonics						1	2		3	5
Current THD						1	2		3	5

The requirements for the performance for a PMD associated with a dedicated external sensor are the same as for a direct connected PMD. Each combination of a PMD associated with a dedicated external sensor shall be considered as a PMD DD that needs to comply with the performance requirements of this document.

EXAMPLE If a manufacturer provides three different types of dedicated sensors (for example, a 100 A dedicated CT, a 500 A dedicated CT and a 1 000 A dedicated CT), then the manufacturer would provide three separate performance type test reports (one for the tests related to the PMD associated with the 100 A dedicated sensor, one for the tests related to the PMD associated with the 500 A dedicated sensor and one for the tests related to the PMD associated with the 1 000 A dedicated sensor). The manufacturer shall provide proper justification (e.g. simulation results, existing tests results, design notes, schematics...) for extrapolating performance if some physical tests are not performed.

NOTE Guidance related to the association of a PMD with a sensor is provided in Annex E and Annex F.

4.6 Operating and reference conditions for PMD

4.6.1 Reference conditions

Table 4 gives the reference conditions for testing:

Table 4 – Reference conditions for testing

Conditions	Reference conditions
Operating temperature	23 °C ± 2 °C or otherwise specified by manufacturer
Relative humidity	40 % to 60 % RH
Auxiliary supply voltage	Rated power supply voltage ± 1 %
Phases	Three phases available ^a
Voltages unbalance	≤ 0,1 % ^a
External continuous magnetic field	≤ 40 A/m DC ≤ 3 A/m AC at 50/60 Hz
DC component on voltage and current	None
Waveform	Sinusoidal
Frequency	Rated frequency (50 Hz or 60 Hz) ± 0,2 % ^b
^a Required only in the case of three-phase systems.	
^b PMD should use the standard rated frequencies of 50 Hz or 60 Hz, where possible, although other rated frequencies, or rated frequency ranges, including DC, may be specified.	

4.6.2 Rated operating conditions

4.6.2.1 General

Tables 5 to 7 give the conditions in which functions shall be performed according to their specifications.

4.6.2.2 Rated temperature operating conditions for portable equipment

Table 5 gives the rated operating temperature for portable PMD:

Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment

	K40 temperature class of PMD
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 °C to +40 °C
Limit range of operation (no hardware failures)	–10 °C to +55 °C
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C

4.6.2.3 Rated temperature operating conditions for fixed installed equipment

Table 6 gives the rated operating temperature for fixed installed PMD:

Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment

	K55 temperature class of PMD	K70 temperature class of PMD	Kx^b temperature class of PMD
Rated operating range ^c (with specified uncertainty)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range of operation (no hardware failures)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C	–40 °C to +85 °C	According to manufacturer's specification ^a
^a Limits are to be defined by the manufacturer according to the application. ^b Kx stands for extended conditions. ^c The operating temperature is the highest temperature of the air in close proximity to the PMD.			

4.6.2.4 Rated humidity and altitude operating conditions

Table 7 gives the rated operating humidity and altitude conditions for portable and fixed installed PMD:

Table 7 – Humidity and altitude operating conditions

	Standard conditions	Extended conditions
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 % to 75 % RH ^b	0 % to above 75 % RH ^{a b}
Limit range of operation for 30 days/year	0 % to 90 % RH ^b	0 % to above 90 % RH ^{a b}
Limit range for storage and shipping	0 % to 90 % RH ^b	0 % to above 90 % RH ^{a b}
Altitude	0 m to 2 000 m	0 m to above 2 000 m ^a
^a Limits are to be defined by manufacturer according to the application. ^b Relative humidity values are specified without condensation.		

The limits of relative humidity as a function of ambient temperature are shown in Figure 3.

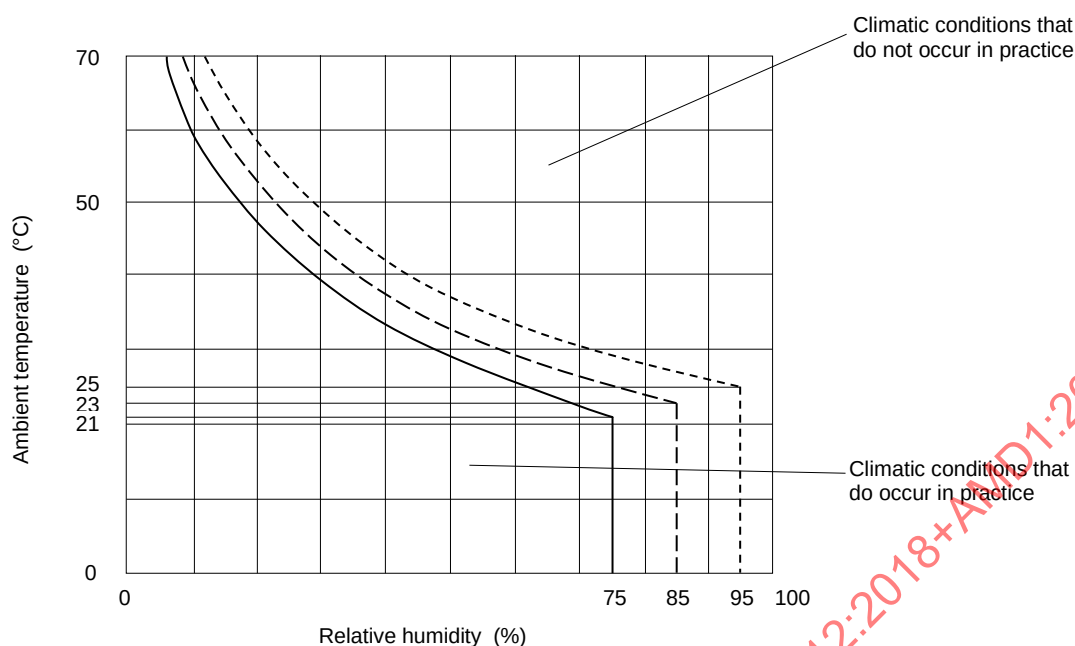


Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity

4.7 Start-up conditions

Measurement readings shall be available via a communication or local user interface 15 s after applying power supply. If the start-up is longer than 15 s, manufacturers shall specify the maximum time until measurement quantities shall be available via a communication or local user interface after power supply is applied.

When no communication or local user interface is available, this requirement shall be verified according to the test procedure given in 6.2.17.

4.8 Requirements for PMD functions

4.8.1 General requirements

4.8.1.1 Coverage requirements

Subclause 4.8 describes a list of functions. Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed shall be measured.

All functions implemented in the product and covered by this document shall comply with the requirements of this document.

4.8.1.2 Requirements for the measurement window

Unless specified otherwise, the measurement window of a measured quantity shall not be longer than 3 s or 150/180 cycles at rated frequency.

For THD and harmonics, this requirement may not be met. In such case the measurement window for THD and harmonics shall be declared by the manufacturer.

This requirement does not apply to energies and demands, which are obtained by integrating or averaging basic quantities measured on the measurement window.

4.8.1.3 Requirements for the line to neutral voltage quantities

Unless specified otherwise, if line to neutral voltage functions are implemented they shall comply with the same requirements as the line to line voltage functions.

4.8.1.4 Requirement on variation limits under influence quantities

For practical reasons, if a calculated variation limit requirement is less than 0,02 %, the requirement shall be set at 0,02 %.

4.8.1.5 Maximum current

When the PMD is operated from (a) current transformer(s), attention is drawn to the need to match the current range of the PMD in relation to that of the secondary of the current transformer(s). The maximum current of the PMD shall be 120 % I_n at least.

4.8.2 Active power (P) and active energy (E_a) measurements

4.8.2.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.2.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.2.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 8:

**Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power
and active energy measurement**

Specified measuring range		Power factor ^c	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx		for C < 1	for C ≥ 1	
2 % $I_b \leq I < 10 \% I_b$	1 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 2,0 \times C$	No requirement	%
5 % $I_b \leq I < 10 \% I_b$	2 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
5 % $I_b \leq I < 20 \% I_b$	2 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,7 \times C + 0,15)$ $\pm (1,7 \times C + 0,15)$	No requirement No requirement	%
10 % $I_b \leq I < 20 \% I_b$	5 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	No requirement No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$ $\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,0 \times C + 0,1)$ $\pm (1,0 \times C + 0,1)$	$\pm 1,0 \times C$ $\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b For active energy measurement classes 1 and 2 of this document, the uncertainty limits of classes 1 and 2 defined in Table 6 of IEC 62053-21:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement classes 0,2 and 0,5 of this document, the uncertainty limits of classes 0,2S and 0,5S defined in Table 4 of IEC 62053-22:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. ^c In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = cos φ.					

4.8.2.4 Limits of variations due to influence quantities

The additional variations due to influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 9:

Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement (1 of 3)

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^{a,b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D _x	Value of current for sensor operated PMD S _x		for C < 1	for C ≥ 1	
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 and Table 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,05 x C 0,1 x C	0,05 x C 0,07 x C	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a,b}		
					for C < 1	for C ≥ 1	
Auxiliary power supply voltage ⁱ	rated voltage ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 x C	0,1 x C	%
Voltage	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,6 x C + 0,08	0,3 x C + 0,4 0,5 x C + 0,5	%
Frequency	rated frequency ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,3 x C + 0,04	0,3 x C + 0,2 0,3 x C + 0,4	%
Reversed phase sequence	---	10 % I_b	10 % I_n	1	0,15 x C + 0,02	1,5	%
Voltage unbalance	0 % to 10 %	I_b	I_n	1	1,5 x C + 0,2	2,0 x C	%
Phase missing ^f	one or two phases missing	I_b	I_n	1	2,0 x C	2,0 x C	%
Harmonic components in the current and voltage circuits	voltage, 5 th harmonic: 10 % current, 5 th harmonic: 40 %	50 % I_{max}	50 % I_{max}	1	0,4 x C + 0,3	0,2 x C + 0,6	%

Table 9 (2 of 3)

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D _{x f} ^f	Value of current for sensor operated PMD S _{x f} ^f				
Odd harmonics in the AC current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Sub-harmonics in the AC current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Common mode voltage rejection on isolated current inputs ^k	0 to maximum voltage to earth (depending on measuring category) ⁱ	10 % I_b	5 % I_n	1	1,0 x C	0,5 x C	%
Permanent AC magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{c d h}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	1,0 x C + 1,0	%
Electromagnetic RF fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%

Table 9 (3 of 3)

a	Applicable performance classes are listed in Table 3.
b	For active energy measurement classes 1 and 2 of this document, the variation limits of classes 1 and 2 defined in Table 8 of IEC 62053-21:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement classes 0,2 and 0,5 of this document, the variation limits of class 0,2 S and 0,5 S defined in Table 6 of IEC 62053-22:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.
c	EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.
d	The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.
e	Currents are balanced unless otherwise specified.
f	Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted: – in a three-phase, four-wire network one or two phases; – in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases. This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures. In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply. For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.
g	See Clause 6.
h	A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.
i	Measuring category is defined in IEC 61010-2-030, for instance 300 V common mode voltage for 300 V cat III.
j	In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor $\approx \cos \varphi$.
k	If current inputs are connected internally or externally to the ground, this requirement is not applicable.
l	These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.8.2.5 Starting and no-load condition**4.8.2.5.1 Start-up of the PMD**

See 4.7.

4.8.2.5.2 No-load condition (only for energy measurement)

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

In the case of an outside shunt, only the input circuit of the PMD shall be opened.

The minimum test period Δt shall be as described in Table 10:

Table 10 – Minimum test period

PMD types	Minimum test period Δt (min) for no-load condition	
	for $C < 1$	for $C \geq 1$
PMD	$\Delta t = \frac{((100 / C) + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilowatt-hour (impulse/kWh);

m is the number of measuring elements;

NOTE A measuring element is a part of the meter which produces an output proportional to the energy.

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.8.2.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in the case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 11.

When starting conditions are met (according to Table 11), intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 11 – Starting current for active power and active energy measurement

PMD types	Power factor ^a	Starting current for PMD of function performance class C	
		for $C < 1$	for $C \geq 1$
PMD Dx	1	$2 \times 10^{-3} \times I_b$	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$1 \times 10^{-3} \times I_n$	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$

^a In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \varphi$.

4.8.3 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements

4.8.3.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.3.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.3.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 12:

Table 12 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement

Specified measuring range		$\sin \varphi$ (inductive or capacitive)	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		for $C < 3$	for $C \geq 3$	
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b For reactive energy measurement classes 2 and 3 of this document, the uncertainty limits of classes 2 and 3 defined in Table 6 of IEC 62053-23:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

4.8.3.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 13:

Table 13 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^d		sin φ (inductive or capacitive)	Temperature coefficient for PMD of function performance class $C^{a e}$		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D_x	Value of current for sensor operated PMD S_x		for $C < 3$	for $C \geq 3$	
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5	0,05 $\times C$ 0,075 $\times C$	0,05 $\times C$ 0,08 $\times C$	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class $C^{a b}$		
					for $C < 3$	for $C \geq 3$	
Auxiliary power supply voltage ^f	Rated voltage ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 $\times C$	0,1 $\times C$	%
Voltage	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,5 $\times C$ 0,75 $\times C$	0,66 $\times C$ 1,0 $\times C$	% %
Frequency	Rated frequency ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	1,25 $\times C$ 1,25 $\times C$	2,5 2,5	%
Permanent AC magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Electromagnetic RF fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I	1	1,5 $\times C$	3,0	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e For reactive energy measurement classes 2 and 3 of this document, the variation limits of classes 2 and 3 defined in Table 8 of IEC 62053-23:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, the PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.8.3.5 Starting and no-load condition

4.8.3.5.1 Start-up of the PMD

See 4.7.

4.8.3.5.2 No-load condition

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

In case of an outside shunt, only the input circuit shall be open circuited.

The minimum test period Δt shall be as described in Table 14:

Table 14 – Minimum test period

PMD types	Minimum test period Δt (min) for no-load condition	
	for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((1\,080 / C) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilovar-hour (impulse/kvarh);

m is the number of measuring elements;

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.8.3.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 15.

When starting conditions are met (according to Table 15) intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 15 – Starting current for reactive energy measurement

PMD types	$\sin \phi$ (inductive or capacitive)	Starting current for PMD of function performance class C	
		for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD Dx	1	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$	$(5 \times C - 5) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$	$(2 \times C - 1) \times 10^{-3} \times I_n$

4.8.4 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements**4.8.4.1 Techniques**

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.4.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.4.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 16:

Table 16 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a		Unit
Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx	for $C < 1$	for $C \geq 1$	
$5 \% I_b < I \leq 10 \% I_b$	$2 \% I_n < I \leq 5 \% I_n$	$\pm 2,0 \times C$	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b < I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n < I \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.4.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 17:

Table 17 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement

Influence quantities Influence type	Influence range	Specified measuring range ^d		Power factor ^e	Temperature coefficient for PMD of function performance class C^a		Unit
		Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx		for $C < 1$	for $C \geq 1$	
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$10\% I_b \leq I \leq I_{max}$	$5\% I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$0,05 \times C$	$0,05 \times C$	% / K
					Limits of variation for PMD of function performance class $C^{a,b}$		
					for $C < 1$		
Auxiliary power supply voltage ^f	Rated voltage $\pm 15\%$	$10\% I_b$	$10\% I_n$	1	$0,1 \times C$	$0,1 \times C$	%
Voltage	$80\% U_n < U < 120\% U_n$	$5\% I_b \leq I \leq I_{max}$ $10\% I_b \leq I \leq I_{max}$	$2\% I_n \leq I \leq I_{max}$ $5\% I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	$0,3 \times C + 0,04$ $0,6 \times C + 0,08$	$0,3 \times C + 0,4$ $0,5 \times C + 0,5$	%
Continuous magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	$1,0 \times C + 1,0$	%
Electromagnetic RF fields ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \varphi$.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.5 Frequency (f) measurements

4.8.5.1 Techniques

Gapless measurement is not required.

The measurement window for the frequency measurement may be longer than 3 s but cannot exceed 20 s at rated frequency.

4.8.5.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- Voltage: 50 % U_n to U_{max} .

If the frequency measure is using the current the following range shall apply:

- Current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max} , for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max} .

NOTE Frequency is usually measured from the voltage function of the PMD; the current rated range of operation is considered only if this function does not exist in the PMD.

4.8.5.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 18:

Table 18 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
45 Hz to 55 Hz or 55 Hz to 65 Hz	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		

4.8.5.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 19:

Table 19 – Influence quantities for frequency measurement

Influence quantities		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range or influence level		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$0,1 \times C$	% / K
		Limits of variation for PMD of function performance class C^a	
Voltage	50 % U_n to U_{max}	$0,2 \times C$	%
Harmonics in the voltage circuits ^b	3 rd harmonic 10 % 5 th harmonic 12 % 7 th harmonic 10 % 9 th harmonic 3 % 11 th harmonic 7 % 13 th harmonic 6 % 15 th harmonic 1 %	$0,2 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b All harmonics components should have zero phase referred to the fundamental. The resulting waveform and equation are shown in 6.2.9.			

4.8.6 RMS phase current (I) and neutral current (I_N , I_{Nc}) measurements

4.8.6.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is not required.

4.8.6.2 Rated range of operation

4.8.6.2.1 General

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 20 and Table 21:

4.8.6.2.2 Rated range of operation for phase current

Table 20 – Rated range of operation for phase current measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

4.8.6.2.3 Rated range of operation for measured neutral current (with a sensor) and calculated neutral current (from phase currents)

Table 21 – Rated range of operation for neutral current (calculated or measured)

PMD types	Specified measuring range ^a	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

^a The nominal current of the neutral current sensor can be different from the one for the phase current sensor.

4.8.6.3 Intrinsic uncertainty table

4.8.6.3.1 General

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 22, Table 23 and Table 24.

4.8.6.3.2 Intrinsic uncertainty table for phase current

Table 22 – Intrinsic uncertainty table for phase current

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.6.3.3 Intrinsic uncertainty table for measured neutral current (with a sensor)

Table 23 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
20 % $I_b \leq I_N \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I_N \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.6.3.4 Intrinsic uncertainty table for calculated neutral current (from phase currents)

Table 24 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b c}	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
$20 \% I_b \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\% I^b$
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b Uncertainty shall be expressed as a percentage of the phase current, whose current is the largest. ^c Performance class C refers to the phase current performance class.			

4.8.6.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 25:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Table 25 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	For current direct connected PMD Dx	For current sensor operated PMD Sx		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$20 \% I_b \leq I \leq I_{max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage $\pm 15 \%$	$20 \% I_b$	$10 \% I_n$	$0,1 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b Influence quantities for phase current are defined with balanced currents in the three-phase distribution system.

^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.7 RMS voltage (U) measurements

4.8.7.1 Technique

See Annex B.

Gapless measurement is not required.

4.8.7.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 26:

Table 26 – Rated range of operation for RMS voltage measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor ^a
PMD xS	20 % U_n to 120 % U_n ^a	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5
PMD xD	As specified by manufacturer	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5

^a The PMD using frequency detection circuits not operating in all the rated range can measure voltage with the last consistent measured value of frequency between 20 % of U_n and 50 % of U_n .

4.8.7.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 27:

Table 27 – Intrinsic uncertainty table for RMS voltage measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
Value of voltage for direct connected PMD xD	Value of voltage for sensor operated PMD xS		
$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.
^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the minimum measuring range of Table 26.

4.8.7.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 28:

Table 28 – Influence quantities for RMS voltage measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	value of voltage for direct connected PMD xD	value of voltage for sensor operated PMD xS		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the specified measuring range of Table 26.

^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a large dynamic supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.8 Power factor (PF_A , PF_V) measurements

4.8.8.1 Techniques

See Annex B for methods and Annex C for conventions related to the sign of Power factor.

4.8.8.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated ranges:

- voltage: 50 % U_n to U_{max} ; or
- current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max}
for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max}

4.8.8.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 29:

Table 29 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
From 0,5 inductive to 0,8 capacitive	$\pm 0,01 \times C$	No unit ^b
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		
^b No unit because power factor is a ratio.		

4.8.8.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations from intrinsic uncertainties shall be calculated according to Table 9 and Table 17 for power factor 1 and 0,5 inductive, within the rated ranges of operation, taking into account the worst case combination of uncertainties.

4.8.9 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements

4.8.9.1 Techniques

See IEC 61000-4-15.

4.8.9.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- voltage: 80 % U_n to U_{max}

4.8.9.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 30:

Table 30 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
From 0,4 to 2	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		

4.8.10 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements

NOTE Requirements for voltage dip and voltage swell are equivalent to Class S in IEC 61000-4-30.

4.8.10.1 Measurement method

Gapless measurement is required.

The basic measurement U_{rms} of a voltage dip and swell shall be either the $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ on each measurement channel (see 3.3.15), or the $U_{\text{rms}(1)}$ on each measurement channel (see 3.3.16). The manufacturer shall specify which measurement is used.

NOTE The $U_{\text{rms}(1)}$ or $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ value includes, by definition, harmonics, interharmonics, mains signalling voltage, etc.

4.8.10.2 Detection and evaluation of a voltage dip

4.8.10.2.1 Voltage dip detection

The dip threshold is a percentage of either U_{din} or the sliding voltage reference U_{sr} (see 4.8.10.4).

NOTE The sliding voltage reference U_{sr} is generally not used in LV systems. See IEC TR 61000-2-8 for further information and advice.

- On single-phase systems, a voltage dip begins when the U_{rms} voltage falls below the dip threshold, and ends when the U_{rms} voltage is equal to or above the dip threshold plus some hysteresis voltage.
- On polyphase systems, a dip begins when the U_{rms} voltage of one or more channels is below the dip threshold and ends when the U_{rms} voltage on all measured channels is equal to or above the dip threshold plus some hysteresis voltage.

The dip threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application.

4.8.10.2.2 Voltage dip evaluation

A voltage dip is characterized by a pair of data, either residual voltage (U_{res}) or depth, and duration:

- the residual voltage of a voltage dip is the lowest U_{rms} value measured on any channel during the dip;
- the depth is the difference between the reference voltage (either U_{din} or U_{sr}) and the residual voltage. It is generally expressed in percentage of the reference voltage.

NOTE 1 During the dip it can be useful to also record the lowest U_{rms} on each channel, in addition to the residual voltage of the dip. The duration spent below the dip threshold on each channel can also be useful.

NOTE 2 If voltage waveforms are recorded before, during, and after a dip, useful information about phase angle changes can be available in the recorded data.

The start time of a dip shall be time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event and the end time of the dip shall be the time stamped with the

time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold plus the hysteresis.

The duration of a voltage dip is the time difference between the start time and the end time of the voltage dip.

NOTE 3 For polyphase measurements, the dip duration can start on one channel and terminate on a different channel.

NOTE 4 Voltage dip envelopes are not necessarily rectangular. As a consequence, for a given voltage dip, the measured duration is dependent on the selected dip threshold value. The shape of the envelope can be assessed using several dip thresholds set within the range of voltage dip and voltage interruption thresholds.

NOTE 5 Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

NOTE 6 Dip thresholds are typically in the range of 85 % to 90 % of the fixed voltage reference for troubleshooting or statistical applications.

NOTE 7 Residual voltage is often useful to end-users, and can be preferred because it is referenced to zero volts. In contrast, depth is often useful to electric suppliers, especially on HV systems or in cases when a sliding reference voltage is used.

NOTE 8 Phase shift can occur during voltage dips.

NOTE 9 When a threshold is crossed, a time stamp can be recorded.

4.8.10.3 Detection and evaluation of a voltage swell

4.8.10.3.1 Voltage swell detection

The swell threshold is a percentage of either U_{din} or the sliding reference voltage U_{sr} (see 4.8.10.4). The user shall declare the reference voltage in use.

NOTE Sliding reference voltage U_{sr} is generally not used in LV systems. See IEC TR 61000-2-8 for further information and advice.

- On single-phase systems, a swell begins when the U_{rms} voltage rises above the swell threshold, and ends when the U_{rms} voltage is equal to or below the swell threshold minus the hysteresis voltage.
- On polyphase systems, a swell begins when the U_{rms} voltage of one or more channels is above the swell threshold and ends when the U_{rms} voltage on all measured channels is equal to or below the swell threshold minus the hysteresis voltage.

The swell threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application.

4.8.10.3.2 Voltage swell evaluation

A voltage swell is characterized by a pair of data: maximum swell voltage magnitude and duration:

- the maximum swell magnitude voltage is the largest U_{rms} value measured on any channel during the swell;
- the start time of a swell shall be time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event, and the end time of the swell shall be the time stamped with the time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold minus the hysteresis;
- the duration of a voltage swell is the time difference between the beginning and the end of the swell.

NOTE 1 For polyphase measurements, the swell duration measurement can start on one channel and terminate on a different channel.

NOTE 2 It is possible that the voltage swell envelope is not rectangular. As a consequence, for a given swell, the measured duration is dependent on the swell threshold value.

NOTE 3 Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

NOTE 4 Typically, the swell threshold is greater than 110 % of U_{din} .

NOTE 5 Phase shift can also occur during voltage swells.

NOTE 6 When a threshold is crossed, a time stamp can be recorded.

4.8.10.4 Calculation of a sliding reference voltage

The sliding reference voltage implementation is optional. If a sliding reference is chosen for voltage dip or swell detection, this shall be calculated using a first-order filter with a 1-min time constant.

When the measurement is started, the initial value of the sliding reference voltage is set to the declared input voltage.

The sliding reference voltage is not updated during a voltage dip or swell or interruption.

4.8.10.5 Measurement uncertainty and measuring range

4.8.10.5.1 Residual voltage and swell voltage magnitude measurement uncertainty

The measurement uncertainty shall not exceed $\pm 1,0$ % of U_{din} .

NOTE If $U_{\text{rms}(1)}$ is used, this uncertainty is only valid for rectangular dips or swell lasting at least 4 cycles.

4.8.10.5.2 Duration measurement uncertainty

If $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ is used, then the uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (half a cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (half a cycle). If $U_{\text{rms}(1)}$ is used, then the uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (one cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (one cycle).

4.8.10.6 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 31:

Table 31 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement

PMD types	Minimum threshold range settable for voltage dip	Minimum threshold range settable for voltage swell
PMD xS	from 5 % U_n to 100 % U_n	from 100 % U_n to 120 % U_n
PMD xD	as specified by manufacturer	as specified by manufacturer

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.8.10.7 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 32:

Table 32 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
Dips, residual voltage and swells overvoltage	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Dips duration and swells duration	One period at the network frequency	ms ^c
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b The uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (half a cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (half a cycle). ^c This is a fixed uncertainty.		

4.8.10.8 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 33:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Table 33 – Influence quantities for dips and swells measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	value of voltage for direct connected PMD xD	value of voltage for sensor operated PMD xS		
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	% U_n
Frequency	rated frequency ± 10 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,5 \times C$	% U_n

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the minimum measuring range of Table 31.

^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements

NOTE Requirements for voltage interruption are equivalent to Class S in IEC 61000-4-30.

4.8.11.1 Measurement method

Gapless measurement is required.

The basic measurement of the voltage shall be as defined in 4.8.10.1.

4.8.11.2 Evaluation of a voltage interruption

The voltage interruption threshold is a percentage of U_{din} .

On single-phase systems, a voltage interruption begins when the U_{rms} voltage falls below the voltage interruption threshold and ends when the U_{rms} value is equal to, or greater than, the voltage interruption threshold plus the hysteresis.

On polyphase systems, a voltage interruption begins when the U_{rms} voltages of all channels fall below the voltage interruption threshold, and ends when the U_{rms} voltage on any one channel is equal to, or greater than, the voltage interruption threshold plus the hysteresis.

The voltage interruption threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application. The voltage interruption threshold shall not be set below the uncertainty of the residual voltage measurement plus the value of the hysteresis. Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

The start time of a voltage interruption shall be the time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event and the end time of the voltage interruption shall be the time stamped with the time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold plus the hysteresis.

The duration of a voltage interruption is the time difference between the beginning and the end of the voltage interruption.

NOTE 1 The voltage interruption threshold can, for example, be set to 5 % or to 10 % of U_{din} .

NOTE 2 IEC 60050-161:1990, 161-08-20, considers an interruption to have occurred when the voltage magnitude is less than 1 % of the nominal voltage. However, it is difficult to correctly measure voltages below 1 % of the nominal voltage. Therefore, the user could consider setting an appropriate voltage interruption threshold.

NOTE 3 The interruption of one or more phases on a polyphase system can be seen as an interruption of the supply to single-phase customers connected to that system, even though this would not be classified as an interruption in a polyphase measurement.

4.8.11.3 Measurement uncertainty and measuring range

For duration measurement uncertainty, see 4.8.10.5.2.

4.8.11.4 Rated range of operation

The manufacturer shall choose at least one value for the threshold of voltage interruption detection included in the range of 1 % to 5 % of U_{n} .

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.8.11.5 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 34.

Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
Interruptions from 0 % to 5 % of U_n	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Interruption duration	Less than two periods at the network frequency	ms ^b
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		
^b This is a fixed uncertainty.		

4.8.12 Transient overvoltage (U_{tr}) measurements**4.8.12.1 Techniques**

See Annex A of IEC 61000-4-30:2015.

Gapless measurement is required.

Reference waveform: 1,2/50 μ s as defined in IEC 61000-4-5.

4.8.12.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 35.

4.8.12.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 35:

Table 35 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement

Specified measuring range for PMD of function performance class C	Intrinsic uncertainty limits for PMD	Resolution for duration measurement ^b
0 to U_{tr} ^a	$\pm 3,0 \% \times U_{tr}$	5 μ s
^a The recommended values for the specified measuring range are 6 kV – 4 kV – 2,5 kV – 1,5 kV – 0,8 kV.		
^b Duration measurement is optional. If it is provided, it shall be made at 50 % of the peak value of the transient.		

4.8.13 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements**4.8.13.1 Techniques**

Gapless measurement is not required.

According to the manufacturer specification, one of the following functions shall be implemented:

- amplitude voltage unbalance (U_{nba} , V_{nba}): see Annex B
- amplitude and phase voltage unbalance (U_{nb} , V_{nb}): see IEC 61000-4-30

4.8.13.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- between 80 % and 120 % of U_n

4.8.13.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 36:

Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement

Indicated range of U_{nb} or U_{nba}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Resolution	Unit
0 % to 10 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	point
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b The diagram below shows an example of uncertainty limits for class 0,5: Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5			

4.8.14 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_u and $THD-R_u$) measurements

4.8.14.1 Techniques

The manufacturer shall specify the standard with which the product complies or, alternatively, shall specify the number of ranks, and if applicable filtering methods and aggregation method.

Gapless measurement is not required.

NOTE THD_u and $THD-R_u$ is a generic notation. This is also applied to THD_v and $THD-R_v$.

4.8.14.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 37:

Table 37 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times the rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.8.14.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 38 and Table 39 applies for a single tone stationary harmonic signal over the whole working conditions.

Table 38 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Unit
$U_h > 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% U_h
$U_h \leq 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 0,15 \times C$	% U_n
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		

Table 39 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_u or $THD-R_u$ measurement

Specified measuring range for voltage THD	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Unit
$3 \times C \% < THD \leq 20 \%$	± 5	%
$THD \leq 3 \times C \%$	$\pm 0,15 \times C$	point ^b
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b $0,15 \times C$ is a constant uncertainty. For example with 1 % of THD , if $C = 1$, the measured value may be between 0,85 % and 1,15 %.		

4.8.15 Current unbalance (I_{nb} , I_{nba}) measurements**4.8.15.1 Techniques**

Gapless measurement is not required.

According to the manufacturer specification, one of the following functions shall be implemented:

- amplitude current unbalance (I_{nba}): see Annex B
- amplitude and phase current unbalance (I_{nb}): see IEC 61000-4-30, only replacing voltage by current.

4.8.15.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- between 10 % and 120 % of I_n
- between 20 % of I_b and I_{max}

4.8.15.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 40:

Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current unbalance measurement

Indicated range of I_{nb} or I_{nba}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Resolution	Unit
0 % to 50 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	Points
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b The diagram below shows an example of uncertainty limits for class 0,5:			

Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5

4.8.16 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements

4.8.16.1 Techniques

The manufacturer shall specify the standard with which the product complies or, alternatively, shall specify the number of ranks, and if applicable filtering methods and aggregation method.

Gapless measurement is not required.

4.8.16.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 41:

Table 41 – Rated range of operation for current harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times the rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.8.16.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 42 and Table 43 applies for a single tone stationary harmonic signal over the whole working condition.

Table 42 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement

PMD types	Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
PMD-Sx	$I_h > 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_n
PMD-Dx	$I_h > 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_b

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

Table 43 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement

PMD types	Specified measuring range ^{c d}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
PMD Sx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_n/I_1)$	Point ^b
PMD Dx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_b/I_1)$	Point ^b

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b $0,5 \times C$ is an absolute uncertainty. For example with 10 % of THD , if $C = 10$, and $I_1 = I_n$ the measured value may be between 5 % and 15 %.

^c THD is the measured value of current THD expressed in %.

^d I_1 is the fundamental (50 Hz or 60 Hz).

4.8.17 Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements**4.8.17.1 Rated range of operation**

The manufacturer shall specify the rated range of operation.

4.8.17.2 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty on these values (minimum, maximum, ...) shall be the same as that from the corresponding measurements used to calculate these values.

For instance, a PMD claiming a class C performance on power measurement shall have to comply with the same performance class C for the power demand measurement if any.

Calculation methods are specified in Annex D.

4.9 General mechanical requirements**4.9.1 Vibration requirements**

In addition to the mechanical resistance test specified in IEC 61010-1, the PMD shall pass the following vibration test:

- amplitude: 0,35 mm for fixed equipment, 1 mm for portable equipment;
- frequency: 25 Hz;
- duration: 20 min in each 3 directions;
- PMD under test shall be powered on.

The PMD functions shall remain in their specifications during the test.

4.9.2 IP requirements

The manufacturer shall document equipment IP according to IEC 60529. The minimum requirements are given in Table 44, which specifies minimum IP requirements for the different kind of housings of PMD:

Table 44 – Minimum IP requirements for PMD

Type of PMD	Front panel	Housing, except front panel
Fixed installed PMD → panel mounted devices.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → modular devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → housing devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 2X	IP 2X
Portable PMD	IP 40	IP 40

4.10 Safety requirements

4.10.1 Protection against electrical hazards

4.10.1.1 General

PMD shall comply with the applicable safety requirements of IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 and with additional requirements specified hereafter.

4.10.1.2 Clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances shall be selected at least in accordance with:

- pollution degree 2;
- measurement category III for measuring input circuits;
- overvoltage category III for mains circuits.

For portable equipment, overvoltage category II is acceptable only for mains circuits powered from socket outlets.

For plug-in PMD for socket outlets, overvoltage category II and measurement category II are acceptable.

NOTE Measurement category is defined in IEC 61010-2-030.

4.10.1.3 Connection of a fixed installed PMD with a current transformer

When a hazardous situation can be the result of an unintended disconnection of a current transformer from its PMD, connections of the current inputs shall be designed in such a way to prevent open circuit condition. This condition may be achieved either by removable auto short-circuiting connectors, screwable connectors, fixed connections, external protective devices, or protective devices integrated in the current transformer.

4.10.1.4 Connection of a PMD with a sensor in high voltage networks

The connection of a PMD xS or a PMD xD with external high voltage sensors (e.g. for systems with rated voltages higher than 1 000 V AC and 1 500 V DC) is allowed, provided that design features of such sensors prevent any hazards.

NOTE IEC 61010-1 gives guidance for system safety aspects including the sensors used with the PMD.

4.10.1.5 Accessible parts

Requirements for accessible parts as defined in IEC 61010-1 apply.

Circuits intended to be connected to an external accessible circuit shall be considered as accessible conductive parts, for example communication circuits.

A communication port that may be connected to a data system shall also be considered as an accessible conductive part.

These accessible conductive parts require protection against single fault condition.

NOTE Basic insulation is not a sufficient protection against single fault condition. An example of relevant insulation is double insulation or reinforced insulation, etc., see IEC 61010-1.

4.10.1.6 Hazardous live parts

In a distribution system, a neutral conductor shall be considered as a hazardous live part.

4.10.2 Protection against mechanical hazards

The requirements of IEC 61010-1 apply.

4.10.3 Protection against other hazards

PMDs shall be assessed against potential hazards specified in IEC 61010-1. If any hazard is deemed to be relevant, then it shall be covered by the corresponding IEC 61010-1 requirements.

Special attention will be paid to devices embedding batteries.

4.11 EMC requirements

4.11.1 Immunity

For immunity, Table 2 of IEC 61326-1:2012 shall apply. For testing, see 6.2.16.

4.11.2 Emission

For emissions either class A or class B limits as defined in IEC 61326-1 shall apply.

4.12 Inputs and/or outputs

4.12.1 General

The manufacturer shall specify the characteristics and the performance of the inputs and outputs of the PMD.

NOTE Digital and analog inputs/outputs are defined in IEC 61131-2.

4.12.2 Analog outputs

4.12.2.1 General requirements

The global uncertainty of each analog output representing a measured parameter shall be in the uncertainty limits specified for the measurement of that parameter in Clause 4 unless otherwise specified.

For testing of analog outputs, see 6.2.14. For a PMD fitted with analog outputs the requirements specified in 4.12.2.5 apply.

The current analog output signal is 4 mA to 20 mA, but 0 mA to 20 mA is also possible.

The preferred voltage output signal is 0 V to 10 V. Voltages 0 V to ± 1 V and 0 V to -10 V are also possible.

4.12.2.2 Compliance voltage

Current output signals shall have a compliance voltage of at least 10 V. The actual compliance voltage shall be specified in the accompanying documentation (see 5.3).

When tested in accordance with the compliance voltage tests of 6.2.14.2 the uncertainty of the analog output shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale for a PMD with an analog output of performance class C.

4.12.2.3 Analog output ripple content

When tested in accordance with 6.2.14.3 the maximum ripple content in the output signal for an output of performance class *C* shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale of the maximum specified output signal.

4.12.2.4 Analog output response time

The response time of the analog output, in accordance with 6.2.14.4, for both increasing and decreasing inputs if different, shall be specified in the accompanying documentation (see 5.3).

4.12.2.5 Limiting value of the analog output signal

The output signal shall be limited to a maximum of twice the rated maximum output signal. For bipolar outputs, this shall apply in both directions.

When tested in accordance with 6.2.14.5 and when the measurement is not between the lower and upper values represented by the maximum and minimum output signals, the PMD shall not, under any conditions of operation except loss of auxiliary power, produce an output having a value between its maximum and minimum output signals.

4.12.3 Pulse outputs

For these outputs, 4.1 of IEC 62053-31:1998 (functional requirements) shall apply.

However for some specific applications, deviations are possible and the level of these outputs has to be declared and compliance to IEC 62053-31 cannot be declared.

4.12.4 Control outputs

When such output is available, the level shall be declared in the documentation.

4.12.5 Analog inputs

The current analog input should be 4 mA to 20 mA, but 0 mA to 20 mA is also possible.

For testing of analog inputs, the product should be able to measure signals transmitted by analog output as specified in 4.12.2.

4.12.6 Pulse and control inputs

For these inputs, PMD shall accept signals as defined in IEC 62053-31.

However for some specific applications, deviations are possible and the level of these outputs has to be declared and compliance to IEC 62053-31 cannot be declared.

5 Marking and operating instructions

5.1 General

Marking and operating instructions shall comply with IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030, unless otherwise specified in Clause 5.

5.2 Marking

Marking requirements as defined in IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 shall apply. In addition the equipment shall be marked with:

- a) wiring diagrams or symbol 14 according to IEC 61010-1;
- b) serial number.

It is recommended to provide also the year of manufacturing.

5.3 Operating, installation and maintenance instructions

5.3.1 General

Operating instructions, including maintenance aspects, defined in IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 shall apply. In addition, the following requirements apply:

5.3.2 General characteristics

The following characteristics shall be documented:

- a) calibration period, if a periodic calibration is necessary;
- b) the rated voltage in one of the following forms:
 - 1) the number of active conductors of the connecting system, if more than one, and the applicable voltage at the PMD terminals of the voltage circuit(s);
 - 2) the nominal voltage of the system or the secondary voltage of the instrument transformer to which the PMD is intended to be connected;
- c) for direct connected PMD, the basic current (I_b) and the maximum current (I_{max}). For example: 10 A to 40 A or 10(40) A for a PMD having a basic current of 10 A and a maximum current of 40 A;
- d) for current transformer-operated PMD, the rated secondary current (I_n) of the transformer(s) and the maximum secondary current (I_{max}) of the transformer which the PMD should be connected to. For example: 5(6) A;
- e) for sensor-operated PMD, the main characteristics of the corresponding PMD input. For example: 1 V / 1 000 A;
- f) the rated frequency or frequency range in Hz;
- g) for energy measurement, the meter constant if any;
- h) start-up time, if it is longer than 15 s;
- i) for PMD with pulse inputs and/or outputs, the class A or class B classification;
- j) for PMD with control outputs, the maximum level of the outputs. For example: 1 A / 230 V AC;
- k) overcurrent protection specification.

5.3.3 Essential characteristics

5.3.3.1 Characteristics of PMD

The characteristics of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 45 with the following items:

- a) power quality assessment function (if any);
- b) classification of PMD according to 4.3 and to 4.4;
- c) temperature according to 4.6.2.2 and 4.6.2.3;
- d) humidity and altitude conditions according to 4.6.2.4;
- e) active power or active energy function (if existing) performance class according to 4.8.2.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 45 – PMD specification form

Type of characteristic	Examples of possible characteristic value	Other complementary characteristics
Classification of PMD according to 4.3	PMD-I or PMD-II or PMD-III or PMD-x	
Classification of PMD according to 4.4	SD or DS or DD or SS	
Temperature	K40 or K55 or K70 or Kx	
Humidity + altitude	Blank or extended values	
Active power or active energy function (if function available) performance class	0,1 or 0,2 or 0,5 or 1 or 2	

It is strongly recommended that all items be listed, and only existing ones be specified.

5.3.3.2 Characteristics of functions

The characteristics of functions of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 46 with the following items:

- function symbols as defined in Table 46;
- function performance class according to this document;
- measuring range for the specified performance class;
- other complementary characteristics.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 46 – Characteristics specification template

Function symbols	Function performance class according to IEC 61557-12	Measuring range	Other complementary characteristics
P			
Q_A or/and Q_V			
S_A or/and S_V			
E_a			
E_{rA} or/and E_{rV}			
E_{apA} or/and E_{apV}			
f			
I			
I_N or/and I_{Nc}			
U or/and V			
PF_A or/and PF_V			
U_{dip} or/and V_{dip}			
U_{swl} or/and V_{swl}			
U_{tr} or/and V_{tr}			
U_{int} or/and V_{int}			
U_{nba} or/and V_{nba}			
U_{nb} or/and V_{nb}			
U_h or/and V_h			
THD_U or/and THD_V			
$THD-R_U$ or/and $THD-R_V$			
I_h			
THD_i			
$THD-R_i$			
P_{st}			
P_{lt}			

It is strongly recommended that all functions be listed, and only existing ones be specified.

6 Tests

6.1 General

All tests shall be carried out under reference conditions unless otherwise specified. The reference conditions are stated in 4.6.1.

6.2 Type tests of PMD

6.2.1 General

Type tests shall be executed to check the compliance with the requirements of Clauses 4 and 5.

6.2.2 Tests of intrinsic uncertainty

6.2.2.1 General requirements

As a general principle, each line of the intrinsic uncertainty tables in Clause 4 shall be associated to a test.

6.2.2.2 Minimum test points

The intrinsic uncertainty shall be verified at least at the limits of the measuring range specified in the intrinsic uncertainty tables in Clause 4.

6.2.2.3 Acceptance criterion

For each test, the absolute value of the measurement uncertainty shall be less than the specified intrinsic uncertainty limit.

NOTE See G.3.2 and G.4.1 for more information.

6.2.3 Tests of variation of uncertainty with influence quantities

6.2.3.1 General requirements

As a general principle, each line of the uncertainty with influence quantities tables in Clause 4 shall be associated to a test.

Tests of the influence quantities on several functions can be combined if applicable (e.g. the test of influence of temperature done on active power measurement can be done at the same time as those of voltage and current).

6.2.3.2 Minimum test points

The variation of uncertainty with influence quantities shall be verified at least at the limits of the specified influence range and measuring range.

6.2.3.3 Acceptance criterion

For each test, the absolute value of the variation of the measurement uncertainty shall be less than the limits of variation specified in the influence quantities tables in Clause 4.

NOTE See G.3.2 and G.4.1 for more information.

6.2.4 Test of temperature influence

The temperature coefficient shall be determined for the whole operating range. The operating temperature range shall be divided into 20 K wide ranges. The temperature coefficient shall then be determined for each of these ranges, by taking measurements 10 K above and 10 K below the middle of the range. During the test, the temperature shall be in no case outside the specified operating temperature range.

The indicated temperature coefficient shall be the greatest one.

6.2.5 Active power

6.2.5.1 Influence of harmonics in current and voltage circuits

Test conditions shall be:

- fundamental frequency current: $I_1 = 50\%$ of $I_{\max}$;
- fundamental frequency voltage: $U_1 = U_n$;
- fundamental frequency power factor: 1;
- content of 5th harmonic voltage: $U_5 = 10\%$ of U_n ;
- content of 5th harmonic current: $I_5 = 40\%$ of I_1 ;
- harmonic power factor: 1;
- fundamental and harmonic voltages in phase, at positive zero crossing;
- total active power: $1,04 \times P_1 = 1,04 \times U_1 \times I_1$.

6.2.5.2 Influence of odd harmonics in the current circuit

The peak value of the test waveform shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$.

The current test waveform shall be generated according to Figure 4 and Figure 5.

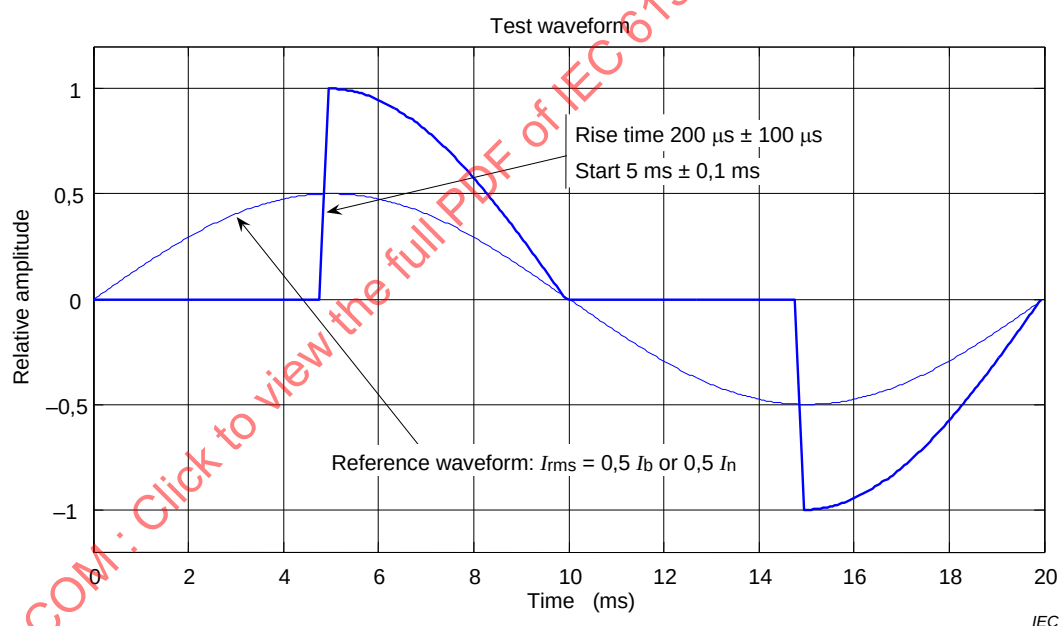


Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement

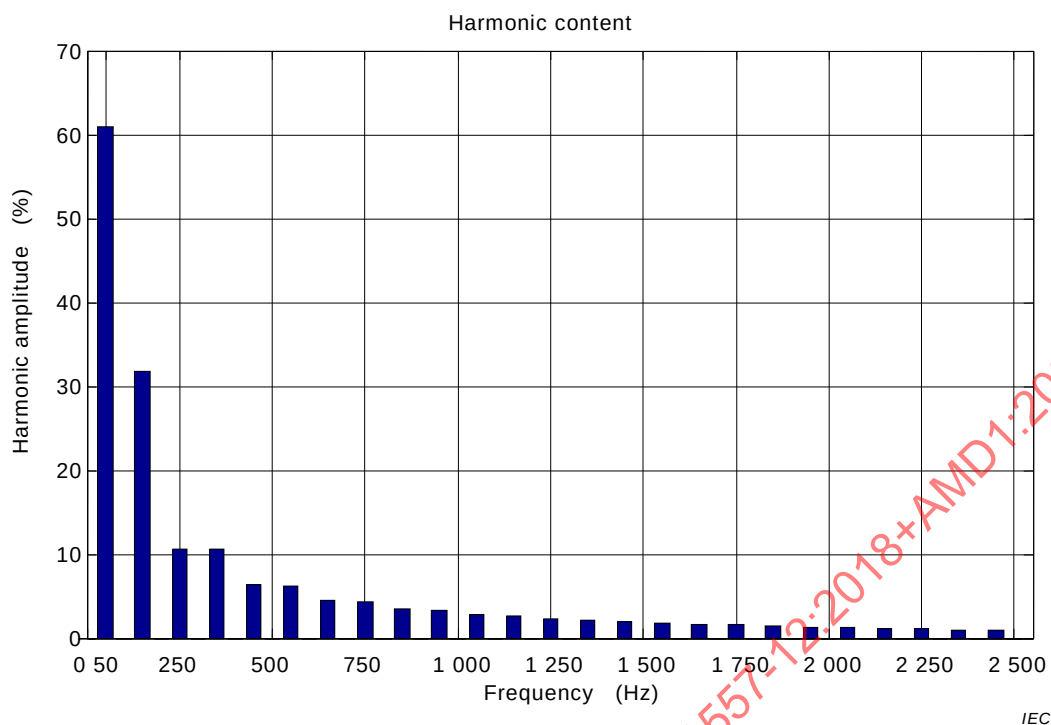


Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement

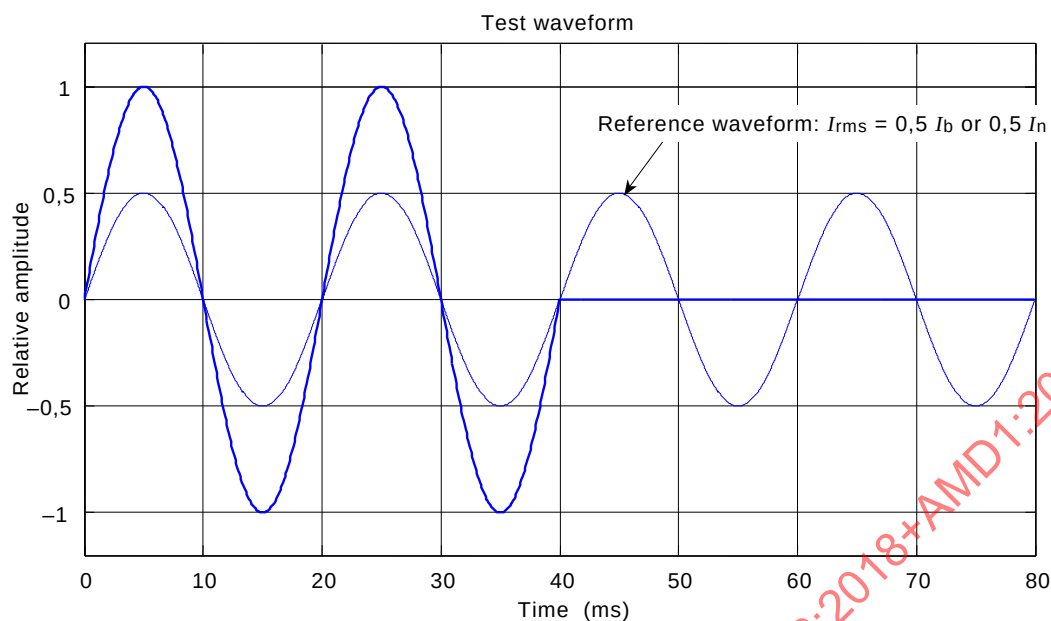
The reference waveform and the distorted waveform result in approximately the same active power or active energy, but some variation is expected due to the variation in rise time and start time shown in Figure 4. It is recommended to use a reference meter to verify test results.

The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they shall be adapted accordingly.

6.2.5.3 Influence of sub-harmonics

The peak value shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$. The cycle of the signal is made of two full waves followed by two non-signal periods.

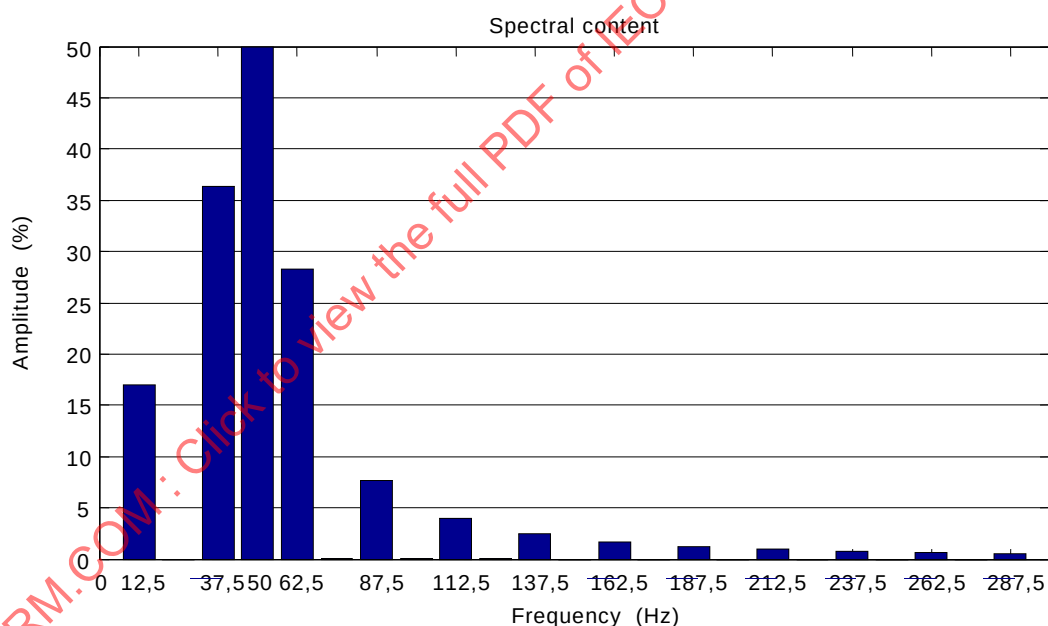
The test waveform shall be generated according to Figure 6 and Figure 7.



NOTE The reference results in the same active power or active energy.

IEC

Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement



IEC

Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement

The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they shall be adapted accordingly.

6.2.6 Apparent power

The test on the apparent power is not mandatory if at least two of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- power factor.

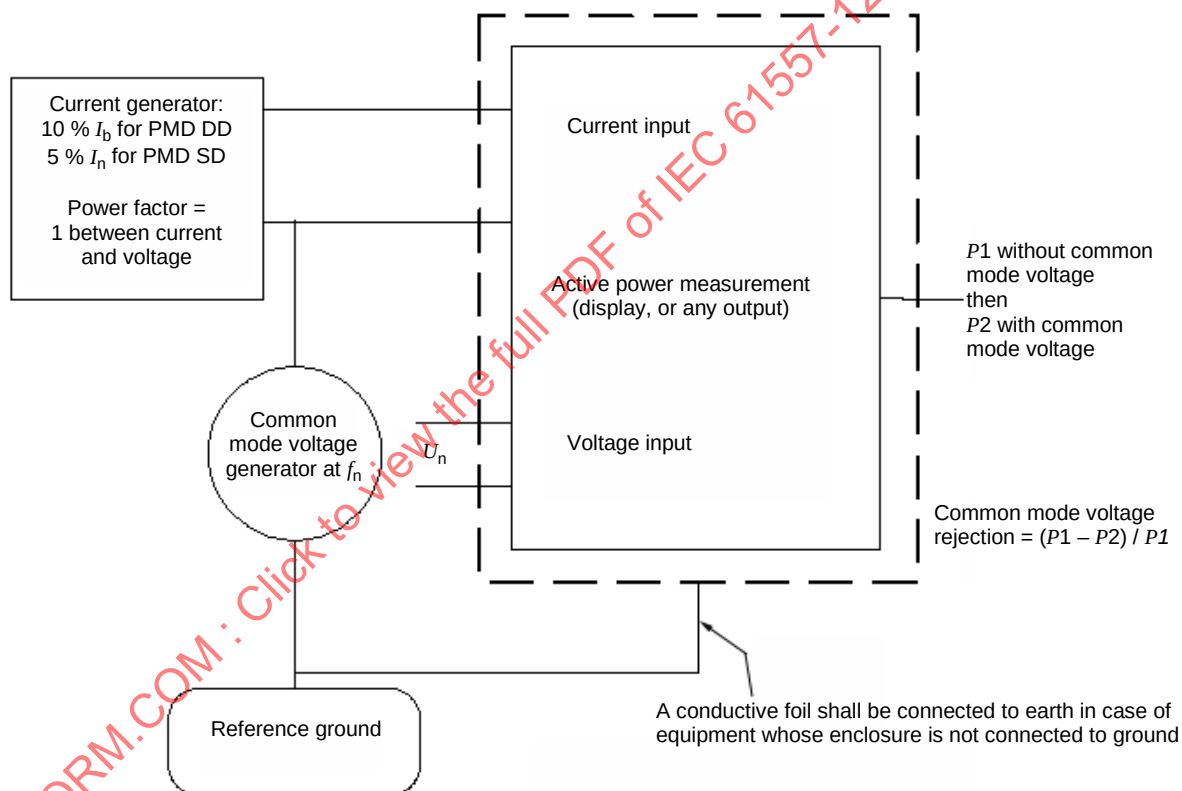
6.2.7 Power factor

The test on the power factor is not mandatory if at least two of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- apparent power.

6.2.8 Common mode voltage rejection test

For each isolated current input, the following test (as described in Figure 8) shall be made. It consists in calculating the difference between two measurements, $P1$ without common mode voltage and $P2$ with a common mode voltage applied between the current inputs and the reference ground.

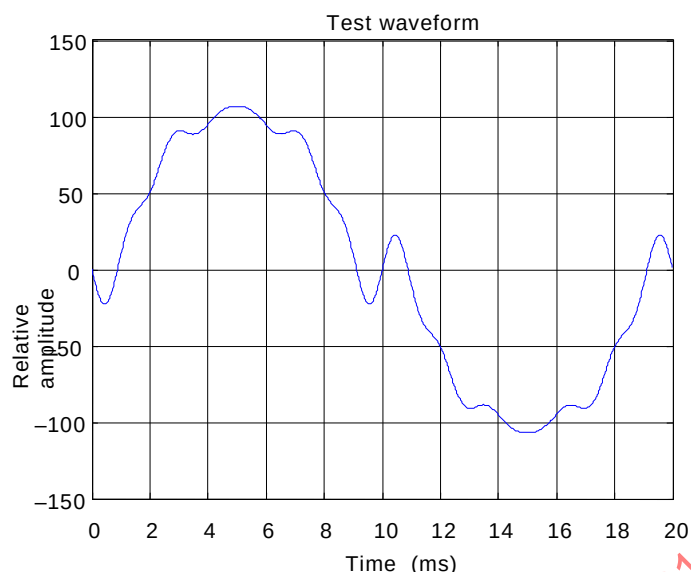


IEC

Figure 8 – Common mode voltage influence testing

6.2.9 Frequency

With the set-up of Table 19, the waveform in Figure 9 is generated:



The relative amplitude is expressed in percent of fundamental peak value.

The curve is given at 50 Hz. For other frequencies, it shall be adapted accordingly.

The curve has the following expression:

$$x(t) = 100 \sin(\omega t) - \sum_{k=1}^7 a_{2k+1} \sin((2k+1)\omega t)$$

with $a_3 = 10$, $a_5 = 12$, $a_7 = 10$, $a_9 = 3$, $a_{11} = 7$, $a_{13} = 6$, $a_{15} = 1$

Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement

6.2.10 Measurement of voltage harmonics and THD_u

6.2.10.1 General

The following tests shall be performed at rated voltage U_n at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.2.10.2 Test with a sinusoidal waveform

The test shall be performed with a pure sinusoidal voltage waveform, with frequencies taken from 6.2.10. The PMD shall not measure any voltage harmonics component and THD_u with amplitude above $0,0015 \times C \times U_n$ (C is the function performance class).

6.2.10.3 Test with a distorted waveform

The test shall be performed with at least one distorted waveform with fundamental frequencies taken from 6.2.10. All the specified harmonics and THD shall be tested with respect to the uncertainty limits defined in Table 38 and Table 39 respectively.

6.2.11 Measurement of current harmonics and THD_i

6.2.11.1 General

The following tests shall be performed at rated current I_n or I_b and at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.2.11.2 Test with a sinusoidal waveform

The test shall be performed with a pure sinusoidal current waveform, with frequencies taken from 6.2.11. The PMD shall not measure any current harmonics component and THD_i with amplitude above $0,005 \times C \times I_n$ (or I_b). (C is the function performance class).

6.2.11.3 Test with a distorted waveform

The test shall be performed with at least one distorted waveform with fundamental frequencies taken from 6.2.11. All the specified harmonics and THD shall be tested with respect to the uncertainty limits defined in Table 42 and Table 43 respectively.

6.2.12 Dips and swells

The tests shall at least be done with rectangular dip or swell modulation and with a dip or swell duration of one full cycle.

The test of the influence quantities can be omitted if this test has been done during the voltage RMS measurements.

6.2.13 Voltage interruptions

The tests shall at least be done for a voltage interruption of one full cycle.

6.2.14 Outputs tests

6.2.14.1 General

PMD shall be tested under reference conditions.

6.2.14.2 Test of compliance voltage and effect of variation of load.

This test shall only be carried out on a PMD with analog outputs that are a current signal.

Testing shall be carried out at the minimum and maximum (low and high) values of the analog output. At each point the output load resistance shall be set at 10 % and 90 % of its specified maximum value:

- the supply voltage for the analog output, if supplied from a source external to the PMD, shall be set to its minimum and maximum specified values;
- the supply of the PMD shall be set to its specified minimum and maximum values or in accordance with the rated voltage ± 15 %.

The worst case maximum and minimum readings at the low and high outputs shall be noted. The percentage uncertainty E shall be determined using the following formula:

$$E = \frac{N - W}{U} \times 100$$

where N is the rated signal, W is the worst case signal and U is the output span.

6.2.14.3 Test of ripple content

The ripple content of the analog output shall be tested at rated minimum and maximum values of the output. The ripple content shall be measured as a peak-to-peak value.

6.2.14.4 Tests of analog output response time

The response time for an increasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 0 % to 100 % of the output range as the time for the output to reach 90 % of the output range.

The response time for a decreasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 100 % to 0 % of the output range as the time for the output to reach 10 % of the output range.

6.2.14.5 Test of limit value of analog output

The limit value of the analog output shall be tested by varying the input parameter between minimum and maximum values. Any programmable features of the output, such as input offset or full-scale value, shall be set so as to provide the maximum overloads.

6.2.15 Climatic tests

6.2.15.1 General

After an appropriate recovering time after each climatic test, the PMD shall show no damage or change of the information and shall operate within its specifications.

6.2.15.2 Dry heat test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-2, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: +70 °C ± 2 °C for K40 PMD and K55 PMD;
+85 °C ± 2 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.2.15.3 Cold test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-1, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: –25 °C ± 3 °C for K40 PMD and K55 PMD;
–40 °C ± 3 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.2.15.4 Damp heat cyclic test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-30, under the following conditions:

- voltage and auxiliary circuits energised with rated voltage;
- without any current in the current circuits;
- variant 1;
- upper temperature: +40 °C ± 2 °C for K40 PMD;
+55 °C ± 2 °C for K55 PMD;
+70 °C ± 2 °C for K70 PMD;
- no special precautions shall be taken regarding the removal of surface moisture;
- duration of the test: 6 cycles.

The damp heat test also serves as a corrosion test. The result is judged visually. No trace of corrosion likely to affect the functional properties of the PMD shall be apparent.

6.2.16 EMC tests

For EM RF fields and conducted RF the following requirements apply:

- the auxiliary circuits of the PMD shall be energised with the rated voltage,
- the PMD shall be tested in its operating conditions,

with basic current I_b , respectively rated current I_n , rated voltage, power factor equal to 1 (or equal to 0 for reactive power) whichever is applicable.

Variations due to the EM influence quantities as defined in Table 9, Table 13 and Table 17 (limits of variation due to influence quantities) apply.

6.2.17 Start-up tests

The starting time of PMD without communication or local user interface shall be tested with the following procedure:

- configure PMD scales to maximum possible values without causing calculation overflows;
- set up the kWh/pulse value to the minimum possible value;
- set up the optical pick up probe or other pulse pick-up device; a solid state relay or a mechanical relay may be used as the energy pulse output device;
- power down the PMD;
- apply U_{max} and I_{max} , $PF = 1,0$ on all voltage and current measurement inputs;
- power up the PMD and measure the time from the application of power until the first energy pulse registered by the probe.

6.2.18 Gapless measurement test

The gapless nature of the measurement process shall be tested using:

- a) voltage waveform as in reference conditions
- b) current varying between two levels:
 - 1) I_b or I_n over periods of 1 s
 - 2) 50 % I_b or 50 % I_n over periods of 0,2 s

The measurement uncertainty of the following quantities shall be checked against the intrinsic uncertainty limits after a test period of at least 1 min: active energy, reactive energy, apparent energy according to Table 8, Table 12, Table 16.

It is recommended to use a reference meter to perform the test.

6.2.19 Safety tests

Tests shall be conducted according to IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 test requirements.

6.3 Routine tests

6.3.1 Protective bonding test

The PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010.

6.3.2 Dielectric strength test

The PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010.

6.3.3 Uncertainty test

The intrinsic uncertainty of each main function (e.g. voltage, current or power measurement) which is accessible to the user shall be verified throughout the measuring range.

For each test, it is recommended to verify the intrinsic uncertainty at a minimum of three test points spanning the measurement range.

The operating uncertainty can be evaluated according to Annex G on a statistical basis.

It is recommended to record the test results of the routine test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex A (informative)

Metering, measuring and monitoring applications

A.1 Applications on demand side and supply side

Measurement applications can be roughly summarized according to Figure A.1.

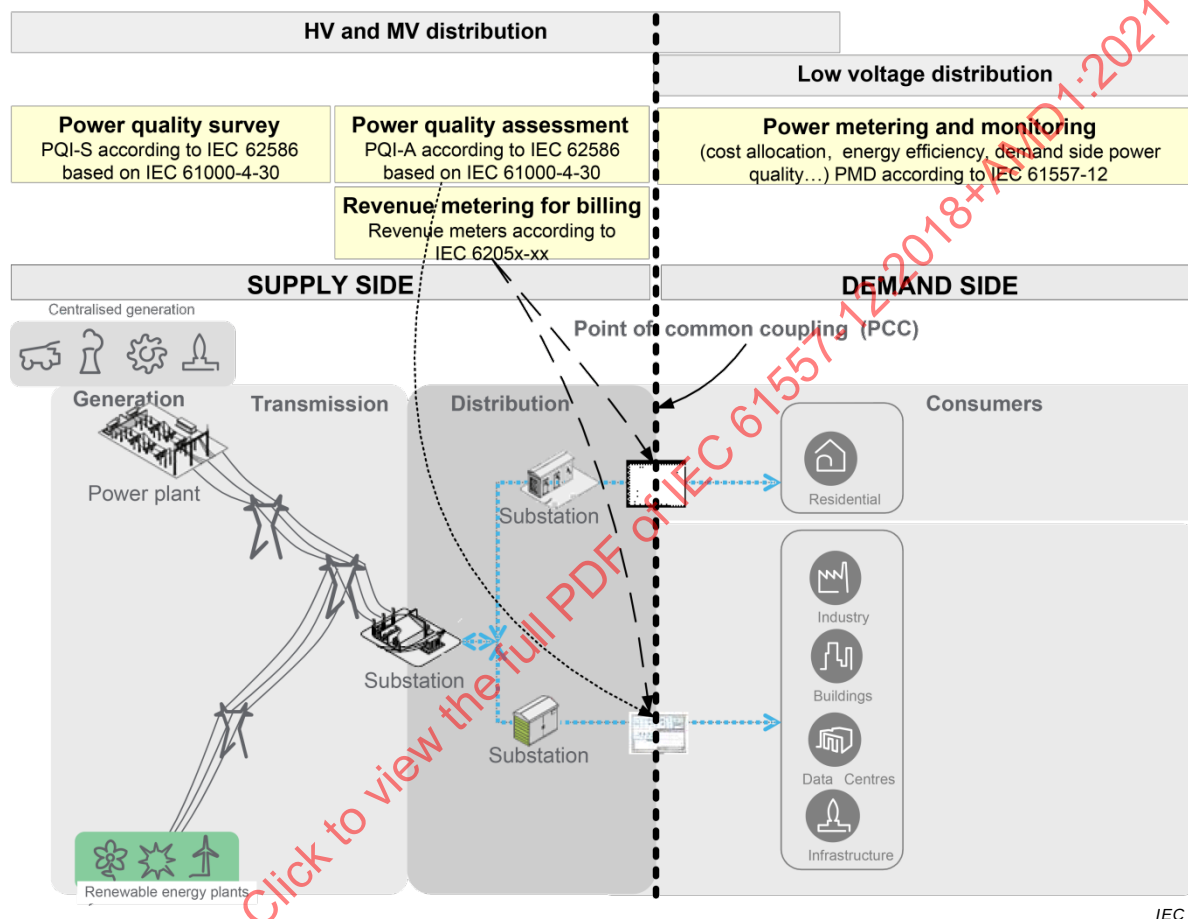


Figure A.1 – Simplified overview of measurement applications on supply side and demand side

A.2 Link between applications, devices and standards

Table A.1 shows the relevant device and associated standards related to the main measurement applications.

Table A.1 – Main measurement applications

Measurement Application	Relevant IEC product standards	Device name according to standards	Usual device name	Complementary explanations
Billing	IEC 62052-11 and IEC 62053-2x ^a	Electricity metering equipment	Revenue meter Electricity meter for billing Utility meter Billing meter	Energy metering for billing applications (e.g. utility billing a landlord or a mall owner). Transmission grid-level metering. Shadow-billing
Energy usage analysis	IEC 61557-12 ^b	Power metering and monitoring device (PMD-I)	Power meter Energy meter	Energy cost and usage analysis (for cost allocation within a company or for energy efficiency purposes)
Basic power monitoring	IEC 61557-12	Power metering and monitoring device (PMD-II)	Power meter Power monitor Power monitor device Power energy monitoring device Power analyser Multifunction meter Measuring multifunction equipment	Basic demand side quality analysis + energy cost and usage analysis
Advanced power monitoring	IEC 61557-12	Power metering and monitoring device (PMD-III)	Power meter Power monitor Power monitor device Power energy monitoring device Power analyser Multifunction meter Measuring multifunction equipment	Advanced demand side quality analysis + energy cost and usage analysis
Power quality analysis	IEC 62586-1	Power quality instrument (PQI)	Power quality instrument Power quality analyser Power analyser Network analyser	Power quality analysis according to IEC 61000-4-30 for power quality survey (e.g. according to EN 50160)
^a Regional regulations or standards may apply, for example MID, ANSI,... as well as utility specifications. ^b Energy meters complying with IEC 62052-11 and IEC 62053-2x can also be used for energy usage analysis applications.				

Annex B (informative)

Definitions of electrical parameters

B.1 General

Annex B gives the common definitions and methods for measuring electrical quantities. Some of these definitions can be found in IEEE 1459. Manufacturers using other methods should specify their own methods in the technical documentation.

B.2 Definitions in the presence of a neutral

Table B.1 gives the list of symbols used in Annex B. Table B.2 specifies how to calculate the parameters.

Table B.1 – Definition of symbols

Symbol	Definition
N	Number of samples in one fundamental period
M	Number of samples used for measurement (length of measurement window)
Δt	Duration of the measurement window in seconds
k	Index of a sample within the measurement window ($0 \leq k \leq M-1$)
p	Index of a phase ($p = 1, 2$ or 3 ; or $p = a, b, c$; or $p = r, s, t$; or $p = R, Y, B$)
g	Index of a phase ($g = 1, 2$ or 3 ; or $g = a, b, c$; or $g = r, s, t$; or $g = R, Y, B$)
N_{ph}	Number of phases excluding neutral (generally 1 or 3)
i_{pk}	Phase p current sample number k
i_{Nk}	Measured neutral current sample number k
v_{pk}	Phase p to neutral voltage sample number k
v_{gk}	Phase g to neutral voltage sample number k
u_{pgk}	Phase p to phase g voltage sample number k : $u_{pgk} = v_{pk} - v_{gk}$
φ_p	Phase angle between the fundamental current and the fundamental voltage for phase p
h_{max}	Maximum harmonic rank used for harmonic measurements
$I_{i,p}$	Harmonic current of rank i in phase p (RMS value)
$I_{N,i}$	Harmonic current of rank i in the neutral (RMS value)
$V_{i,p}$	Harmonic phase p to neutral voltage of rank i (RMS value)
$\varphi_{i,p}$	Phase angle between harmonic current and harmonic voltage at rank i on phase p
$U_{i,pg}$	Harmonic phase p to phase g voltage of rank i (RMS value)
$I_{1,p,maxdem}$	Maximum 15 min or 30 min demand value of fundamental current for phase p
X	Generic symbol of an electrical quantity within a formula, to be replaced by I , I_p or I_N for current, by V or V_p for phase to neutral voltage, or by U or U_{pg} for phase to phase voltage
X_{neg}	Negative-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components
X_{pos}	Postive-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components

Symbol	Definition
X_{zero}	Zero-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components
$X_{1\text{cy}} (X_{1/2\text{cy}})$	RMS value of electrical quantity X (current or voltage) measured over 1(1/2) fundamental cycle and refreshed each cycle
X_{ref}	Reference r.m.s value used to detect and characterize dips and swells, may be a fixed value or a time-varying value
X_{res}	Lowest $X_{1\text{cy}}$ or $X_{1/2\text{cy}}$ value measured during a dip event
X_{swell}	Highest $X_{1\text{cy}}$ value measured during a swell event

The calculation methods in Table B.2 are reference algorithms for computing electrical quantities in the general case.

Depending on the characteristics of a PMD, different implementations are possible. Manufacturers of PMD not using these formulas should document the calculation methods used in the product.

Table B.2 – Calculation definitions for electrical parameters

Item	Symbol and definition
RMS values	
RMS current in phase p	$I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} i_{p_k}^2}{M}}$
Phase p to neutral RMS voltage	$V_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} v_{p_k}^2}{M}}$
Phase p to phase g RMS voltage	$U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (u_{pg_k})^2}{M}}$
Total (or average) RMS current or voltage	$X = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} X_p}{N_{ph}}$
Calculated RMS neutral current	$I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (i_{1k} + i_{2k} + i_{3k})^2}{M}}$
Phase powers	
Active power for phase p	$P_p = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_k} \times i_{p_k})$
Apparent power for phase p	$S_p = V_p \times I_p$

Item	Symbol and definition
Reactive power for phase p , power triangle formula (also known as Fryze's definition) ^a	$Q_p = Q_{p_{\text{trian}}} = \text{Sign}Q(\phi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ with $\text{Sign}Q(\phi_p) = +1 \text{ if } \phi_p \in [0^\circ - 180^\circ]$ $\text{Sign}Q(\phi_p) = -1 \text{ if } \phi_p \in [180^\circ - 360^\circ]$ NOTE This quantity is sometimes referred to as the non-active power.
Reactive power for phase p , quadrature phase shift formula ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{quad}}} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_{k-N/4}} \times i_{p_k})$
Reactive power for phase p , Budeanu's harmonic definition ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{harm}}} = \sum_{i=1}^{h_{\text{max}}} I_{i,p} \cdot V_{i,p} \cdot \sin(\phi_{i,p})$
Distortion power	$D_p = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$
Phase energies	
Active energy for phase p	$E_p = P_p \cdot \Delta t$
Reactive energy for phase p	$E_{rp} = Q_p \cdot \Delta t$
Apparent energy for phase p	$E_{ap} = S_p \cdot \Delta t$
Total powers	
Total active power	$P = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} P_p$
Total reactive power (vector)	$Q_V = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} Q_p$
Total apparent power (vector)	$S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$
Total apparent power (arithmetic)	$S_A = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} S_p$
Total reactive power (arithmetic) ^b	$Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2}$
Power factors	
Power factor for phase p	$PF_p = \frac{P_p}{S_p}$ NOTE The power factor is sometimes defined with an absolute value on the numerator.
Displacement power factor for phase p	$DPF_p = \cos(\phi_p)$
Total power factor (vector)	$PF_V = \frac{P}{S_V}$
Total power factor (arithmetic)	$PF_A = \frac{P}{S_A}$
Fundamental powers	
Fundamental active power on phase p	$P_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \cos(\phi_p)$
Fundamental reactive power on phase p	$Q_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \sin(\phi_p)$

Item	Symbol and definition
Fundamental apparent power on phase p	$S_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p}$
Distortion indicators	
Harmonic distortion of electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity	$THDX_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_{1,p}}$
Harmonic distortion referred to RMS of electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity	$THD\_RX_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_p}$
Total harmonic distortion of electrical quantity X (I , V , or U)	$THDX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THDX_p}{N_{ph}}$
Total harmonic distortion referred to RMS of electrical quantity X (I , V , or U)	$THD\_RX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THD\_RX_p}{N_{ph}}$
Total distortion ratio of electrical quantity X (I , V , or U) – Phase quantity	$TDRX_p = \frac{\sqrt{X_p^2 - X_{1,p}^2}}{X_{1,p}}$ NOTE Unlike the THD , this distortion ratio contains the contribution of interharmonic components.
Total distortion ratio of electrical quantity X (I , V , or U)	$TDRX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} TDRX_p}{N_{ph}}$
Distortion active power on phase p	$PD_p = P_p - P_{1,p}$
Total distortion active power	$PD = \sum_{p=1}^{N_{ph}} PD_p$
Total demand distortion (current) on phase p	$TDD_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} I_{i,p}^2}}{I_{1,p,maxdem}}$
Unbalance indicators	
Amplitude unbalance for electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity, in percent	$X_{nba,p} = 100 \cdot \frac{X_p - X_{avg}}{X_{avg}}$ where $X_{avg} = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} X_p}{N_{ph}}$
Total amplitude unbalance for electrical quantity X (I , V , or U), in percent	$X_{nba} = \max \left\{ \left X_{nba,p} \right \right\}_{p=1..N_{ph}}$
Amplitude and angle unbalance for electrical quantity X (I , V , or U)	$X_{nb} = 100 \cdot \frac{X_{neg}}{X_{pos}}$
NOTE There is no phase quantity for this type of unbalance.	

Item	Symbol and definition
Internal power quality indicators	
1-cycle RMS value of electrical quantity X (generally voltage) on phase p .	$X_{p1cy} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} x_{p_k}^2}{N}}$
Dip depth for electrical quantity X (generally voltage)	$X_{dip}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{ref} - X_{resid}}{X_{ref}}$
Swell depth for electrical quantity X (generally voltage)	$X_{swl}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{swell} - X_{ref}}{X_{ref}}$
^a See Figure B.1. Reactive power is a controversial notion, there is no “true” definition in non-sinusoidal conditions. This table only gives the most common definitions. Different standards or measurement products may use different definitions for the reactive power, or consider only the fundamental reactive power. Under sinusoidal voltage and current these definitions are equivalent. ^b This power is unsigned. ^c Under sinusoidal voltage, these definitions are equivalent even with non-sinusoidal current.	

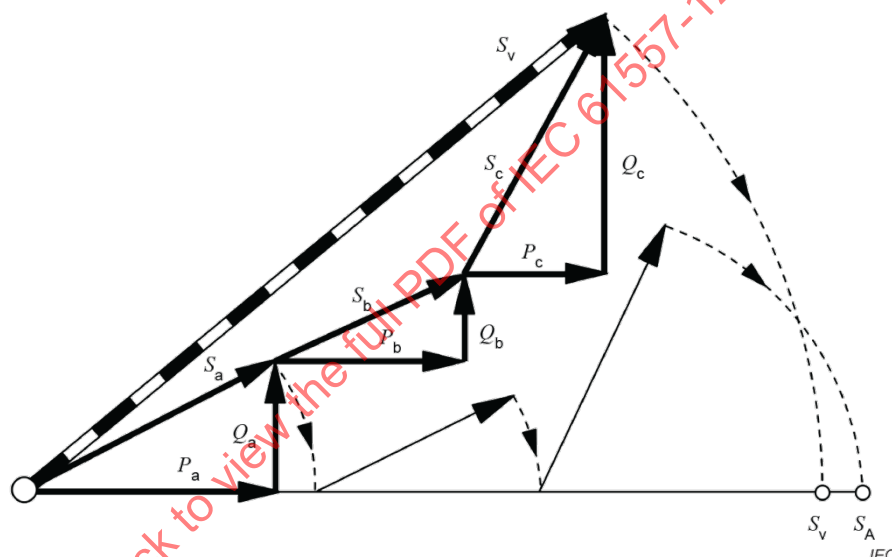


Figure B.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation

B.3 Power measurement in three-phase three-wire systems using the two-wattmeter method

B.3.1 General

If no neutral is present, the three-phase techniques in Clause B.2 may still be used to compute the total powers provided a virtual neutral is used in the measurement process. Otherwise, for three-phase systems without neutral the two-wattmeter method can be used.

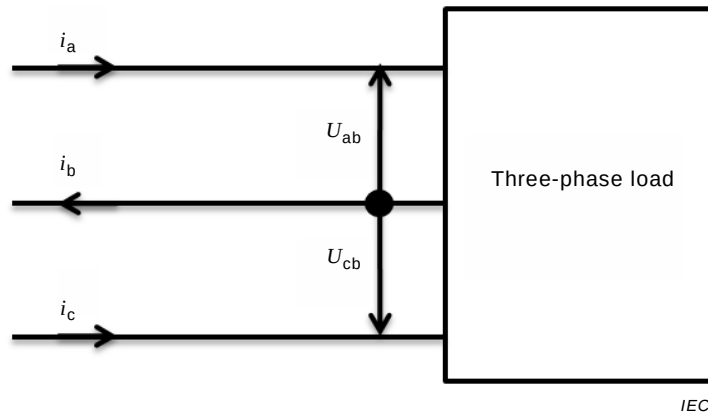


Figure B.2 – Three-phase circuit without neutral

Considering the circuit in Figure B.2, the measurement device can measure the current in all three phases (i_a , i_b and i_c) but, since no neutral is present, can only measure line to line voltages. Taking phase b as a reference, let's consider the measured voltages are U_{ab} and U_{cb} .

If a neutral were present, these line to line voltages would write:

$$u_{ab} = v_a - v_b \quad \text{and} \quad u_{cb} = v_c - v_b$$

Furthermore, since there is no neutral, the following property is always true:

$$i_a + i_b + i_c = 0$$

The purpose is to use the available quantities and these properties to obtain an accurate measurement of the total powers consumed by the load.

B.3.2 Total active power

Suppose the measuring instrument measures two-phase active powers using the available line to line voltages:

$$P_1 = \mu(i_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad P_2 = \mu(i_c \cdot u_{cb})$$

where the μ operator stands for the averaging over the measurement window of M samples.

These phase active powers are physically meaningless in the sense that they are not individually related to the total active power drawn by the load.

However, using the properties in B.3.1, it can be shown that:

$$P_1 + P_2 = \mu(i_a \cdot v_a) + \mu(i_b \cdot v_b) + \mu(i_c \cdot v_c) = P_a + P_b + P_c = P$$

The total active power drawn by the load can be determined as the algebraic sum of the phase active powers measured using the two currents and the two line to line voltages.

B.3.3 Total vector reactive power using quadrature phase shift definition

If the phase reactive powers are measured using the quadrature formula, the total vector reactive power can be determined from the phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{quad}} = \mu(i'_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad Q_{2,\text{quad}} = \mu(i'_c \cdot u_{cb})$$

where i'_a and i'_c stand for the phase a current in quadrature and the phase b current in quadrature. Using the properties in B.3.1, it can be shown that:

$$Q_{1,\text{quad}} + Q_{2,\text{quad}} = \mu(i'_a \cdot v_a) + \mu(i'_b \cdot v_b) + \mu(i'_c \cdot v_c) = Q_{a,\text{quad}} + Q_{b,\text{quad}} + Q_{c,\text{quad}} = Q_v$$

B.3.4 Total vector reactive power using Budeanu's definition

If the phase reactive powers are measured using Budeanu's formula, the total vector reactive power can be determined from the phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{harm}} = \sum_{i=1}^{h_{\max}} I_{i,a} \cdot U_{i,ab} \cdot \sin(\varphi_{i,ab}) \quad \text{and} \quad Q_{2,\text{harm}} = \sum_{i=1}^{h_{\max}} I_{i,c} \cdot U_{i,cb} \cdot \sin(\varphi_{i,cb})$$

It can be shown that the total reactive power using Budeanu's definition is the sum of both measured phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{harm}} + Q_{2,\text{harm}} = Q_{a,\text{harm}} + Q_{b,\text{harm}} + Q_{c,\text{harm}} = Q_v$$

NOTE There is no simple formula for the total vector reactive power in the general case if the phase reactive powers are measured using the triangle formula definition.

B.4 Additional relationships in case of sinusoidal voltage

If the voltage can be considered sinusoidal, the power comes from the fundamental current and the fundamental voltage only.

The following additional relationships between the electrical quantities hold, even if the current is not sinusoidal and/or in the presence of current and/or voltage unbalance:

$$P_p = P_{1,p}$$

$$Q_{p,\text{harm}} = Q_{p,\text{quad}} = Q_{1,p}$$

$$V_a = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{ac}^2 - \frac{U_{bc}^2}{2}}$$

$$V_b = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ac}^2}{2}}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ac}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ab}^2}{2}}$$

Annex C (informative)

Convention about the sign of the power factor

C.1 General

The formatting of the power factor is just a question of convention. Manufacturers need to define the convention used on their devices, or need to let customers know the conventions selectable on their devices.

Table C.1 shows the conventions IEC-C and IEEE-C available with a consumer perspective, according to a scheme given in Figure C.1.

Table C.2 shows the conventions IEC-P available with a producer perspective, according to a scheme given in Figure C.2.

C.2 Convention for power factor (consumer perspective)

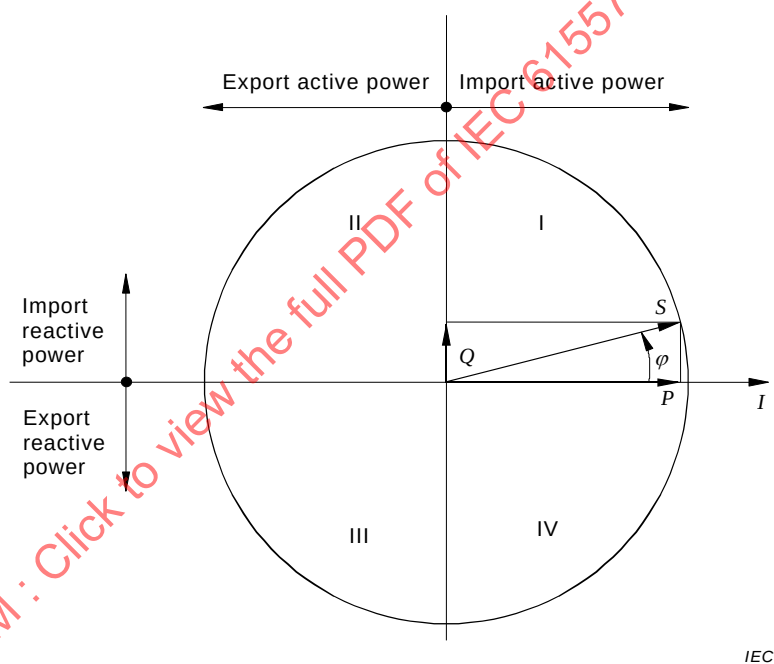


Figure C.1 – Formatting of power factor with a consumer perspective

Table C.1 – Conventions for the sign of Power factor with a Consumer perspective

Quadrant	Meaning with a consumer perspective	IEC consumer convention for sign (IEC-C convention)	IEEE consumer convention for sign (IEEE-C convention)
Quadrant I	Import P ; Import Q	+ (Inductive)	- (Lagging)
Quadrant II	Export P ; Import Q	- (Capacitive)	+ (Leading)
Quadrant III	Export P ; Export Q	- (Inductive)	- (Lagging)
Quadrant IV	Import P ; Export Q	+ (Capacitive)	+ (Leading)

C.3 Convention for power factor (producer reference frame)

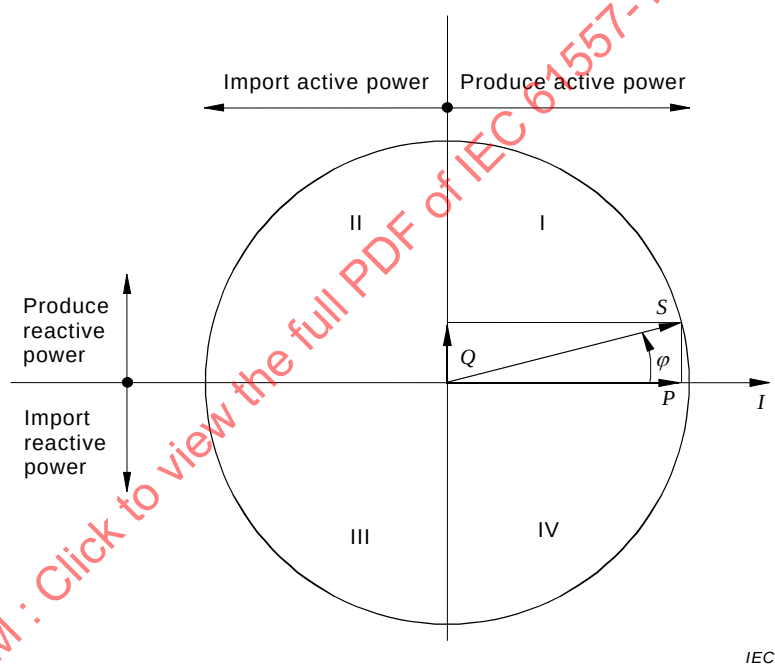


Figure C.2 – Convention for power factor with a producer perspective

**Table C.2 – Conventions for the sign of power factor
with a producer perspective**

Quadrant	Meaning with a producer perspective	IEC producer convention for sign (IEC-P convention)
Quadrant I	Produce P ; Produce Q	+ (Overexcited)
Quadrant II	Import P ; Produce Q	- (Overexcited)
Quadrant III	Import P ; Import Q	- (Under excited)
Quadrant IV	Produce P ; Import Q	+ (Under excited)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex D (normative)

Definitions of minimum, maximum, peak and demand values

D.1 Demand quantities

D.1.1 General

A demand is the average value of a quantity over a specified period of time.

D.1.2 Power demand

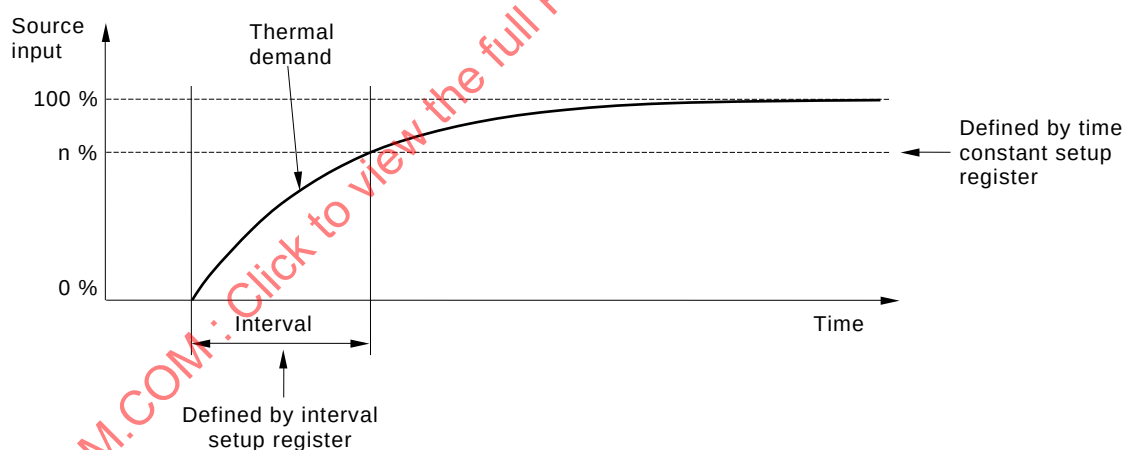
Power demand is calculated using arithmetical integration of power values during a period of time divided by the length of the period. The result is equivalent to the energy accumulated during the period of time divided by the length of the period.

D.1.3 Current demand

Current demand is calculated using arithmetical integration of the current RMS values during a period of time, divided by the length of the period.

D.1.4 Thermal current demand (or bi-metal current demand)

Thermal current demand calculates the demand based on a thermal response, which mimics the analog thermal demand meters as described in Figure D.1.



IEC

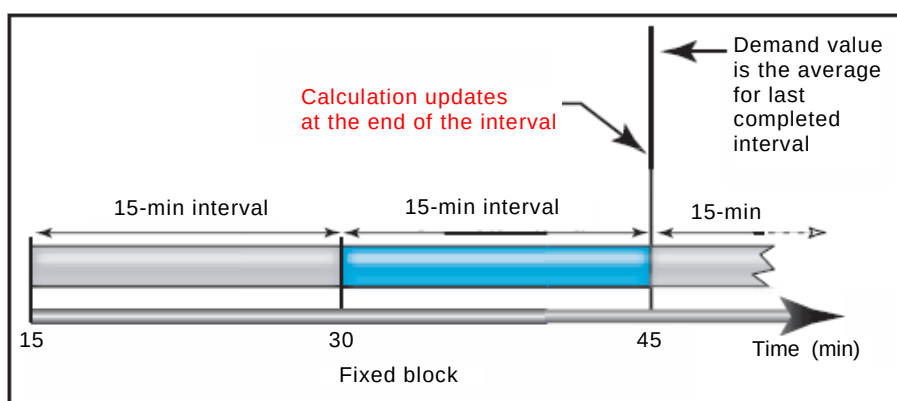
NOTE The value of n is usually 90 %; the time interval is usually 15 min.

Figure D.1 – Thermal current demand

D.1.5 Specified intervals for demand calculation

The PMD handle the duration of intervals to calculate the demand. PMD can implement several methods:

- fixed block interval: the intervals are consecutive; the PMD calculates and updates the demand at the end of each interval as described in Figure D.2;

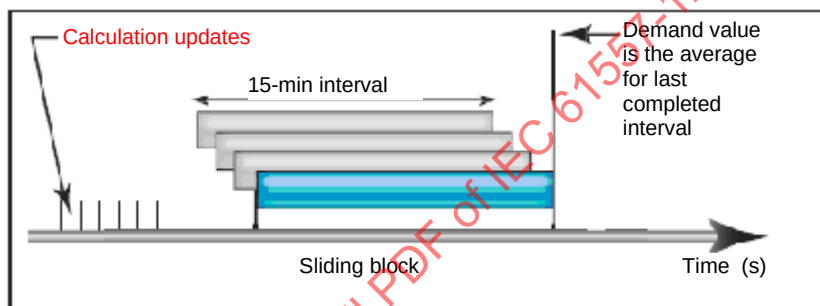


IEC

NOTE 15 min is only an example.

Figure D.2 – Fixed block interval

- sliding block interval: the intervals are sliding; the PMD calculates and updates the demand at the sliding speed as described in Figure D.3.



IEC

NOTE 15 min is only an example.

Figure D.3 – Sliding block interval

D.2 Peak demand quantities

Peak demand is the highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset.

D.3 Three-phase average quantities

In a three- or four-wire system, the average value of a quantity is the arithmetical average of each phase value.

EXAMPLE: Three-phase average line to neutral voltage = $(V1 \text{ RMS voltage} + V2 \text{ RMS voltage} + V3 \text{ RMS voltage}) / 3$

D.4 Maximum and minimum quantities

The maximum value of a quantity is the highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

The minimum value of a quantity is the lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

Annex E (informative)

Intrinsic uncertainty and operating uncertainty

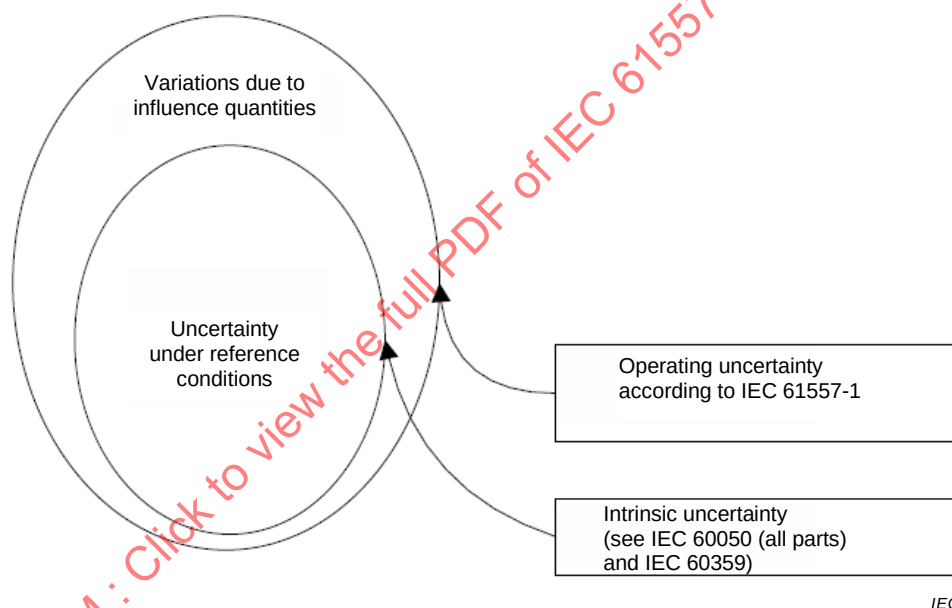
E.1 General

The operating uncertainty of a monitoring instrument is defined by a specification of:

- uncertainty limits over a measuring range;
- maximum deviations in the presence of influencing quantities (power system parameters or external conditions).

Annex E provides guidance on the calculation of operating uncertainty and does not address the additional concept of a measurement performance class. An operating uncertainty is a quality indicator, not comparable with a measurement performance class, because they are different in nature and are not used for the same purposes.

Figure E.1 below describes different kinds of uncertainties:



IEC

Figure E.1 – Different kinds of uncertainties

E.2 Operating uncertainty calculation

Operating uncertainty includes intrinsic uncertainty (under reference conditions) and variation due to influence quantities.

$$\text{Operating uncertainty} = \sqrt{(\text{PMD intrinsic uncertainty})^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^{NIQ} (\text{variation due to influence quantity})^2}$$

NOTE 1 NIQ = number of influence quantities.

NOTE 2 This formula is derived from ISO/IEC Guide 98-3:2008, 6.2, taking into account a coverage probability of 95 %.

In this formula the PMD intrinsic measurement uncertainty is determined at two standard deviations as described in G.3.2. In order to take into account a coverage factor of 95,45 % in the formula, the variation of the uncertainty due to the influence quantity shall be determined at one standard deviation. The process of determining the operating uncertainty is shown in Figure E.2. The correction factors to be applied to the calculated standard deviations are tabulated in Table G.1.

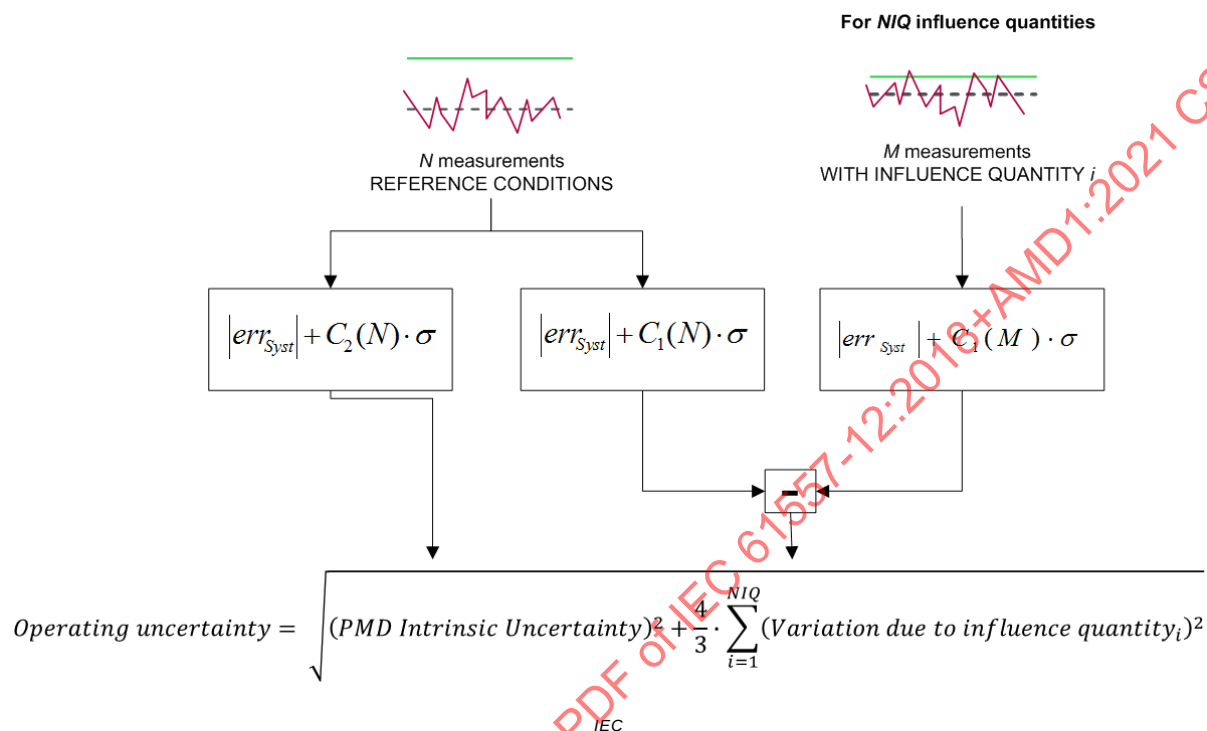


Figure E.2 – Flowchart for the determination of the operating uncertainty

Annex F (informative)

Recommended sensor classes for the different kinds of PMD

F.1 General considerations

The association of a PMD Sx, PMD xS and PMD SS with external current and/or voltage sensors builds a system. The performance of that system depends on the measurement itself (active energy, frequency, harmonic voltage ...), the sensor class and the PMD performance class.

Overall uncertainty of the measurement chain formed by this association includes uncertainty due to the PMD and uncertainty due to the sensors under reference conditions.

For PMD DD: overall uncertainty = intrinsic uncertainty

For PMD xS, PMD Sx and PMD SS, typical overall uncertainty values for relevant combinations are shown in Table F.1.

F.2 Specific case of an active power and energy measurement, achieved by a PMD associated with an external current sensor or/and a voltage sensor

Table F.1 provides information about associating a PMD with external sensors.

Table F.1 – PMD SD associated with current sensor or PMD DS associated with voltage sensor or PMD SS associated with voltage and current sensors

Performance class of the PMD (for active power and energy measurement) without external sensors (PMD-Sx or PMD-xS or PMD SS)	Recommended sensor class to associate to the PMD ^{a b c}	Typical overall uncertainty (for active power and energy measurement)
0,1	0,1 or better	0,2 %
0,2	0,2 or better	0,5 %
0,5	0,5 or better	1 %
1	1 or better	2 %
2	2 or better	5 %
For other combinations, manufacturers should provide information or recommended sensors for association.		
^a This induces an acceptable loss of performance of the system.		
^b For power and energy measurements 0,2 S and 0,5 S class sensors are usually required.		
^c Class sensor refers to classes defined in IEC 61869-2, IEC 61869-3, IEC 60044-7 and IEC 60044-8. When transducers replace sensors, class sensor refers to intrinsic uncertainty of the transducer.		

F.3 List of functions affected by uncertainty of external sensors

Table F.2 defines the influence of each kind of sensor on each function of a PMD.

Table F.2 – List of functions affected by uncertainty of external sensors

Symbol	Function	Current sensor	Voltage sensor
P_a	Total active power	x	x
Q_A, Q_V	Total reactive power (arithmetic or vector)	x	x
S_A, S_V	Total apparent power (arithmetic or vector)	x	x
E_a	Total active energy	x	x
E_{rA}, E_{rV}	Total reactive energy (arithmetic or vector)	x	x
E_{apA}, E_{apV}	Total apparent energy (arithmetic or vector)	x	x
f	Frequency	-	-
I	Phase current	x	-
I_N, I_{Nc}	Neutral current (measured, calculated)	x	-
U or V	Voltage (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
PF_A, PF_V	Power factor (arithmetic, vector)	x	x
P_{st}, P_{lt}	Flicker (short term, long term)	-	-
U_{dip} or V_{dip}	Voltage dips (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{swl} or V_{swl}	Voltage swells (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{int} or V_{int}	Voltage interruption (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{nba} or V_{nba}	Amplitude voltage unbalance (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{nb} or V_{nb}	Amplitude and phase voltage unbalance (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_h or V_h	Voltage harmonics	-	x
$THD_U, THD-R_U$ or $THD_V, THD-R_V$	Voltage <i>THD</i> (referred to fundamental, referred to RMS value)	-	x
I_h	Current harmonics	x	-
$THD_i, THD-R_i$	Current <i>THD</i> (THD_i referred to the fundamental, $THD-R_i$ referred to the RMS value respectively)	x	-
NOTE "x" means "affects the function", "-" means "does not affect the function".			

Annex G (informative)

Notion of measurement uncertainty

G.1 General considerations

Annex G is intended to become normative for the next edition of this document.

For this document, the level of confidence is 95,45 %, meaning that 95,45 % of the measurements are expected to lie within the interval defined by the average of the measurements plus or minus the calculated expanded uncertainty. This corresponds to two times the standard deviation.

Annex G provides information about how a number N of values measured on one PMD can be used to determinate the measurement uncertainty of that device. Using measurements to derive the uncertainty is generally referred to as “Type A” method of evaluation of uncertainty. Qualifying a product typically requires applying this procedure on several product samples.

The uncertainty of a measurement under certain operating conditions is a value that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand. It is a measure of the bounds within which a value may be reasonably (with a certain level of confidence) presumed to lie.

The measurement uncertainty is not the measurement error, which characterizes the difference between a measured value and the conventional true value.

In the calculations below, it is assumed that the distribution of the measurements around their mean reasonably follows a normal distribution. If this is not the case, the estimated standard deviation shall be corrected appropriately (e.g. by dividing by $\sqrt{3}$ if the actual distribution is uniform).

G.2 Computing the expanded uncertainty

G.2.1 General

The expanded uncertainty is an estimate of the uncertainty taking into account important parameters such as:

- the number N of measured values available from the test
- the level of confidence desired for the uncertainty results

G.2.2 Estimated standard deviation

The sample standard deviation of the set of N measurements $\{x_i\}_{i=1..N}$ is computed as follows:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad \text{with} \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N x_i$$

G.2.3 Expanded uncertainty

The expanded uncertainty takes into account both the number N of measurements and the desired level of confidence in the final uncertainty. The level of confidence indicates how many of the measurements are likely to be within the calculated uncertainty limits.

The correction factor $C(N)$ to be applied to the estimated standard deviation for the number of measurements N is the Student t-factor. It compensates for the underestimation of the standard deviation when calculated on a reduced set of measurements. It is specified in Table G.1. Values not tabulated can be recalculated or interpolated from the tabulated values.

Table G.1 – Correction factor $C(N)$ for sample size N

Number of measurements N	Correction factor $C_1(N)$ for one standard deviation	Correction factor $C_2(N)$ for two standard deviations
3	1,321	4,527
4	1,197	3,307
5	1,142	2,869
6	1,111	2,649
7	1,091	2,517
8	1,077	2,429
9	1,067	2,366
10	1,059	2,320
11	1,053	2,284
12	1,048	2,255
13	1,043	2,231
14	1,040	2,212
15	1,037	2,195
16	1,034	2,181
17	1,032	2,169
18	1,030	2,158
19	1,029	2,149
20	1,027	2,140
30	1,018	2,090
40	1,013	2,066
50	1,010	2,052
100	1,005	2,026

The expanded uncertainty is calculated as:

$$unc_{Exp} = C_2(N) \cdot \sigma$$

The estimated standard deviation and the expanded uncertainty are measures of the dispersion of the measurements (taken in identical conditions) around their average value. It characterizes the random error, sometimes called the precision of the measurement.

G.3 Determining the measurement uncertainty

G.3.1 Systematic error

The systematic error is the difference between the conventional true value and the average of the measured values. It can be determined as:

$$err_{Syst} = x_{true} - \bar{x}$$

It can be positive or negative. It can be expressed in physical units or as a percentage of the true value. In statistics, the systematic error is also called a bias.

The conventional true value is typically estimated using a reference power meter. The accuracy of the reference meter should typically be better than the expected accuracy of the PMD under test, by at least a factor 10.

The systematic error is a measure of the accuracy of the measurement. Values of the systematic error significantly different from zero typically result from imperfect or invalid calibration in the operating conditions of the test, or from considering too small a number of measurements.

G.3.2 Measurement uncertainty

The difference between the measurements and the true value of the measurand is characterized by both the systematic error and the random error. A good measurement is a measurement that is both true and precise.

Both indicators can be combined to provide an estimate of the overall uncertainty, which will be considered as the measurement uncertainty. The measurement uncertainty in absolute value can be computed as:

$$unc_{Meas} = |err_{Syst}| + unc_{Exp}$$

This concept is shown in Figure G.1.

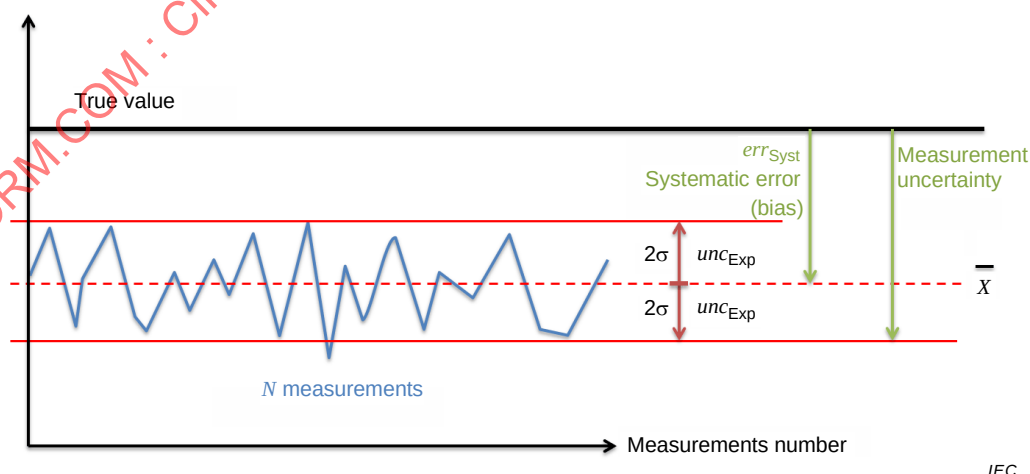


Figure G.1 – Illustration of the notion of measurement uncertainty

The value of the measurement uncertainty depends on:

- the systematic error, reflecting the quality of the calibration of the product in the operating conditions of the test,
- the random error, reflecting the quality of the measurement process and the level of noise in the operating conditions of the test,
- the number N of measurements made during the test,
- the resolution of the measurement

and therefore provides a good indicator of the overall quality of the measurement.

NOTE Other sources of uncertainty are normally taken into account but are disregarded in this edition:

- uncertainty of the reference meter,
- uncertainty on the estimated mean $\bar{x}$ due to a limited number of measurements.

G.4 Using the measurement uncertainty as a pass/fail criterion

G.4.1 Intrinsic uncertainty tests

The measurement uncertainty calculated for each intrinsic uncertainty test conducted needs to be compared to the uncertainty limit specified in the intrinsic uncertainty table, in order to assess the class of the measurement.

- If the measurement uncertainty is smaller than the specified uncertainty limit of class C for all the intrinsic uncertainty tests, then compliance to class C for intrinsic uncertainty is granted.
- Otherwise, i.e. if the measurement uncertainty is greater than the specified uncertainty limit for at least one of the intrinsic uncertainty tests, compliance to class C is not granted and a larger class should be considered.

G.4.2 Tests with influence quantities

The measurement uncertainty calculated for a test with influence quantities can be compared to the intrinsic measurement uncertainty.

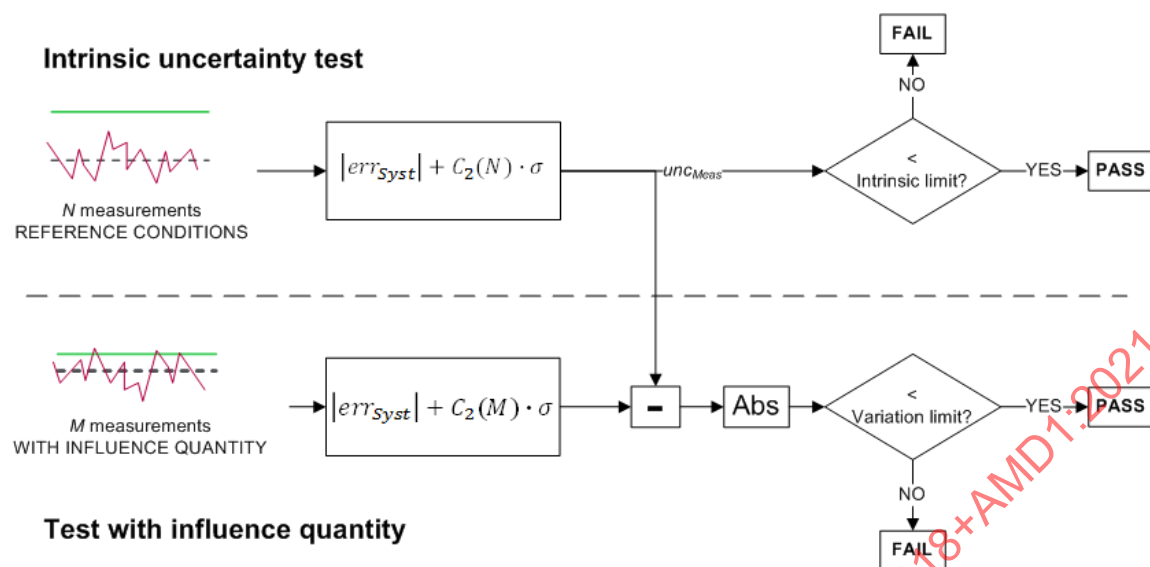
- If the variation of measurement uncertainty is smaller than the specified limit of variation of class C for all the tests with influence quantity, then compliance to class C is granted for the uncertainty under influence quantities.
- Otherwise, compliance to class C is not granted and a larger class should be considered.

G.4.3 Overall pass/fail criterion

Compliance to a class requires that the product meet the performance requirements in terms of both intrinsic uncertainty and variation of uncertainty under influence quantities. Therefore:

- If compliance to class C is granted as described above for both the intrinsic uncertainty tests and the tests with influence quantities, then compliance to class C is granted.
- Otherwise, compliance to class C is not granted, a larger class shall be considered.

This process is illustrated in Figure G.2.



IEC

Figure G.2 – Overview of the uncertainty test procedure

Annex H (normative)

Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF)

H.1 Scope

This annex specifies additional requirements and tests for equipment embedding a power metering and monitoring function (EPMF) whose main function is not measurement and its embedded power metering and monitoring function (PMF).

When not otherwise stated in this annex, the core of this document is applied to EPMF or PMF as appropriate when reading “PMD” in the core document.

NOTE The annex follows the same structure as the core document.

H.2 Normative references

Clause 2 applies.

In addition, the following standards apply:

IEC 60255 (all parts), *Measuring relays and protection equipment*

IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60898 (all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-6-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-19, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*

IEC 61008 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*

IEC 61009 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)*

IEC 61131 (all parts), *Programmable controllers*

IEC 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IEC 62020 (all parts), *Electrical accessories – Residual current monitors (RCMs)*

IEC 62040 (all parts), *Uninterruptible power systems (UPS)*

IEC 62109-2, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters*

IEC 62310 (all parts), *Static transfer systems (STS)*

IEC 62423, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

IEC 62909 (all parts), *Bi-directional grid connected power converters*

IEC 62962, *Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)*

H.3 Terms, definitions and notations

Clause 3 applies.

H.4 Requirements for PMF and additional requirements for EPMF

H.4.1 General requirements

The equipment that may embed EPMF shall be chosen in the equipment list defined in Table H.1.

Table H.1 – List of equipment that may embed EPMF

Equipment	IEC Standard
Uninterruptible power systems (UPS)	IEC 62040 series
Static transfer systems (STS)	IEC 62310 series
Circuit-breakers	IEC 60947-2, IEC 60898 series
Transfer switching equipment (TSE)	IEC 60947-6-1
Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units	IEC 60947-3
Programmable controllers (PLC)	IEC 61131 series
Inverter for use in photovoltaic power systems	IEC 62109-2
Adjustable speed electrical power drive systems	IEC 61800
Protection relay	IEC 60255
Residual current devices (RCD, RCBO)	IEC 61008 series, IEC 61009 series, IEC 62423, IEC 60947-2, IEC 60755 series
Residual current monitoring devices (RCM)	IEC 62020 series
Load-shedding equipment (LSE)	IEC 62962
Bi-directional grid connected power converters	IEC 62909 series

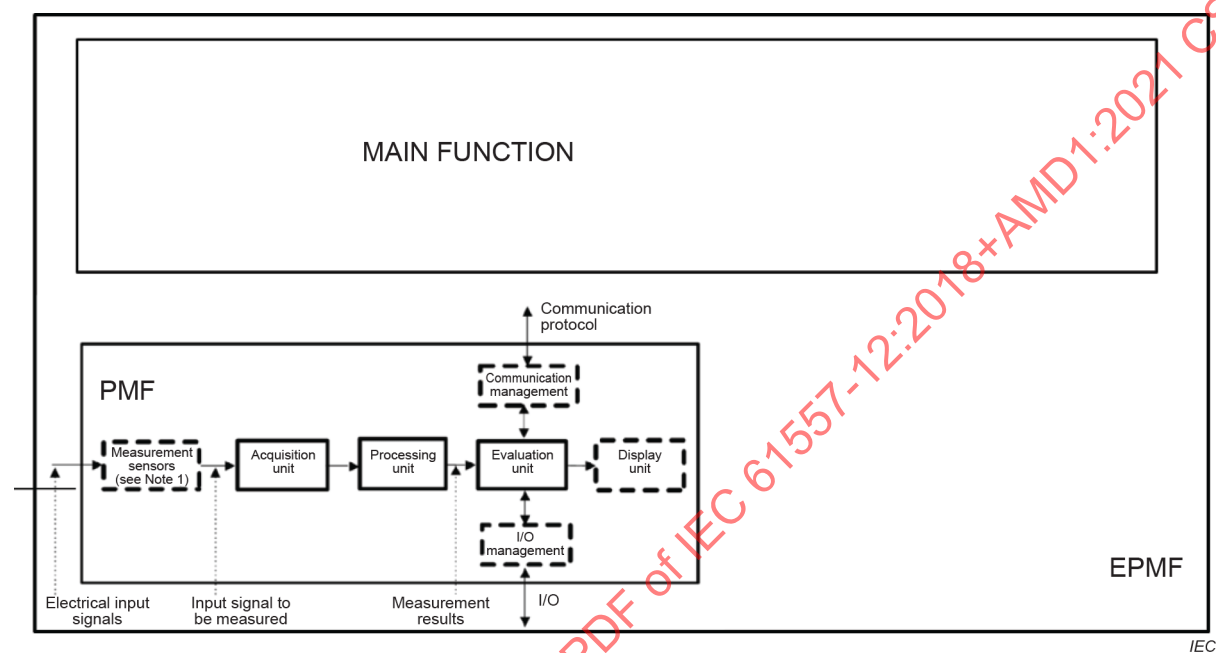
The requirements of 4.2 to 4.12 apply with the modifications specified in this annex.

H.4.2 EPMF general architecture

This subclause provides information about a possible implementation of a PMF in an EPMF.

Figure H.1 shows the common organization of an EPMF including its main function and PMF.

Organization of the measurement chain of EPMF: the electrical quantity can be measured either directly or via voltage and/or current sensors (see also H.4.4).



NOTE 1 It is not necessary that the parts in the dotted lines be included in PMF.

NOTE 2 I/O are analog and/or digital signals with alarms.

NOTE 3 Communications may be ensured by the EPMF or by the PMF part.

Figure H.1 – Example of architecture of EPMF

H.4.3 Classification of PMF

4.3 applies to PMF classified according to Table H.2.

Table H.2 – Functional classification of PMF with minimal required functions

Functionalities symbol ^a	PMF type ^b		
	PMF-I Energy efficiency	PMF-II Basic power monitoring	PMF-III Advanced power monitoring /network performance
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■

Functionalities symbol ^a	PMF type ^b		
	PMF-I Energy efficiency	PMF-II Basic power monitoring	PMF-III Advanced power monitoring /network performance
I_N			■
U and/or V		■	■
PF		■	■
THD_U and/or THD_V and/or $THD-R_U$ and/or $THD-R_V$			■
THD_I and/or $THD-R_I$			■
^a Only total quantities are mandatory. ^b For PMF other than PMF-I, PMF-II and PMF-III, called PMF-x, other combinations of functions are allowed and shall be specified by the manufacturer.			

H.4.4 Structure of EPMF

4.4 applies to EPMF with the following modification.

Depending on the EPMF, the electrical quantity can be measured either directly or via voltage and/or current sensors as shown in Table H.3.

Table H.3 – Structure of EPMF

		Current measurement	
		Sensor operated EPMF (current sensors out of EPMF) →EPMF Sx	Direct connected EPMF (current sensors in EPMF) →EPMF Dx
Voltage measurement	Direct connected EPMF (voltage sensors in EPMF) →EPMF xD	EPMF SD (Semi-direct insertion)	EPMF DD (Direct insertion)
	Sensor operated EPMF (voltage sensors out of EPMF) →EPMF xS	EPMF SS (Indirect insertion)	EPMF DS (Semi-direct insertion)

H.4.5 List of applicable performance classes for PMF

4.5 applies.

H.4.6 Operating and reference conditions

H.4.6.1 Reference conditions

4.6.1 applies for performance class tests of the PMF. For other tests, reference test conditions of the EPMF standard apply.

H.4.6.2 Rated operating conditions

If rated operating conditions are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.6.2 applies.

NOTE Rated operating conditions may be also called environmental conditions (or similar wording) in other standards.

H.4.7 Start-up conditions for EPMF

4.7 applies.

H.4.8 Requirements for PMF

All PMF embedded in an EPMF and covered by this document shall comply with the requirements of this document given in 4.8 with the following modifications or additions.

Subclause 4.8 describes a list of functions. Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed shall be measured by the PMF.

The starting current and the specified measuring range of current shall be chosen according to the structure of EPMF given in Table H.3 and Table H.4.

Table H.4 – Value of current according to the type of EPMF

Structure of EPMF	Starting current and specified measuring range of current identical to
EPMF Dx	PMD Dx
EPMF Sx	PMD Sx
In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \phi$, see Table 11.	

For EMC influence quantities:

- If EMC requirements are covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, EMC levels and test conditions defined in the EPMF standard apply;
- If EMC requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.8 applies.

For temperature influence quantities, the influence range is based on the rated operating range according to H.4.6.2.

H.4.9 General mechanical requirements

If mechanical requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.9 applies.

H.4.10 Safety requirements

An equipment safety standard required by the EPMF type shall apply. If safety requirements are not defined by the product standard of equipment where PMF is embedded, 4.10 applies.

In addition, a risk assessment of the PMF shall be done. In case of doubt, IEC 61010-2-30 or any relevant safety standard shall apply.

H.4.11 EMC requirements

If EMC requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.11 applies.

H.4.12 Inputs and/or outputs

If inputs and/or outputs requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.12 applies.

H.5 Marking and operating instructions

H.5.1 General

If marking and operating instructions requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 5.1 applies.

H.5.2 Marking

At minimum if relevant, symbol 14 according to IEC 61010-1 shall be marked on the EPMF.

H.5.3 Operating, installation and maintenance instructions

H.5.3.1 General

If operating, installation and maintenance instructions requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 5.3.1 applies.

In addition, the following requirements apply:

H.5.3.2 General characteristics

5.3.2 applies.

H.5.3.3 Essential characteristics

H.5.3.3.1 Characteristics of EPMF

The characteristics of the EPMF shall be specified in a table as specified in Table H.5 with the following items:

- a) power quality assessment function (if any);
- b) classification of the PMF and the EPMF according to H.4.3 and H.4.4;
- c) temperature of the EPMF according to H.4.6.2;
- d) humidity and altitude conditions of the EPMF according to H.4.6.2;
- e) active power or active energy function (if existing) performance class according to 4.8.2 and H.4.6.2.

The sequence of function symbols shall be the following, see Table H.5:

Table H.5 – EPMF specification form

Type of characteristic	Examples of possible characteristic value	Other complementary characteristics
Classification of PMF according to H.4.3	PMF-I or PMF-II or PMF-III or PMF-x	
Classification of EPMF according to H.4.4	SD or DS or DD or SS	
Temperature	K40 or K55 or K70 or Kx or specified range for EPMF	
Humidity + altitude	Blank or extended values or specified range for EPMF	
Active power or active energy function (if function available) performance class	0,1 or 0,2 or 0,5 or 1 or 2	

It is strongly recommended that all items be listed, and only existing ones be specified.

H.5.3.3.2 Characteristics of functions

The characteristics of PMF shall be specified in a table as specified in Table 46 with the following items:

- a) function symbols as defined in Table 46;
- b) function performance class according to this document;
- c) measuring range for the specified performance class;
- d) other complementary characteristics.

H.6 Tests

H.6.1 General

The tests of Clause 6 apply and shall be performed on EPMF with the following modifications or additions.

Except otherwise stated, tests of Clause H.6 apply with the EPMF wired and set under normal conditions of use.

Reference tests conditions of H.4.6.1 apply.

H.6.2 Type tests of EPMF

H.6.2.1 General

Type tests shall be executed to check the compliance with the requirements of Clause H.4 and Clause H.5.

H.6.2.2 Tests of intrinsic uncertainty

As a general principle, each line of the intrinsic uncertainty tables in Clause 4 with conditions defined in H.4.6 to H.4.8 shall be associated to a test with the minimum test points and acceptance criterion given in 6.2.2.

H.6.2.3 Tests of variation of uncertainty with influence quantities

As a general principle, each line of the uncertainty with influence quantities tables in Clause 4 with conditions defined in H.4.6 to H.4.8 shall be associated to a test with the minimum test points and acceptance criterion given in 6.2.3.

H.6.2.4 Test of temperature influence

6.2.4 applies with environmental conditions defined in H.4.6.

H.6.2.5 Active power

6.2.5 applies.

H.6.2.6 Apparent power

6.2.6 applies.

H.6.2.7 Power factor

6.2.7 applies.

H.6.2.8 Common mode voltage rejection test

No requirement.

H.6.2.9 Frequency

6.2.9 applies.

H.6.2.10 Measurement of voltage harmonics and THD_u

6.2.10 applies.

H.6.2.11 Measurement of current harmonics and THD_i

6.2.11 applies.

H.6.2.12 Dips and swells

6.2.12 applies.

H.6.2.13 Voltage interruptions

6.2.13 applies.

H.6.2.14 Outputs tests

If output tests are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.14 applies.

H.6.2.15 Climatic tests

Climatic tests of the standard of the equipment where PMF is embedded apply if defined.

After an appropriate recovering time, the PMF shall show no change of the information and shall operate within its specifications.

If climatic tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.15 applies but with temperatures based on environmental conditions defined in the product standard of the EPMF.

H.6.2.16 EMC tests

If EMC tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.16 applies taking into consideration levels and tests conditions as defined in H.4.11. In this case, performance criteria apply to the PMF only.

H.6.2.17 Start-up tests

6.2.17 applies.

H.6.2.18 Gapless measurement test

6.2.18 applies.

H.6.2.19 Safety tests

If safety tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.19 applies.

H.6.3 Routine tests of EPMF**H.6.3.1 Protective bonding test**

If routine tests for safety aspects are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.3.1 applies.

H.6.3.2 Dielectric strength test

If routine tests for safety aspects are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.3.2 applies.

H.6.3.3 Uncertainty test

6.3.3 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex I (informative)

Potential new requirements derived from IEC 62053-2x series of standards

I.1 Scope

This informative annex provides information about future requirements for active and reactive energy measurement, in line with edition 2 of IEC 62053-2x series of standards.

It also provides information about future requirements for active and reactive power measurement based on the same influence quantities as for energy measurements.

This informative annex may replace in one of the future editions of IEC 61557-12 the current requirements specified in 4.8.2 and 4.8.3.

This annex may be used for active and reactive measurements instead of Tables 8, 9, 12 and 13.

PMDs compliant to IEC 61557-12 are intended to be used in distribution boards or in panels, while revenue meters compliant to IEC 62053-2x are intended to be used at or near the origin of the electrical supply to a building.

Compared to a revenue meter, a PMD:

- Tends to be used in a more severe temperature environment.
- Tends to be used in a less severe EMC environment.
- Tends to be used for power metering and monitoring applications, where sealing and other legal metrology features typically specified for billing applications are not necessary.

A PMD, operating in the environmental conditions specified in IEC 61557-12, will provide the same measurement results in terms of accuracy, as a revenue meter operating in the environmental conditions specified in IEC 62052-11:2020.

NOTE When the term sensor is used in this document, it is understood as “sensor” or “instrument transformer” or “transducer”. These aspects will be considered in a future edition of the document.

I.2 Future requirements for active power (P) and active energy (E_a) measurements

I.2.1 Future intrinsic uncertainty tables

Table I.1 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes > 0,5

Value of current		Power factor ($\cos \varphi$)	Percentage error limits for meters of class	
for direct connected PMD	for sensor operated PMD		1	2
$I_{\min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{\min} \leq I < 0,05 I_n$	1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductive	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
		0,8 capacitive	$\pm 1,5$	n/a
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductive	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
		0,8 capacitive	$\pm 1,0$	n/a

Table I.2 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $\leq 0,5$

Value of current		Power factor (cos φ)	Percentage error limits for PMD of class		
for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,1 ^{b, c}	0,2 ^c	0,5 ^a
$I_{min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{min} \leq I < 0,05 I_n$	1	±0,2	±0,4	±1,0
$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	±0,1	±0,2	±0,5
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductive	±0,25	±0,5	±1,0
		0,8 capacitive	±0,25	±0,5	±1,0
$0,2 I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 inductive	±0,15	±0,3	±0,6
		0,8 capacitive	±0,15	±0,3	±0,6

^a Class 0,5 of this table covers class 0,5 and 0,5S of IEC 62053-2x.

^b Class 0,1 applies only to active power.

^c Class 0,1 and Class 0,2 of this table covers Class 0,1S and Class 0,2S of IEC 62053-22.

1.2.2 Future limits of variations due to influence quantities

Table I.3 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes > 0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor ($\cos \varphi$) ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD			1	2
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		2,0	3,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		4,0	6,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		2,0	3,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n		1		4,0	6,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a		n/a	n/a
		---	I_n	1		2,0	3,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n		1		2,0	3,0
Power frequency magnetic fields of external origin ^{k, g}	IEC 61000-4-8 with level x = 0,5 mT	I_n		1		2,0	3,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	$0,5 I_{max}$		1		0,8	1,0
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1		3,0	6,0
Odd harmonics in the AC current circuit – 90-degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	$0,5 I_n$		1		3,0	6,0
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test	n/a	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	---	1		3,0	6,0
		---	n/a	0,5		n/a	n/a
Voltage variation	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1		0,5	1,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5		1,0	1,5
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1		0,05 ^b	0,10 ^b

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor ($\cos \varphi$) ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD			1	2
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$			0,07 ^b	0,15 ^b
Interruption of phase voltage	One or two phases missing ^f for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I_n		1		2,0	4,0
Frequency variation	rated frequency $\pm 2\%$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	1		0,5	0,8
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5		0,7	1,0
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	$0,1 I_n$		1		0,5	1,0
Auxiliary voltage variation	rated voltage $\pm 15\%$	$I_{\min}$		1		0,2	0,4
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	$I_{\min}$		1		0,2	0,4
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1		1,5	1,5
		---	I_n			0,5	1,0
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$		1		0,7	1,0
				0,5		1,0	1,5
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1		2,0	3,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a		n/a	n/a
		---	I_n	1		0,5	1,0
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I_n		1		0,5	1,0
Cold test ^e	6.2.15.3	I_n		1		0,5	1,0
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I_n		1		0,5	1,0

a	The test shall be carried out for at least 1 h, or until the variation of error during 20 min does not exceed 0,2 %.
b	These values shall be considered as mean temperature coefficients %/K.
c	Inductive.
d	Voltage transformer operated meters only.
e	For these tests, the PMD accuracy is measured before and after the test. The difference in percentage error before and after the test shall not exceed the error limits specified in this table. These errors limits may be interpreted as allowable PMD accuracy drift induced by the specified test conditions.
f	Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted: in a three-phase, four-wire network one or two phases; in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases. This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures. In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply. For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.
g	The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements. The differential voltage test does not apply.
h	This test does not apply to Power Metering and Monitoring environment.
i	This test does not apply to Power Metering and Monitoring applications, where anti-tampering features are not requested.
j	This test makes sense to verify gapless measurement
k	A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.
l	This test applies to three-phase four-wire transformer operated AC PMD, connected to distribution networks which are equipped with earth fault neutralizers or in which the star point is isolated.

Table I.4 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes ≤ 0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)	Power factor	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n	1	0,5	0,8	2,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	I_n	1	0,5	1,0	2,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n	1	2,0	2,0	2,0
Power frequency magnetic field of external origin ^{g, k}	IEC 61000-4-8 with level x = 0,5 mT	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	0,5 I_{max}	1	0,2	0,4	0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)	Power factor	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	0,5 I _n	1	0,3	0,6	1,5
Odd harmonics in the AC current circuit – 90- degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	0,5 I _n	1	0,3	0,6	1,5
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test ⁱ	n/a	Not applicable	Not applicable	n/a	n/a	n/a
Voltage variation	80 % U _n < U < 120 % U _n	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	1	0,05	0,1	0,25
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	0,5	0,1	0,2	0,5
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	1	0,005	0,01	0,03
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	0,5	0,01	0,02	0,05
Interruption of phase voltage	One or two phases missing [†] for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I _n	1	0,25	0,5	1,0
Frequency variation	rated frequency ±2 %	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	1	0,05	0,1	0,2
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I _n)	0,5	0,05	0,1	0,2
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	0,1 I _n	1	0,05	0,05	0,1
Auxiliary voltage variation	rated voltage ±15 %	I _{min}	1	0,05	0,05	0,1
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	I _{min}	1	0,05	0,05	0,1
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I _n	1	0,05	0,1	0,2
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	I _{max}	1	0,05	0,1	0,2
			0,5			
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I _n	1	0,25	0,5	1,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	I _n	1	0,05	0,1	0,25
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I _n	1	0,05	0,1	0,25
Cold test ^e	6.2.15.3	I _n	1	0,05	0,1	0,25
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I _n	1	0,05	0,1	0,25

I.3 Future requirements for reactive power (Q) and reactive energy (E_r) measurements

I.3.1 Future intrinsic uncertainty tables

Table I.5 – Future intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement

Value of current		Power factor $\sin \varphi$ (inductive or capacitive)	Percentage error limits for PMD of class			
for direct connected PMD	for sensor operated PMD ^{a, b}		0,5 ^{a, d}	1 ^{a, d}	2 ^c	3 ^c
$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,01 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	n/a	n/a
$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	n/a	n/a	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$

^a It is recommended that current transformers of accuracy class 0,2S / 0,5S are used with PMD of accuracy class 0,5 / 1 respectively in order to keep the overall system error – due to the phase displacement – on a low level. See also Annex B.

^b The current transformers under IEC 61869-2 have a lowest load point at 0,05 I_n for class 0,1 to class 1, and 0,01 I_n for class 0,2S and 0,5S.

^c Class 2 and Class 3 of this table cover Class 2 and Class 3 of IEC 62053-23 and IEC 62053-24.

^d Class 0,5 and Class 1 of this table covers Class 0,5S and Class 1S of IEC 62053-24. Class 0,5 and Class 1 not present in the core document will be implemented in a next edition.

I.3.2 Limits of variation in percentage error due to influence quantities

Table I.6 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \varphi$ ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	2,0	2,0	3,0	4,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \varphi^c$	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Power frequency magnetic field of external origin ^{g, k}	IEC 61000-4-8 with level $x = 0,5 \text{ mT}$	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	$0,5 I_{\max}$		1	0,5	0,8	1,0	1,5
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
Odd harmonics in the AC current circuit – phase fired waveforms test – 90-degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test ⁱ	n/a	$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$	---	1	n/a	n/a	6,0	6,0
		---	n/a	0,5	n/a	n/a	n/a	n/a
Voltage variation	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,25	0,5	1,0	2,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	1,5	3,0
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,03	0,05	0,10	0,15
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,05	0,07	0,15	0,25
Interruption of phase voltage	One or two phases missing ^f for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I_n		1	1,0	2,0	4,0	4,0
Frequency variation	rated frequency $\pm 2 \%$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,5	1,0	2,0	3,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	$0,1 I_n$		1	0,1	0,5	1,0	1,5
Auxiliary voltage variation	rated voltage $\pm 15 \%$	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1	n/a	n/a	1,5	1,5
		---	I_n	1	0,2	0,5	1,0	1,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \varphi^c$	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$		1	0,2	0,7	1,0	1,5
				0,5	0,2	1,0	1,5	2,0
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	0,25	0,5	1,0	1,5
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Cold test ^e	6.2.15.3	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5

^a The test shall be carried out for at least 1 h, or until the variation of error during 20 min does not exceed 0,2 %.

^b These values shall be considered as mean temperature coefficients %/K.

^c Inductive or capacitive.

^d Voltage transformer operated PMD only.

^e For these tests, the PMD accuracy is measured before and after the test. The difference in percentage error before and after the test shall not exceed the error limits specified in this table. These errors limits may be interpreted as allowable PMD accuracy drift induced by the specified test conditions.

^f Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted:

- in a three-phase, four-wire network one or two phases;
- in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases.

This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures.

In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply.

For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.

^g The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^h This test does not apply to Power Metering and Monitoring environment.

ⁱ This test does not apply to Power Metering and Monitoring applications, where anti-tampering features are not requested.

^j This test makes sense to verify gapless measurement

^k A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.

^l This test applies to three-phase four-wire transformer operated AC PMD, connected to distribution networks which are equipped with earth fault neutralizers or in which the star point is isolated.

Bibliography

IEC 60044-7:1999, *Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers*

IEC 60044-8:2002, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*

IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

IEC 60050-551-20, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60071-1:2006, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

IEC 60364-8-1, *Low voltage electrical installations – Part 8-1: Energy efficiency*

IEC 60688, *Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals*

IEC TR 61000-2-8:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-7:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

IEC 61010-2-030, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing or measuring circuits*

IEC 61010-2-031, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test*

IEC 61010-2-032, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-032: Particular requirements for hand-held and hand-manipulated current sensors for electrical test and measurement*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61557-2:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61557-3:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61557-4:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding*

IEC 61557-5:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 5: Resistance to earth*

IEC 61557-7:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 7: Phase sequence*

IEC 61557-8:2014, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems*

IEC 61557-9:2014, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems*

IEC 61557-13:2011, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems*

IEC 61869 (all parts), *Instrument transformers*

IEC 61869-2:2012, *Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers*

IEC 61869-3:2011, *Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers*

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

IEC 62052-11:2003, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62053 (all parts), *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements*

IEC 62053-21:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*
IEC 62053-21:2003/AMD1:2016

IEC 62053-22:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*
IEC 62053-22:2003/AMD1:2016

IEC 62053-23:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)*

IEC 62053-24:2014, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 24: Static meters for reactive energy at fundamental frequency (classes 0,5 S, 1S and 1)*

IEC 62586 (all parts), *Power quality measurement in power supply systems*

IEC 62586-1, *Power quality measurement in power supply systems – Part 1: Power quality Instruments (PQI)*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 50001, *Energy management systems – Requirements with guidance for use*

IEEE 1459-2000, *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*

EN 50160:2010, *Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	129
INTRODUCTION	131
1 Domaine d'application	132
2 Références normatives	133
3 Termes, définitions et notations	134
3.1 Définitions générales	134
3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance	136
3.3 Définitions relatives aux phénomènes électriques	140
3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure	143
3.5 Notations	144
3.5.1 Fonctions	144
3.5.2 Symboles et abréviations	144
3.5.3 Indices	145
4 Exigences	145
4.1 Exigences générales	145
4.2 Architecture générale d'un PMD	145
4.3 Classification des PMD	146
4.4 Structure des PMD	147
4.4.1 Structure des PMD avec capteurs	147
4.4.2 Exigences relatives au PMD autoalimenté	148
4.5 Liste des classes de performance applicables	148
4.6 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD	149
4.6.1 Conditions de référence	149
4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées	150
4.7 Conditions de démarrage	152
4.8 Exigences relatives aux fonctions des PMD	152
4.8.1 Exigences générales	152
4.8.2 Mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)	153
4.8.3 Mesurages de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})	159
4.8.4 Mesurages de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV})	164
4.8.5 Mesurages de la fréquence (f)	166
4.8.6 Mesurages en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc})	167
4.8.7 Mesurages de la tension efficace (U)	171
4.8.8 Mesurages du facteur de puissance (PF_A , PF_V)	173
4.8.9 Mesurages du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt})	173
4.8.10 Mesurages des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swi})	174
4.8.11 Mesurages de la coupure de tension (U_{int})	179
4.8.12 Mesurages des surtensions transitoires (U_{tr})	180
4.8.13 Mesurages du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})	180
4.8.14 Mesurages des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique total de la tension (THD_U et $THD-R_U$)	181
4.8.15 Mesurages du déséquilibre de courant (I_{nb} , I_{nba})	182

4.8.16	Mesurages des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique total du courant (THD_i et $THD-R_i$)	183
4.8.17	Mesurages des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes	184
4.9	Exigences mécaniques générales	184
4.9.1	Exigences relatives aux vibrations	184
4.9.2	Exigences relatives à l'indice IP.....	185
4.10	Exigences de sécurité	185
4.10.1	Protection contre les dangers électriques	185
4.10.2	Protection contre les dangers mécaniques.....	186
4.10.3	Protection contre d'autres dangers	186
4.11	Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)	186
4.11.1	Immunité	186
4.11.2	Émission.....	187
4.12	Sorties et/ou entrées.....	187
4.12.1	Généralités.....	187
4.12.2	Sorties analogiques	187
4.12.3	Sorties d'impulsions.....	188
4.12.4	Sorties commande	188
4.12.5	Entrées analogiques	188
4.12.6	Impulsions et entrées de commande.....	188
5	Marquage et instructions de fonctionnement.....	188
5.1	Généralités	188
5.2	Marquage	188
5.3	Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance	188
5.3.1	Généralités.....	188
5.3.2	Caractéristiques générales	189
5.3.3	Caractéristiques essentielles	189
6	Essais	191
6.1	Généralités	191
6.2	Essais de types des PMD	192
6.2.1	Généralités.....	192
6.2.2	Essais d'incertitude intrinsèque	192
6.2.3	Essais de variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence	192
6.2.4	Essai d'influence de la température	192
6.2.5	Puissance active.....	193
6.2.6	Puissance apparente	195
6.2.7	Facteur de puissance	196
6.2.8	Essai de réjection de tension de mode commun	196
6.2.9	Fréquence	196
6.2.10	Mesurage des harmoniques de tension et du THD_u	197
6.2.11	Mesurage des harmoniques de courant et du THD_i	198
6.2.12	Creux de tension et surtensions temporaires	198
6.2.13	Coupures de tension.....	198
6.2.14	Essais des sorties	198
6.2.15	Essais climatiques	199
6.2.16	Essais de CEM	200
6.2.17	Essais de démarrage	200

6.2.18	Essai de mesurage sans discontinuité	200
6.2.19	Essais de sécurité	201
6.3	Essais individuels de série	201
6.3.1	Essai de la liaison de protection	201
6.3.2	Essai de rigidité diélectrique	201
6.3.3	Essai d'incertitude	201
Annexe A (informative)	Applications de comptage, de mesure et de surveillance	202
A.1	Applications côté génération et côté consommation d'énergie	202
A.2	Relation entre applications, dispositifs et normes	202
Annexe B (informative)	Définitions des paramètres électriques	204
B.1	Généralités	204
B.2	Définitions en présence d'un neutre	204
B.3	Mesurage de la puissance dans un réseau triphasé à trois fils à l'aide de la méthode des deux wattmètres	208
B.3.1	Généralités	208
B.3.2	Puissance active totale	209
B.3.3	Puissance réactive totale vectorielle utilisant la définition du changement de phase en quadrature	210
B.3.4	Puissance réactive totale vectorielle selon la définition de Budeanu	210
B.4	Relations supplémentaires en cas de tension sinusoïdale	210
Annexe C (informative)	Convention sur le signe du facteur de puissance	212
C.1	Généralités	212
C.2	Convention sur le facteur de puissance (optique du consommateur)	212
C.3	Convention sur le facteur de puissance (optique du producteur)	213
Annexe D (normative)	Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne	215
D.1	Grandeurs moyennes	215
D.1.1	Généralités	215
D.1.2	Puissance moyenne	215
D.1.3	Courant moyen	215
D.1.4	Courant thermique moyen (ou courant moyen d'un bilame)	215
D.1.5	Intervalles spécifiés pour le calcul de la moyenne	215
D.2	Grandeurs crêtes moyennes	216
D.3	Grandeurs moyennes en triphasé	216
D.4	Grandeurs maximale et minimale	216
Annexe E (informative)	Incertitude intrinsèque et incertitude de fonctionnement	217
E.1	Généralités	217
E.2	Calcul de l'incertitude de fonctionnement	217
Annexe F (informative)	Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD	219
F.1	Considérations générales	219
F.2	Cas spécifique de mesurage de la puissance et de l'énergie actives, effectué par un PMD associé à un capteur de courant et/ou capteur de tension externes	219
F.3	Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes	220
Annexe G (informative)	Concept d'incertitude de mesure	221
G.1	Considérations générales	221
G.2	Calcul de l'incertitude élargie	221
G.2.1	Généralités	221
G.2.2	Écart type estimé	221

G.2.3	Incertitude élargie	222
G.3	Calcul de l'incertitude de mesure	223
G.3.1	Erreur systématique.....	223
G.3.2	Incertitude de mesure	223
G.4	Utilisation de l'incertitude de mesure comme critère de réussite/échec	224
G.4.1	Essais d'incertitude intrinsèque	224
G.4.2	Essais avec des grandeurs d'influence	224
G.4.3	Critère général de réussite/échec	224
Annexe H (normative) Exigences concernant la fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF) et exigences supplémentaires concernant les équipements incorporant une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF)		226
H.1	Domaine d'application.....	226
H.2	Références normatives	226
H.3	Termes, définitions et notations	227
H.4	Exigences concernant la PMF et exigences supplémentaires concernant les EPMF	227
H.4.1	Exigences générales	227
H.4.2	Architecture générale d'un EPMF	228
H.4.3	Classification de la PMF	228
H.4.4	Structure d'un EPMF	229
H.4.5	Liste des classes de performance applicables pour la PMF	230
H.4.6	Conditions de référence et de fonctionnement	230
H.4.7	Conditions de démarrage d'un EPMF	230
H.4.8	Exigences concernant la PMF.....	230
H.4.9	Exigences mécaniques générales.....	230
H.4.10	Exigences de sécurité.....	231
H.4.11	Exigences CEM	231
H.4.12	Entrées et/ou sorties.....	231
H.5	Marquage et instructions de fonctionnement	231
H.5.1	Généralités	231
H.5.2	Marquage.....	231
H.5.3	Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance	231
H.6	Essais.....	232
H.6.1	Généralités.....	232
H.6.2	Essais de type de l'EPMF	232
H.6.3	Essais individuels de série de l'EPMF.....	234
Annexe I (informative) Nouvelles exigences potentielles issues de la série de normes IEC 62053-2 x.....		235
I.1	Domaine d'application.....	235
I.2	Exigences futures pour les mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a).....	236
I.2.1	Tableaux d'incertitude intrinsèque future	236
I.2.2	Limites futures de variations du fait des grandeurs d'influence	237
I.3	Exigences futures pour les mesurages de la puissance réactive (Q) et de l'énergie réactive (E_r).....	243
I.3.1	Tableaux d'incertitude intrinsèque future	243
I.3.2	Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence	243
Bibliographie.....		247

Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD	146
Figure 2 – Description des différents types de PMD	148
Figure 3 – Relation entre la température de l'air ambiant et l'humidité relative	152
Figure 4 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active	193
Figure 5 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active	194
Figure 6 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active	195
Figure 7 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active	195
Figure 8 – Essais d'influence de la tension de mode commun	196
Figure 9 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques sur le mesurage de la fréquence	197
Figure A.1 – Présentation simplifiée des applications de mesure du côté génération et du côté consommation d'énergie	202
Figure B.1 – Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale	208
Figure B.2 – Circuit triphasé sans neutre	209
Figure C.1 – Format du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	212
Figure C.2 – Convention sur le facteur de puissance selon l'optique du producteur	213
Figure D.1 – Courant thermique moyen	215
Figure D.2 – Période d'intégration fixe	216
Figure D.3 – Période d'intégration glissante	216
Figure E.1 – Différents types d'incertitudes	217
Figure E.2 – Diagramme du processus de détermination de l'incertitude de fonctionnement	218
Figure G.1 – Représentation du concept d'incertitude de mesure	223
Figure G.2 – Présentation de la procédure d'essai d'incertitude	225
Figure H.1 – Exemple d'architecture d'un EPMF	228
Tableau 1 – Classification fonctionnelle des PMD avec des fonctions minimales exigées	147
Tableau 2 – Structure des PMD	147
Tableau 3 – Liste des classes de performance applicables	149
Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais	150
Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables	150
Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe	151
Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude	151
Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active	154
Tableau 9 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active (1 de 3)	155
Tableau 10 – Période d'essai minimale	158
Tableau 11 – Courant de démarrage pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active	159

Tableau 12 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	160
Tableau 13 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	161
Tableau 14 – Période d'essai minimale	163
Tableau 15 – Courant de démarrage pour le mesurage de l'énergie réactive	164
Tableau 16 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente	164
Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente	165
Tableau 18 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de fréquence	166
Tableau 19 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de fréquence	167
Tableau 20 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage du courant de phase	167
Tableau 21 – Plage de fonctionnement assignée pour le courant de neutre (calculé ou mesuré)	168
Tableau 22 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de phase	168
Tableau 23 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du courant de neutre	168
Tableau 24 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre	169
Tableau 25 – Grandeurs d'influence pour le mesurage du courant de phase et du courant de neutre	170
Tableau 26 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage de la tension efficace	171
Tableau 27 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la tension efficace	171
Tableau 28 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la tension efficace	172
Tableau 29 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du facteur de puissance	173
Tableau 30 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du papillotement	174
Tableau 31 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	176
Tableau 32 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	177
Tableau 33 – Grandeurs d'influence pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	178
Tableau 34 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la coupure de tension	180
Tableau 35 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la surtension transitoire	180
Tableau 36 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de tension	181
Tableau 37 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de tension	182
Tableau 38 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de tension	182
Tableau 39 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_U ou $THD-R_U$ de la tension	182
Tableau 40 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de courant	183

Tableau 41 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de courant	183
Tableau 42 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de courant	184
Tableau 43 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_i et $THD-R_i$ du courant.....	184
Tableau 44 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD	185
Tableau 45 – Formulaire de spécification des PMD.....	190
Tableau 46 – Modèle de spécification des caractéristiques	191
Tableau A.1 – Principales applications de mesure	203
Tableau B.1 – Définition des symboles	204
Tableau B.2 – Formules de calcul des paramètres électriques	205
Tableau C.1 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	213
Tableau C.2 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du producteur	214
Tableau F.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS associé à un capteur de tension ou PMD SS associé à des capteurs de courant et de tension	219
Tableau F.2 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes	220
Tableau G.1 – Facteur de correction $C(N)$ pour l'effectif d'échantillon N	222
Tableau H.1 – Liste des équipements pouvant incorporer une EPMF	227
Tableau H.2 – Classification fonctionnelle de la PMF avec des fonctions minimales exigées	229
Tableau H.3 – Structure d'un EPMF.....	229
Tableau H.4 – Valeur du courant selon le type d'EPMF.....	230
Tableau H.5 – Formulaire de spécification des EPMF	232
Tableau I.1 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes $> 0,5$	236
Tableau I.2 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes $\leq 0,5$	236
Tableau I.3 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence pour les classes $> 0,5$	237
Tableau I.4 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence pour les classes $\leq 0,5$	240
Tableau I.5 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive.....	243
Tableau I.6 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence	243

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61557-12 édition 2.1 contient la deuxième édition (2018-10) [documents 85/644/FDIS et 85/649/RVD] et son amendement 1 (2021-05) [documents 85/755/FDIS et 85/764/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions

sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61557-12 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Suppression des PMD-A du fait que ces dispositifs sont à présent largement couverts par la série de normes IEC 62586.
- b) Création de trois catégories de PMD accompagnées d'une liste des fonctions minimales exigées pour chacune des catégories.
- c) Ajout d'une nouvelle Annexe A décrivant les différentes applications associées aux normes et dispositifs correspondants et d'une autre nouvelle Annexe C portant sur les conventions du facteur de puissance.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61557, publiées sous le titre général *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les réseaux de distribution d'énergie ont besoin de garantir l'efficacité énergétique, la disponibilité en énergie et les performances de réseau afin de faire face aux défis suivants:

- exigences de développement durable pour lesquelles le mesurage de l'énergie, par exemple, est reconnu comme un élément essentiel de la gestion énergétique, faisant partie de l'effort global pour réduire les émissions de gaz carbonique et pour améliorer le rendement commercial des organismes de fabrication, des organisations commerciales et des services publics;
- évolutions technologiques (charges électroniques, méthodes de mesure électroniques, etc.);
- besoins des utilisateurs finaux (économies de coûts, conformité aux aspects de la réglementation des constructions, etc.) par rapport à la gestion de l'énergie électrique ainsi que d'autres énergies, ou fluides. D'autres fonctionnalités impliquant plusieurs paramètres non électriques sont souvent nécessaires parallèlement;
- sécurité et continuité du service;
- évolutions des normes d'installation, par exemple la détection des surintensités est à présent une nouvelle exigence pour le conducteur de neutre en raison du contenu harmonique.

La surveillance des grandeurs électriques dans les réseaux internes permet de relever ces défis.

Les dispositifs sur le marché actuel ont différentes caractéristiques, qui nécessitent un système de références commun. Par conséquent, l'élaboration du présent document est nécessaire afin de faciliter les choix des utilisateurs finaux en matière de performances, de sécurité, d'interprétation des indications, etc. Le présent document fournit une base à la spécification et à la description de tels dispositifs ainsi qu'à l'évaluation de leurs performances.

Pour répondre aux exigences du projet d'efficacité énergétique, un bon nombre de dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD¹) chargés de mesurer les paramètres électriques peuvent aussi collecter des données (eau, air, gaz, température...) à partir d'autres capteurs ou compteurs situés à l'intérieur des bâtiments ou des zones d'implantation d'usines. Il est nécessaire d'équiper les PMD d'un bus de communication pour qu'ils soient en mesure de transmettre l'ensemble de ces données à un logiciel de surveillance. Le logiciel de surveillance traite toutes les données collectées en vue de les surveiller et de générer des rapports utiles à l'analyse de l'utilisation et de la consommation d'énergie.

¹ PMD = power metering and monitoring device,

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 spécifie des exigences relatives aux dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD - *power metering and monitoring device*) qui mesurent et surveillent les grandeurs électriques dans les réseaux de distribution électrique et, facultativement, d'autres signaux externes. Ces exigences définissent également les performances des PMD dans les réseaux alternatifs ou continus monophasés et triphasés ~~ayant~~ avec des tensions assignées inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif ou inférieures ou égales à 1 500 V en courant continu.

Ces dispositifs sont fixes ou portables. Ils sont destinés à être utilisés à l'intérieur et/ou à l'extérieur.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) tels ~~que~~ qu'ils sont définis dans le présent document donnent des informations supplémentaires sur la sécurité, ce qui facilite la vérification de l'installation et augmente les performances des réseaux de distribution.

Par ailleurs, le présent document spécifie des exigences pour les fonctions de mesure dédiées au comptage et à la surveillance des paramètres électriques, appelées fonctions de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF - *power metering and monitoring function*). Ces fonctions peuvent être incorporées dans des équipements (EPMF - *equipment embedding power metering and monitoring function*) non classés comme des PMD et dont le comptage et la surveillance du réseau électrique ne constituent pas la fonction principale.

Les exigences concernant la fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF) et les exigences supplémentaires concernant les équipements qui incorporent une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF) sont décrites à l'Annexe H.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) relatifs aux paramètres électriques décrits dans le présent document sont utilisés pour des applications industrielles et commerciales générales.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) peuvent être associés, entre autres, aux capteurs tels que les transformateurs de mesure conformes à la série de normes IEC 61869 ou aux transducteurs conformes à l'IEC 60688.

Le présent document ne traite pas des aspects liés à la sécurité fonctionnelle et à la cybersécurité.

Le présent document n'est pas applicable:

- aux ~~appareils~~ équipements de comptage d'électricité conformes à l'IEC 62053-21, l'IEC 62053-22, l'IEC 62053-23 et l'IEC 62053-24. Néanmoins, les incertitudes définies

dans le présent document pour le mesurage de l'énergie active et réactive sont tirées de celles définies dans l'IEC 62053 (toutes les parties);

- au mesurage et à la surveillance des paramètres électriques définis dans l'IEC 61557-2 à l'IEC 61557-9 et dans l'IEC 61557-13 ou dans l'IEC 62020;
- aux instruments de qualité de l'alimentation (PQI - *power quality instrument*) conformes à l'IEC 62586 (toutes les parties);
- aux dispositifs ~~relevant des domaines d'application de~~ couverts par l'IEC 60051 (toutes les parties) (appareils de mesure électriques analogiques à action directe).

NOTE 1 Ces types de dispositifs sont généralement utilisés dans les applications ou pour les besoins généraux suivants:

- gestion énergétique à l'intérieur de l'installation, ~~y compris~~ comme la facilitation de la mise en œuvre des documents tels que l'ISO 50001 et l'IEC 60364-8-1;
- surveillance et/ou mesurage des paramètres électriques;
- mesurage et/ou surveillance de la qualité de l'énergie à l'intérieur des installations commerciales ~~ou~~ /industrielles.

NOTE 2 Un dispositif de mesure et de surveillance des paramètres électriques se compose généralement de plusieurs modules fonctionnels. Tous les modules fonctionnels ou une partie de ces modules sont combinés en un dispositif. Exemples de modules fonctionnels:

- mesurage et surveillance de plusieurs paramètres électriques simultanément;
- mesurage et/ou surveillance de l'énergie ainsi que, parfois, conformité à la réglementation des constructions;
- fonctions d'alarmes;
- qualité du côté consommation d'énergie (harmoniques de courant et de tension, surtensions/sous-tensions, creux de tension et surtensions temporaires, etc.).

NOTE 3 Les PMD sont traditionnellement appelés wattmètres, contrôleurs de puissance, dispositifs de contrôle de la puissance, dispositifs de surveillance de l'énergie électrique, analyseurs de puissance, compteurs multifonctions, équipements de mesure multifonctions, compteurs d'énergie.

NOTE 4 Les applications de comptage, de mesure et de surveillance sont expliquées à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61000-4-30:2015, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61326-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62053-31:1998, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 31: Dispositifs de sortie d'impulsions pour compteurs électromécaniques et électroniques (seulement deux fils)*

3 Termes, définitions et notations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et notations suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions générales

3.1.1

dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique

PMD

combinaison en un ou plusieurs dispositifs de plusieurs modules fonctionnels destinés à mesurer et à surveiller les paramètres électriques dans les réseaux de distribution d'énergie ou les installations électriques, utilisés pour des applications telles que l'efficacité énergétique, la surveillance de l'alimentation et les performances du réseau

Note 1 à l'article: Le terme générique «surveillance» englobe également les fonctions d'enregistrement, de gestion d'alarme, etc.

Note 2 à l'article: Ces dispositifs peuvent inclure des fonctions de qualité du côté consommation d'énergie pour la surveillance à l'intérieur des installations commerciales ou industrielles.

Note 3 à l'article: L'abréviation «PMD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «*power metering and monitoring device*».

3.1.2

fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation

fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation dont les méthodes de mesure sont définies dans l'IEC 61000-4-30

3.1.3

côté génération d'énergie

partie du réseau où l'énergie électrique est produite, transmise et distribuée aux consommateurs finaux par le biais du réseau de distribution public

Note 1 à l'article: Cette définition englobe les microréseaux, les générateurs décentralisés ou les générateurs d'énergie renouvelable.

3.1.4

côté consommation d'énergie

partie du réseau où l'énergie électrique est utilisée par les consommateurs finaux dans leur système de distribution électrique

3.1.5

point de couplage commun

PCC

point d'un réseau d'alimentation électrique, le plus proche électriquement d'une charge particulière, auquel d'autres charges sont ou peuvent être connectées

Note 1 à l'article: Ces charges peuvent être soit des dispositifs, appareils ou systèmes, soit des installations distinctes de clients.

Note 2 à l'article: Pour certaines applications, le terme «point de couplage commun» s'applique uniquement aux réseaux publics.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-07-15]

3.1.6

qualité de l'alimentation

caractéristiques du courant, de la tension électrique et de la fréquence en un point donné d'un système d'énergie électrique évaluée selon un ensemble de paramètres techniques de référence

Note 1 à l'article: Ces paramètres pourraient, dans certains cas, se rapporter à la compatibilité entre l'électricité fournie sur un réseau d'énergie électrique et les charges raccordées à ce réseau d'énergie électrique.

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-01-05]

3.1.7

capteur externe dédié

capteur propriétaire externe capable de fonctionner seulement avec une gamme de PMD spécifiés par le fabricant

3.1.8

capteur de courant

CS

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant au courant circulant à travers le circuit primaire de ce dispositif

Note 1 à l'article: Un transformateur de courant (CT – *current transformer*) est en général un capteur de courant magnétique.

Note 2 à l'article: L'abréviation «CS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «current sensor».

3.1.9

tension disponible

valeur de la tension pouvant être développée à la sortie analogique de courant, tout en étant conforme à l'exigence de la spécification d'incertitude pour cette sortie

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique aux signaux de sortie analogiques de courant.

3.1.10

capteur de tension

VS

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant à la tension à travers les bornes primaires de ce dispositif

Note 1 à l'article: Un transformateur de tension (VT – *voltage transformer*) est en général un capteur de tension magnétique.

Note 2 à l'article: L'abréviation «VS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «voltage sensor».

3.1.11

PMD autoalimenté

équipement dont les bornes de mesure servent également de bornes pour son alimentation

3.1.12

alimentation auxiliaire

circuit d'alimentation externe, en courant alternatif ou courant continu, qui alimente le PMD par des bornes dédiées, séparées des entrées de mesure du PMD

3.1.13

PMD alimenté par transformateur

PMD destiné à être connecté au(x) circuit(s) mesuré(s) par un ou plusieurs transformateurs externes de mesure

Note 1 à l'article: Le PMD alimenté par transformateur correspond au PMD Sx ou PMD xS dans le présent document.

3.1.14

élément indicateur primaire

élément indicateur d'un compteur qui tient compte des rapports de transformation de tous les transformateurs de mesure (tension et courant) alimentant le compteur

Note 1 à l'article: La valeur de l'énergie du côté primaire des transformateurs est obtenue par la lecture directe de l'élément indicateur.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.4]

3.1.15

élément indicateur semi-primaire

élément indicateur d'un compteur qui tient compte du (des) rapport(s) de transformation du (des) transformateur(s), soit de courant, soit de tension alimentant le compteur

Note 1 à l'article: La valeur de l'énergie du côté primaire du (des) transformateur(s) est obtenue en multipliant par un facteur approprié la lecture de l'élément indicateur.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.5]

3.1.16

fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique

PMF

fonction de mesure dédiée au comptage et à la surveillance des paramètres électriques des systèmes de distribution électriques incorporés dans un équipement qui n'est pas un PMD et est conforme à une autre norme de produit IEC

Note 1 à l'article: L'abréviation "PMF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*power metering and monitoring function*".

3.1.17

équipement incorporant la PMF

EPMF

équipement ou ensemble d'équipements incorporant la PMF dont la fonction principale n'est pas le comptage et la surveillance des paramètres électriques

Note 1 à l'article: Exemples de ce type d'équipement: alimentations sans interruption (ASI), systèmes de transfert statique (STS - *static transfer systems*), disjoncteurs, matériel de connexion de transfert (TSE - *transfer switching equipment*), interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs, combinés-fusibles, automates programmables (AP), onduleur utilisé dans les systèmes photovoltaïques, entraînements électriques de puissance à vitesse variable, relais de protection, dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR, DD), contrôleurs d'isolement à dispositif différentiel résiduel (RCM - *residual current monitoring*), délesteurs (LSE - *load-shedding equipment*), convertisseurs de puissance connectés aux réseaux bidirectionnels.

Note 2 à l'article: L'abréviation "EPMF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*equipment embedding PMF*".

3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance

3.2.1

conditions de référence

ensemble approprié de valeurs et/ou de domaines de valeurs spécifiés des grandeurs d'influence pour lequel les plus petites incertitudes permises d'un appareil de mesure sont spécifiées

Note 1 à l'article: Les domaines de valeurs spécifiés pour les conditions de référence, appelées domaines de référence, ne sont pas plus larges, et sont généralement plus étroits, que ceux spécifiés pour les conditions de fonctionnement assignées.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.2.2

mesurande (grandeur mesurée)

grandeur faisant l'objet de la mesure, évaluée dans l'état où se trouve le système mesuré pendant la mesure elle-même

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1, modifiée – les notes ont été enlevées.]

3.2.3

incertitude

paramètre, associé à une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peut être attribuée au mesurande

Note 1 à l'article: Dans le présent document, l'incertitude de mesure inclut les composantes issues d'effets systématiques et d'effets aléatoires.

3.2.4

incertitude intrinsèque

incertitude d'un appareil de mesure lorsqu'on l'utilise dans les conditions de référence

Note 1 à l'article: Dans le présent document, il s'agit d'un pourcentage de la valeur mesurée définie dans sa plage assignée et avec les autres grandeurs d'influence dans les conditions de référence, sauf indication contraire.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10, modifiée – une note a été ajoutée]

3.2.5

grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas l'objet de la mesure, et dont la variation affecte la relation entre l'indication et la mesure

Note 1 à l'article: Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement [VEI].

Note 2 à l'article: Comme le diagramme d'étalonnage dépend des grandeurs d'influence, pour assigner la mesure, il est nécessaire de savoir si les grandeurs d'influence applicables sont dans la plage spécifiée [VEI].

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14, modifiée – la note 3 a été enlevée.]

3.2.6

variation

<d'une seule grandeur d'influence> différence entre la valeur mesurée dans les conditions de référence et toute valeur mesurée comprise dans la plage d'influence

Note 1 à l'article: Il convient que les autres caractéristiques de performance et les autres grandeurs d'influence restent dans les plages spécifiées pour les conditions de référence.

3.2.7

conditions de fonctionnement nominales

ensemble de conditions devant être remplies pendant la mesure pour qu'un diagramme d'étalonnage soit valable

Note 1 à l'article: Outre l'étendue de mesure spécifiée et les domaines de fonctionnement assignés pour les grandeurs d'influence, les conditions peuvent comprendre des domaines spécifiés d'autres caractéristiques de performances de fonctionnement et d'autres indications qu'il est impossible d'exprimer sous forme de domaines de grandeurs.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.2.8

incertitude de fonctionnement

incertitude calculée en tenant compte de l'incertitude intrinsèque et des incertitudes supplémentaires occasionnées par les grandeurs d'influence définies

Note 1 à l'article: L'incertitude de fonctionnement, comme l'incertitude intrinsèque, n'est pas évaluée par l'utilisateur de l'appareil, mais déclarée par son fabricant ou son étalonneur. Cette mention peut revêtir la forme d'une relation algébrique impliquant l'incertitude intrinsèque et les valeurs d'une ou plusieurs grandeurs d'influence, mais une telle relation est seulement un moyen commode d'exprimer un ensemble d'incertitudes de fonctionnement dans différentes conditions d'utilisation, et non pas une relation fonctionnelle pouvant servir à évaluer la propagation de l'incertitude à l'intérieur de l'appareil.

Note 2 à l'article: Une incertitude de fonctionnement reflète la qualité de la conception d'un appareil, et n'est pas de même nature qu'une classe de performance ou une incertitude intrinsèque.

Note 3 à l'article: L'incertitude de fonctionnement peut être supérieure à l'incertitude intrinsèque et à la classe de performance.

Note 4 à l'article: Le concept de l'incertitude de fonctionnement est lié au concept d'erreur maximale admissible développé par d'autres documents, qui est calculé à partir de trois grandeurs d'influence uniquement.

3.2.9

incertitude globale

incertitude constituée de l'incertitude de plusieurs appareils distincts (capteur de tension, capteur de courant et PMD)

3.2.10

classe de performance de fonctionnement

nombre justifiant la performance d'une seule fonction, dépendant de l'incertitude intrinsèque de la fonction, prenant en compte une étendue de mesure spécifiée et des limites de variations dues aux grandeurs d'influence spécifiées

Note 1 à l'article: Dans le présent document, C représente la valeur numérique de la classe de performance de fonctionnement (par exemple, $C = 0,2$).

3.2.11

fréquence assignée

f_n

valeur de la fréquence pour laquelle la spécification du PMD est formulée

3.2.12

courant assigné

I_n

valeur du courant pour laquelle la spécification d'un PMD comprenant un capteur de courant externe (PMD Sx) est formulée

3.2.13

courant de base

I_b

valeur du courant pour laquelle la spécification d'un PMD à branchement direct (PMD Dx) est formulée

3.2.14

courant de démarrage

I_{st}

valeur la plus basse du courant pour laquelle le PMD démarre et enregistre continûment

[SOURCE: IEC 62052-11:2003, 3.5.1.1, modifiée – «compteur» a été remplacé par «PMD».]

3.2.15
courant maximal

$I_{\max}$

valeur la plus grande de courant pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.16
tension assignée

U_n

valeur de la tension en fonction de laquelle certaines des caractéristiques du PMD sont fixées

Note 1 à l'article: En fonction du réseau de distribution et de sa connexion au PMD, cette tension peut être soit la tension entre phases, soit la tension phase-neutre.

3.2.17
tension nominale

U_{nom}

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.2.18
tension minimale

$U_{\min}$

valeur de tension la plus basse pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.19
tension maximale

$U_{\max}$

valeur de tension la plus grande pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.20
tension résiduelle

U_{res}

valeur minimale de U enregistrée au cours d'un creux ou d'une coupure de tension

Note 1 à l'article: La tension résiduelle est exprimée sous la forme d'une valeur, exprimée en volts, ou d'un pourcentage ou d'une fraction de la tension assignée.

3.2.21
tension d'entrée déclarée

U_{din}

valeur obtenue à partir de la tension d'alimentation déclarée d'un rapport de transformation

[SOURCE: IEC 61000-4-30:2015, 3.2]

3.2.22
tension de référence glissante

U_{sr}

valeur de tension moyennée sur une minute, représentant la tension précédant un creux de tension ou une surtension temporaire

3.2.23
valeur moyenne

valeur moyenne d'une grandeur pendant une durée de temps spécifiée

3.2.24

valeur moyenne crête

valeur moyenne la plus élevée (positive ou négative) depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.25

moyenne thermique

résultat obtenu par un mesureur de moyenne thermique qui fournit une moyenne thermique avec un temps de réponse exponentiel, pour une charge constante donnée, l'indication donnée représentant 90 % de la moyenne actuelle sur un temps spécifié

Note 1 à l'article: Le temps est spécifié par le fabricant, habituellement 15 min.

3.2.26

valeur moyenne en triphasé

dans un réseau à trois ou quatre fils, moyenne arithmétique de toutes les valeurs de phase

3.2.27

valeur maximale

valeur la plus élevée mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.28

valeur minimale

valeur la plus basse mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.29

intervalle

laps de temps utilisé par le PMD pour intégrer des valeurs efficaces ou instantanées, afin de calculer les valeurs moyennes

3.3 Définitions relatives aux phénomènes électriques

3.3.1

courant de phase

I

valeur du courant circulant dans chaque phase d'un réseau de distribution électrique

3.3.2

courant de neutre

I_N

valeur du courant de neutre d'un réseau de distribution électrique

3.3.3

tension entre phases

tension composée

U

tension entre conducteurs de phase

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-29]

3.3.4

tension phase-neutre

tension simple

V

tension entre un conducteur de phase d'un réseau polyphasé et le point neutre

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-30]

3.3.5

fréquence

f

valeur de la fréquence mesurée d'un réseau de distribution électrique

3.3.6

facteur de puissance

PF

en régime périodique, rapport de la valeur de la puissance active à la puissance apparente

Note 1 à l'article: Ce facteur de puissance n'est pas le facteur de puissance de déplacement. Les deux types de facteurs de puissance sont différents en termes d'harmoniques.

Note 2 à l'article: L'abréviation « PF » est dérivée du terme anglais développé correspondant «*power factor*».

[SOURCE: IEC 60050-131:2002 131-11-46, modifiée – la formule dans la définition n'a pas été incluse, la note 1 a été modifiée et une note 2 a été ajoutée.]

3.3.7

amplitude du courant harmonique

I_h

valeur de l'amplitude du courant aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.8

amplitude de la tension harmonique

U_h

valeur de l'amplitude de la tension aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.9

harmoniques stationnaires

<tension et courant> contenu harmonique du signal, la variation d'amplitude de chaque composante harmonique restant constante à $\pm 0,1$ % de l'amplitude de la composante fondamentale

3.3.10

harmoniques quasi-stationnaires

<tension et courant> contenu harmonique du signal dans lequel la variation d'amplitude de chaque harmonique pour 10 cycles (réseaux de 50 Hz) ou 12 cycles (réseaux de 60 Hz) contigus reste constante à $\pm 0,1$ % de l'amplitude de la composante fondamentale

3.3.11

sous-harmoniques

<tension et courant> composante interharmonique dont le rang est inférieur à un

Note 1 à l'article: Dans le présent document, les composantes sous-harmoniques sont limitées aux rangs inverses d'un entier.

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-10, modifiée – le terme a été changé de «composante sous-harmonique» à «sous-harmoniques» et le domaine a été indiqué.]

3.3.12

papillotement

impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctuent dans le temps

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.3.13

creux de tension

baisse temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil donné

Note 1 à l'article: Les interruptions sont un cas particulier des creux de tension. Des traitements ultérieurs peuvent être utilisés pour faire la distinction entre creux de tension et interruption.

Note 2 à l'article: Dans certaines parties du monde, un creux de tension est appelé «sag» en anglais. Les deux termes sont considérés comme interchangeables; cependant, le présent document n'utilisera que le terme creux de tension.

3.3.14

surtensions temporaires

augmentation temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique au-dessus d'un seuil donné

3.3.15

tension efficace rafraîchie à chaque demi-cycle

$U_{rms(1/2)}$

valeur de la tension efficace mesurée sur 1 cycle, commençant à un passage par zéro de la composante fondamentale, et rafraîchie à chaque demi-cycle

Note 1 à l'article: Cette technique est indépendante sur chaque chaîne de mesure et produit des valeurs efficaces à des instants successifs sur chaque chaîne en cas de réseaux polyphasés.

Note 2 à l'article: Cette valeur efficace de la tension peut être une valeur entre phases ou entre phase et neutre.

3.3.16

tension efficace rafraîchie à chaque cycle

$U_{rms(1)}$

valeur de la tension efficace mesurée sur 1 cycle et rafraîchie à chaque cycle

Note 1 à l'article: Au contraire de l' $U_{rms(1/2)}$, cette technique ne définit pas l'instant de début de cycle.

Note 2 à l'article: Cette valeur efficace de la tension peut être une valeur entre phases ou entre phase et neutre.

3.3.17

coupure de tension

baisse de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil de coupure donné

3.3.18

déséquilibre de tension en amplitude et en phase

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale), ou les différences de phase entre conducteurs ne sont pas toutes égales

Note 1 à l'article: Le taux de déséquilibre s'exprime habituellement par le rapport de la composante inverse ou homopolaire à la composante directe.

Note 2 à l'article: Dans le présent document, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

3.3.19

déséquilibre de tension en amplitude

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale) ne sont pas toutes égales.

Note 1 à l'article: La phase relative entre les tensions entre conducteurs n'est pas prise en compte.

Note 2 à l'article: Dans le présent document, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

3.3.20

surtension transitoire

surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie

Note 1 à l'article: Les surtensions transitoires peuvent être suivies immédiatement par des surtensions temporaires. Dans ce cas, les deux types de surtensions sont considérés comme des événements séparés.

Note 2 à l'article: L'IEC 60071-1 définit trois types de surtensions transitoires, appelées surtensions à front lent, surtensions à front rapide et surtensions à front très rapide en fonction de leur durée jusqu'à la valeur de crête, durée de queue ou durée totale, et de la possibilité d'oscillations superposées.

[SOURCE: IEC 60050-604:2016, 604-03-14]

3.3.21

facteur de crête

rapport de la valeur de crête à la valeur efficace

3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure

3.4.1

fenêtre de mesure

intervalle de temps pendant lequel un seul mesurage est effectué, exprimé en secondes ou en nombre de cycles fondamentaux

Note 1 à l'article: La durée de la fenêtre de mesure peut être fixe ou variable en fonction de la technique de mesure.

3.4.2

mesurage sans discontinuité

technique de mesure dans laquelle le mesurage est effectué de manière continue sans discontinuité, c'est-à-dire en utilisant des fenêtres de mesure contigües

Note 1 à l'article: Pour les techniques numériques et pour une fréquence d'échantillonnage donnée, aucun échantillon n'est absent du traitement de mesure.

Note 2 à l'article: Lorsque des techniques de mesure sans discontinuité sont utilisées, aucune hypothèse n'est émise concernant la stabilité du signal, par opposition aux techniques de mesure avec interruption, dans lesquelles le signal est considéré comme stable pendant la durée où aucun mesurage n'est effectué.

3.5 Notations

3.5.1 Fonctions

Symbole	Fonction
P	puissance active totale
E_a	énergie active totale
Q_A / Q_V	puissance réactive totale arithmétique / puissance réactive totale vectorielle
E_{rA} / E_{rV}	énergie réactive totale arithmétique / énergie réactive totale vectorielle
S_A / S_V	puissance apparente totale arithmétique / puissance apparente totale vectorielle
E_{apA} / E_{apV}	énergie apparente totale arithmétique / énergie apparente totale vectorielle
f	fréquence
I	courant de phase (I_p : courant sur la phase p)
I_N / I_{Nc}	courant de neutre mesuré / courant de neutre calculé
U	tension entre phases (U_{pg} : tension phase p à phase g)
V	tension phase-neutre (V_p : tension phase p à neutre)
PF_A / PF_V	facteur de puissance arithmétique / facteur de puissance vectoriel
	NOTE $PF_V = \cos(\varphi)$ lorsqu'aucune harmonique n'est présente.
P_{st} / P_{lt}	papillotement de courte durée / papillotement de longue durée
U_{dip}	creux de tension entre phases (U_{pgdip} : creux phase p à phase g)
V_{dip}	creux de tension phase-neutre (V_{pdip} : creux de tension phase p à neutre)
U_{swl}	surtensions temporaires entre phases (U_{pgswl} : surtensions temporaires phase p à phase g)
V_{swl}	surtensions temporaires phase-neutre ($V_{p swl}$: surtensions temporaires phase p à neutre)
U_{tr}	surtensions transitoires entre phases ($U_{pg tr}$: surtensions transitoires phase p à phase g)
V_{tr}	surtensions transitoires phase-neutre ($V_{p tr}$: surtensions transitoires phase p à neutre)
U_{int}	coupures de tension entre phases (U_{pgint} : coupures de tension phase p à phase g)
V_{int}	coupures de tension phase-neutre ($V_{p int}$: coupures de tension phase p à neutre)
U_{nb}	déséquilibre de tension en amplitude et en phase entre phases ($U_{pg nb}$: phase p à phase g)
V_{nb}	déséquilibre de tension en amplitude et en phase phase-neutre ($V_{p nb}$: phase p à neutre)
I_{nb}	phase et amplitude du déséquilibre de courant
U_{nba}	déséquilibre de tension en amplitude entre phases ($U_{pg nba}$: phase p à phase g)
V_{nba}	déséquilibre de tension en amplitude phase-neutre ($V_{p nba}$: phase p à neutre)
I_{nba}	amplitude du déséquilibre de courant
U_h	harmoniques de tension entre phases ($U_{pg h}$: phase p à phase g)
V_h	harmoniques de tension phase-neutre ($V_{p h}$: phase p à neutre)
THD_u	taux de distorsion harmonique total de la tension entre phases par rapport à la fondamentale
$THD-R_u$	taux de distorsion harmonique total de la tension entre phases par rapport à la valeur efficace
THD_v	taux de distorsion harmonique total de la tension phase-neutre par rapport à la fondamentale
$THD-R_v$	taux de distorsion harmonique total de la tension phase-neutre par rapport à la valeur efficace
$THD-R$	taux de distorsion harmonique total du courant par rapport à la valeur efficace

3.5.2 Symboles et abréviations

$\%U_n$	pourcentage de U_n
$\%I_n$	pourcentage de I_n
$\%I_b$	pourcentage de I_b

3.5.3 Indices

a	actif
r	réactif
ap	apparent
n	assigné
b	de base
nom	nominal
N	neutre
c	calculé
h	harmonique
i	courant
u	tension
dip	creux
swl	swells (surtensions temporaires)
tr	transitoire
int	interruption (coupure)
nb	unbalance (déséquilibre)
nba	amplitude unbalance (déséquilibre en amplitude)
A	arithmétique
V	vectorel
min	valeur minimale
max	valeur maximale
avg	average value (valeur moyenne)
peak	peak value (valeur crête)
res	résiduel

4 Exigences

4.1 Exigences générales

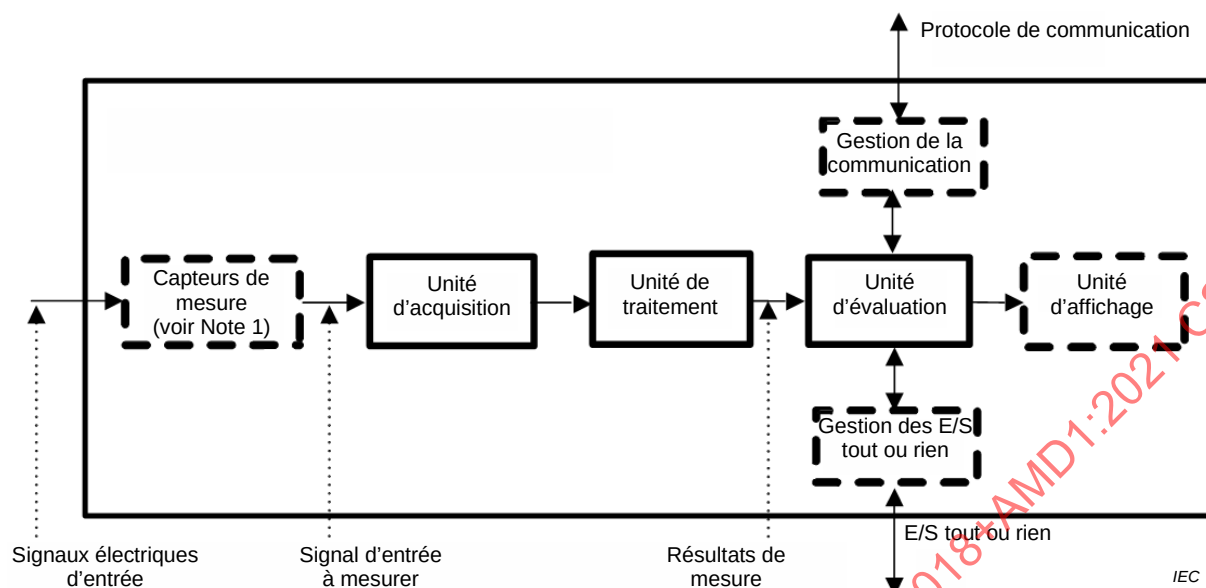
Les exigences suivantes doivent s'appliquer sauf spécification contraire dans la suite du texte.

4.2 Architecture générale d'un PMD

Architecture de la chaîne de mesure: la grandeur électrique à mesurer peut être soit directement accessible, comme c'est généralement le cas dans les réseaux basse tension, soit accessible par l'intermédiaire d'un capteur de mesure, par exemple les capteurs de tension (VS) ou les capteurs de courant (CS).

La Figure 1 représente l'architecture courante d'un PMD.

Dans certains cas, quand un PMD n'inclut pas les capteurs, leurs incertitudes associées ne sont pas prises en compte. Lorsqu'un PMD inclut les capteurs, leurs incertitudes associées sont prises en compte.



NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'inclure dans le PMD les éléments représentés dans les cases en pointillé.

NOTE 2 Les E/S sont des signaux analogiques et/ou numériques avec alarmes.

Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD

4.3 Classification des PMD

Les PMD sont classés selon les applications définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Classification fonctionnelle des PMD avec des fonctions minimales exigées

Symbole des fonctionnalités ^a	Type de PMD ^b		
	PMD-I Efficacité énergétique	PMD-II Surveillance de base de l'installation	PMD-III Surveillance avancée de l'installation/performance du réseau
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■
I_N			■
U et/ou V		■	■
PF		■	■
THD_U et/ou THD_V et/ou $THD-R_U$ et/ou $THD-R_V$			■
THD_I et/ou $THD-R_I$			■
^a Seules les grandeurs totales sont obligatoires.			
^b Pour les PMD autres que PMD-I, PMD-II et PMD-III et qui sont dénommés PMD-x, d'autres combinaisons de fonctions sont autorisées et doivent être spécifiées par le fabricant.			

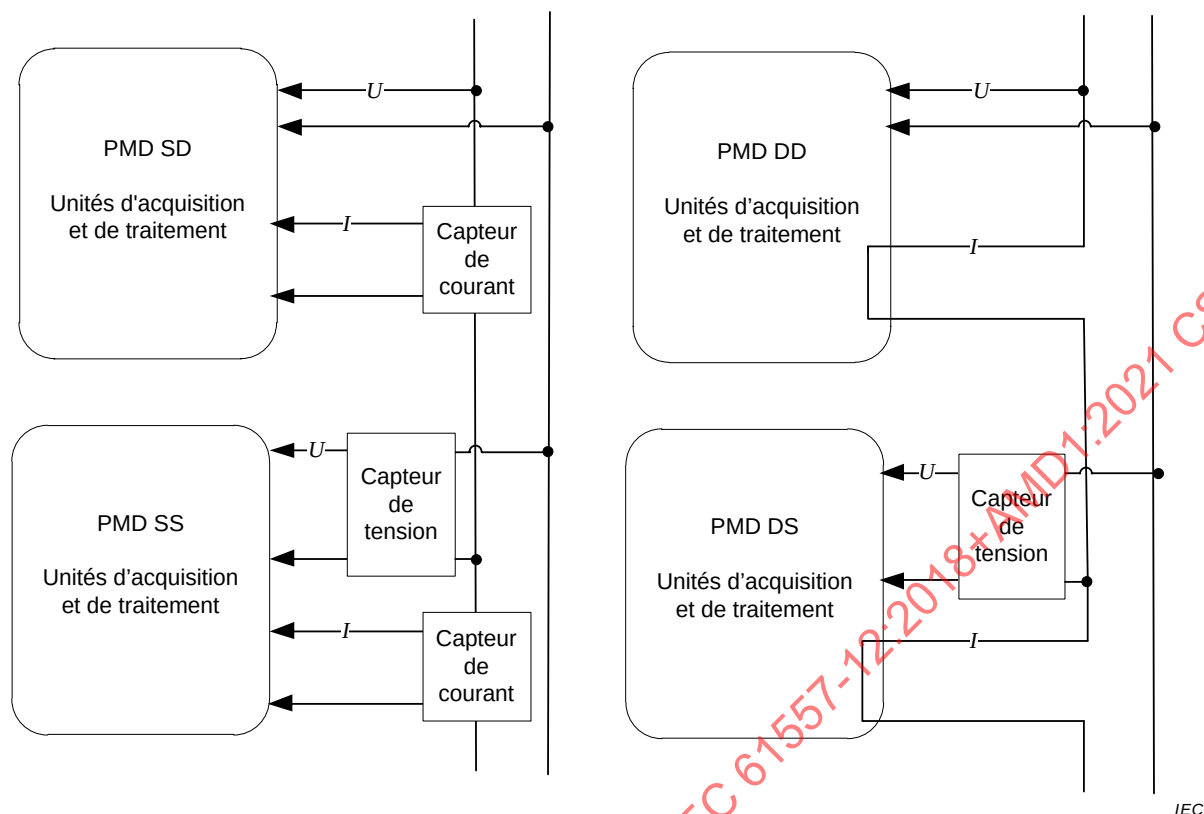
4.4 Structure des PMD

4.4.1 Structure des PMD avec capteurs

Les PMD peuvent inclure des capteurs internes, ou nécessiter des capteurs externes, comme représenté à la Figure 2. Selon ces caractéristiques, ils peuvent ainsi être classés en quatre catégories comme défini dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Structure des PMD

		Mesurage du courant	
		PMD avec capteur externe (capteurs de courant à l'extérieur du PMD) → PMD Sx	PMD à branchement direct (capteurs de courant à l'intérieur du PMD) → PMD Dx
Mesurage de la tension	PMD à branchement direct (capteurs de tension à l'intérieur du PMD) → PMD xD	PMD SD (Insertion semi-directe)	PMD DD (Insertion directe)
	PMD avec capteur externe (capteurs de tension à l'extérieur du PMD) → PMD xS	PMD SS (Insertion indirecte)	PMD DS (Insertion semi-directe)



NOTE Un PMD spécifié comme un PMD Dx (respectivement PMD xD) peut parfois, dans certaines conditions, être utilisé comme un PMD Sx (respectivement PMD xS) lorsqu'il est utilisé avec des capteurs externes, à condition qu'il soit conforme aux exigences des PMD Sx et Dx (respectivement PMD xS et xD).

Figure 2 – Description des différents types de PMD

4.4.2 Exigences relatives au PMD autoalimenté

Un PMD autoalimenté triphasé doit effectuer le mesurage dans les limites d'exactitude spécifiées, même lorsqu'une ou deux des trois phases sont déconnectées.

4.5 Liste des classes de performance applicables

Le Tableau 3 spécifie les classes de performance applicables.

Tableau 3 – Liste des classes de performance applicables

Énergie active				0,2	0,5	1	2			
Puissance active			0,1	0,2	0,5	1	2	2,5		
Énergie réactive							2		3	
Puissance réactive						1	2		3	
Énergie apparente				0,2	0,5	1	2			
Puissance apparente				0,2	0,5	1	2			
Fréquence	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5					
Courant de phase		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Courant de neutre mesuré				0,2	0,5	1	2			
Courant de neutre calculé			0,1	0,2	0,5	1	2			
Tension		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Facteur de puissance					0,5	1	2			5
Papillotement										5
Mesurage de creux de tension et de surtensions temporaires					0,5	1	2			
Surtensions transitoires					0,5	1	2			
Déséquilibre de tension				0,2	0,5	1				
Harmoniques de tension						1	2		3	5
Taux de distorsion harmonique total (THD – <i>total harmonic distortion</i>) de la tension						1	2		3	5
Déséquilibre de courant				0,2	0,5	1				
Harmoniques de courant						1	2		3	5
Taux de distorsion harmonique total (THD – <i>total harmonic distortion</i>) du courant						1	2		3	5

Les exigences relatives aux performances d'un PMD associé à un capteur externe dédié sont les mêmes que pour un PMD à branchement direct. Chaque combinaison d'un PMD associé à un capteur externe dédié doit être considérée comme un PMD DD qui doit satisfaire aux exigences de performance du présent document.

EXEMPLE Si un fabricant fournit trois différents types de capteurs dédiés (par exemple, un CT (transformateur de courant) dédié de 100 A, un CT dédié de 500 A et un CT dédié de 1 000 A), ce fabricant fournira trois différents rapports d'essais de type de performance (un pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 100 A, un pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 500 A et un troisième pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 1 000 A). Le fabricant doit fournir une justification appropriée (par exemple, des résultats de simulation, des résultats d'essai existants, des notes de calcul, des schémas...) pour l'extrapolation des performances si certains essais physiques ne sont pas réalisés.

NOTE L'Annexe E et l'Annexe F fournissent des recommandations relatives à l'association d'un PMD avec un capteur Annexe F.

4.6 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD

4.6.1 Conditions de référence

Le Tableau 4 spécifie les conditions de référence pour les essais:

Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais

Conditions	Conditions de référence
Température de fonctionnement	23 °C ± 2 °C, sauf spécification contraire par le fabricant
Humidité relative	40 % à 60 % RH
Tension d'alimentation auxiliaire	Tension d'alimentation assignée ± 1 %
Phases	Trois phases disponibles ^a
Déséquilibre de tensions	≤ 0,1 % ^a
Champ magnétique continu externe	≤ 40 A/m en courant continu ≤ 3 A/m en courant alternatif à 50/60 Hz
Composante continue sur la tension et le courant	Aucune
Forme d'onde	Sinusoidale
Fréquence	Fréquence assignée (50 Hz ou 60 Hz) ± 0,2 % ^b
^a Exigé uniquement dans le cas de réseaux triphasés. ^b Il convient que les PMD utilisent les fréquences assignées normalisées de 50 Hz ou 60 Hz, si possible, bien que d'autres fréquences assignées, ou plages de fréquences assignées, y compris le fonctionnement en continu, puissent être spécifiées.	

4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées

4.6.2.1 Généralités

Les Tableaux 5 à 7 donnent les conditions dans lesquelles les fonctions doivent être conformes à leurs spécifications.

4.6.2.2 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les appareils portables

Le Tableau 5 donne les températures assignées de fonctionnement pour les PMD portables:

Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables

	Classe de température K40 des PMD
Plage de fonctionnement assignée (avec une incertitude spécifiée)	0 °C à +40 °C
Plage limitée de fonctionnement (pas de défaillances de matériels)	–10 °C à +55 °C
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C

4.6.2.3 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les équipements installés de manière fixe

Le Tableau 6 donne les températures assignées de fonctionnement pour les PMD installés de manière fixe:

Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe

	Classe de température K55 des PMD	Classe de température K70 des PMD	Classe de température Kx ^b des PMD
Plage de fonctionnement assignée (avec incertitude spécifiée)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite de fonctionnement (pas de défaillance de matériels)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C	–40 °C à +85 °C	Selon la spécification du fabricant ^a
^a Les limites doivent être définies par le fabricant, conformément à l'application. ^b Kx représente les conditions étendues. ^c La température de fonctionnement est la température la plus élevée de l'air à proximité immédiate du PMD.			

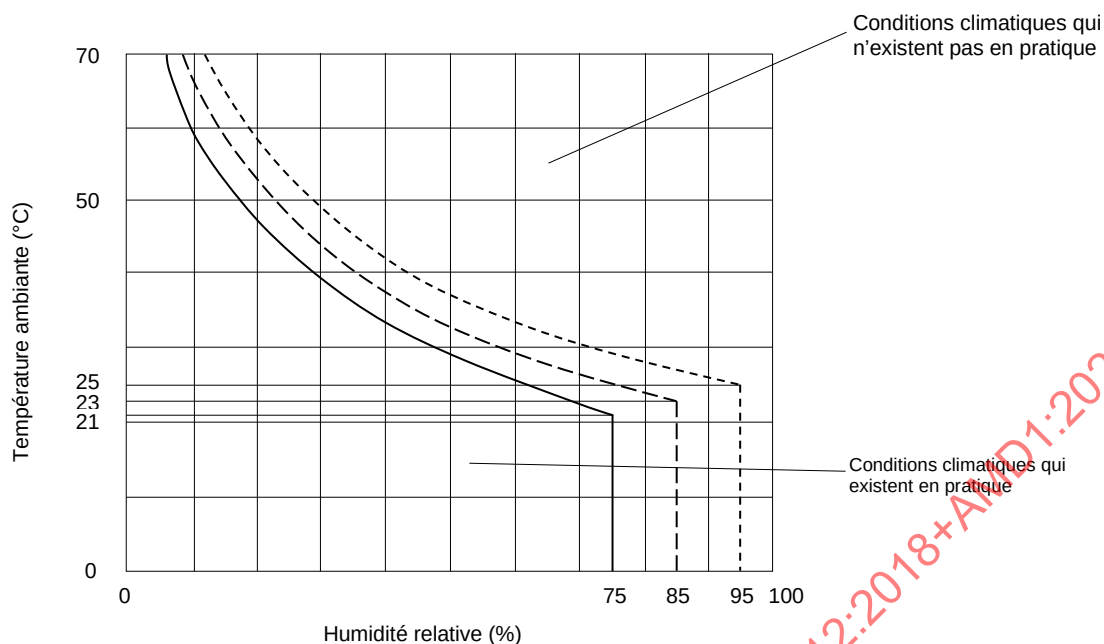
4.6.2.4 Conditions assignées de fonctionnement en humidité et altitude

Le Tableau 7 donne les conditions assignées de fonctionnement en humidité et en altitude pour les PMD portables et installés de manière fixe:

Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude

	Conditions normalisées	Conditions étendues
Plage de fonctionnement assignée (avec incertitude spécifiée)	0 % à 75 % HR ^b	0 % à plus de 75 % HR ^{ab}
Plage limite de fonctionnement pendant 30 jours/an	0 % à 90 % HR ^b	0 % à plus de 90 % HR ^{ab}
Plage limite pour le stockage et le transport	0 % à 90 % HR ^b	0 % à plus de 90 % HR ^{ab}
Altitude	0 m à 2 000 m	0 m à plus de 2 000 m ^a
^a Les limites doivent être définies par le fabricant, conformément à l'application. ^b Les valeurs d'humidité relative sont spécifiées sans condensation.		

Les limites d'humidité relative en fonction de la température de l'air ambiant sont représentées à la Figure 3.



IEC

Figure 3 – Relation entre la température de l'air ambiant et l'humidité relative

4.7 Conditions de démarrage

Les relevés de mesure doivent être disponibles par l'intermédiaire d'une interface de communication ou d'une interface utilisateur locale 15 s après l'application de l'alimentation. Si la durée du démarrage est supérieure à 15 s, les fabricants doivent spécifier le temps maximal à partir duquel les grandeurs de mesure sont disponibles par l'intermédiaire d'une interface de communication ou d'une interface utilisateur locale après l'application de l'alimentation.

Lorsqu'aucune interface utilisateur locale ou de communication n'est disponible, cette exigence doit être vérifiée selon la procédure d'essai décrite en 6.2.17.

4.8 Exigences relatives aux fonctions des PMD

4.8.1 Exigences générales

4.8.1.1 Exigences de couverture

Le 4.8 indique une liste de fonctions. En fonction du type de mesurage, l'ensemble ou une partie des fonctions énumérées doit être mesuré.

Toutes les fonctions mises en œuvre dans le produit et spécifiées dans le présent document doivent satisfaire aux exigences du présent document.

4.8.1.2 Exigences relatives à la fenêtre de mesure

Sauf spécification contraire, la fenêtre de mesure d'une grandeur mesurée ne doit pas dépasser 3 s ou 150/180 cycles à la fréquence assignée.

Cette exigence peut ne pas être satisfaite pour le THD et les harmoniques. Dans ce cas, la fenêtre de mesure du THD et des harmoniques doit être déclarée par le fabricant.

Cette exigence ne s'applique pas aux énergies ainsi qu'aux grandeurs de pointe, qui sont obtenues par intégration ou moyennage des grandeurs de base mesurées dans la fenêtre de mesure.

4.8.1.3 Exigences relatives aux grandeurs de tension phase-neutre

Sauf spécification contraire, les fonctions de tension phase-neutre doivent satisfaire aux mêmes exigences que les fonctions de tension entre phases, si les fonctions de tension phase-neutre sont mises en œuvre.

4.8.1.4 Exigences en matière de limites de variation due aux grandeurs d'influence

Pour des raisons pratiques, si la limite de variation calculée exigée est inférieure à 0,02 %, l'exigence doit donc être fixée à 0,02 %.

4.8.1.5 Courant maximal

Lorsque le PMD est mis en fonctionnement sur un ou plusieurs transformateurs de courant, l'attention est attirée sur la nécessité d'adapter la plage de courants du PMD à celle du secondaire du ou des transformateurs de courant. Le courant maximal du PMD doit être de 120 % I_n au moins.

4.8.2 Mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)

4.8.2.1 Techniques

Voir Annexe B.

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

4.8.2.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.2.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 8:

Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active

Étendue de mesure spécifiée		Facteur de puissance ^c	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement ^{C^a b}		Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour C < 1	pour C ≥ 1	
2 % $I_b \leq I < 10 \%$ I_b	1 % $I_n \leq I < 5 \%$ I_n	1	± 2,0 × C	Aucune exigence	%
5 % $I_b \leq I < 10 \%$ I_b	2 % $I_n \leq I < 5 \%$ I_n	1	Aucune exigence	± (1,0 × C + 0,5)	%
10 % $I_b \leq I \leq I_{\max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	± 1,0 × C	± 1,0 × C	%
5 % $I_b \leq I < 20 \%$ I_b	2 % $I_n \leq I < 10 \%$ I_n	0,5 inductif	± (1,7 × C + 0,15)	Aucune exigence	%
		0,8 capacitif	± (1,7 × C + 0,15)	Aucune exigence	
10 % $I_b \leq I < 20 \%$ I_b	5 % $I_n \leq I < 10 \%$ I_n	0,5 inductif	Aucune exigence	± (1,0 × C + 0,5)	%
		0,8 capacitif	Aucune exigence	± (1,0 × C + 0,5)	
20 % $I_b \leq I \leq I_{\max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductif	± (1,0 × C + 0,1)	± 1,0 × C	%
		0,8 capacitif	± (1,0 × C + 0,1)	± 1,0 × C	

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Pour les classes 1 et 2 de mesure de l'énergie active du présent document, les limites d'incertitude des classes 1 et 2 définies dans le Tableau 6 de l'IEC 62053-21:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau. Pour les classes 0,2 et 0,5 de mesure de l'énergie active du présent document, les limites d'incertitude des classes 0,2S et 0,5S définies dans le Tableau 4 de l'IEC 62053-22:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau.

^c Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, le facteur de puissance = cos φ.

4.8.2.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 9:

Tableau 9 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active (1 de 3)

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^e		Facteur de puissance ^j	Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a, b}		Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour C < 1	pour C ≥ 1	
Température ambiante	conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	0,05 × C 0,1 × C	0,05 × C 0,07 × C	% / K % / K
					Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a, b}		
Tension d'alimentation auxiliaire ^l	tension assignée ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 × C	0,1 × C	%
Tension	80 % $U_n < U < 120 \% U_n$	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	0,3 × C + 0,04 0,6 × C + 0,08	0,3 × C + 0,4 0,5 × C + 0,5	%
Fréquence	fréquence assignée ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	0,3 × C + 0,04 0,3 × C + 0,04	0,3 × C + 0,2 0,3 × C + 0,4	%
Séquence de phase inversée	---	10 % I_b	10 % I_n	1	0,15 × C + 0,02	1,5	%
Déséquilibre de tension	0 % à 10 %	I_b	I_n	1	1,5 × C + 0,2	2,0 × C	%
Phase manquante ^f	une ou deux phases manquantes	I	I_n	1	2,0 × C	2,0 × C	%
Composantes harmoniques dans les circuits de courant et de tension	tension, 5 ^e harmonique: 10 % courant, 5 ^e harmonique: 40 %	50 % I_{max}	50 % I_{max}	1	0,4 × C + 0,3	0,2 × C + 0,6	%

Tableau 9 (2 de 3)

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^e		Facteur de puissance ^j	Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct ^f	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe ⁱ				
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif	voir ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 × C	3,0 × C	%
Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif	voir ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 × C	3,0 × C	%
Réjection de la tension de mode commun sur les entrées de courant isolées ^k	0 à tension maximale par rapport à la terre (selon la catégorie de mesure) ^l	10 % I_b	5 % I_n	1	1,0 × C	0,5 × C	%
Induction magnétique permanente en courant alternatif d'origine externe 0,5 mT ^{c d h}	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	2,0	1,0 × C + 1,0	%
Champs électromagnétiques RF ^{c d}	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	3,4 × C + 0,3	1,0 × C + 1,0	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{c d}	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	3,4 × C + 0,3	1,0 × C + 1,0	%

Tableau 9 (3 de 3)

a	Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.
b	Pour les classes 1 et 2 de mesure de l'énergie active du présent document, les limites de variation des classes 1 et 2 définies dans le Tableau 8 de l'IEC 62053-21:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau. Pour les classes 0,2 et 0,5 de mesure de l'énergie active du présent document, les limites de variation des classes 0,2S et 0,5S définies dans le Tableau 6 de l'IEC 62053-22:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau.
c	Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définis dans l'IEC 61326-1 relative aux sites industriels.
d	Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie.
e	Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire.
f	Les PMD polyphasés avec trois éléments de mesure doivent effectuer des mesurages et des enregistrements, dans les limites de variation du pourcentage d'erreur indiquées dans le présent tableau, en cas de coupure des phases suivantes: – une ou deux des phases, dans un réseau triphasé à quatre fils; – une des trois phases, dans un réseau triphasé à trois fils (si le PMD est conçu pour un tel service). Cette exigence ne couvre que les coupures de phase et ne prend pas en compte des événements tels que les défaillances de fusibles de transformateur. Pour les PMD polyphasés avec deux éléments de mesure, l'essai ne s'applique pas. Pour les PMD à alimentation auxiliaire, l'alimentation auxiliaire n'est pas coupée au cours de l'essai.
g	Voir l'Article 6.
h	Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT produite par un courant à la même fréquence que celle de la tension appliquée au PMD et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction ne doit pas provoquer une variation dépassant les valeurs représentées dans ce tableau.
i	Une catégorie de mesure est définie dans l'IEC 61010-2-030, par exemple une tension de mode commun de 300 V pour 300 V cat. III
j	Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, le facteur de puissance = $\cos \varphi$.
k	Si les entrées de courant sont connectées de façon interne ou externe à la terre, cette exigence n'est pas applicable.
l	Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.2.5 Conditions de démarrage et à vide

4.8.2.5.1 Démarrage du PMD

Voir 4.7.

4.8.2.5.2 Condition à vide (uniquement pour le mesurage d'énergie)

Lorsque la tension est appliquée sans courant circulant dans le circuit de courant, la sortie d'essai du PMD ne doit pas produire plus d'une impulsion.

Pour cet essai, le circuit de courant doit être en circuit ouvert et une tension de 115 % de la tension assignée doit être appliquée au circuit de tension.

Dans le cas d'un shunt extérieur, seul le circuit d'entrée du PMD doit être mis en circuit ouvert.

La période d'essai minimale Δt doit être celle décrite dans le Tableau 10:

Tableau 10 – Période d'essai minimale

Types de PMD	Durée d'essai minimale Δt (min) pour la condition à vide	
	pour $C < 1$	pour $C \geq 1$
PMD	$\Delta t = \frac{((100 / C) + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

où

C est la classe de performance de fonctionnement;

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du PMD par kilowattheure (impulsion/kWh);

m est le nombre d'éléments de mesure;

NOTE Un élément de mesure est un composant du dispositif de mesure qui génère une sortie proportionnelle à l'énergie.

U_n est la tension assignée en volts;

$I_{\max}$ est le courant maximal en ampères.

Pour les PMD fonctionnant sur transformateurs avec des caractéristiques primaires ou semi-primaires, la constante k doit correspondre aux valeurs secondaires (tension et courant).

4.8.2.5.3 Courant de démarrage

Le PMD doit démarrer et enregistrer continûment aux valeurs de courant de démarrage (et, dans le cas de dispositifs de mesure triphasés, avec des charges équilibrées) présentées dans le Tableau 11.

Lorsque les conditions de démarrage sont satisfaites (conformément au Tableau 11), l'incertitude intrinsèque doit se situer entre –40 % et +90 % des valeurs mesurées.

Si le PMD est conçu pour le mesurage de l'énergie dans les deux directions, cet essai doit alors être appliqué avec un flux d'énergie dans chaque direction.

Tableau 11 – Courant de démarrage pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active

Types de PMD	Facteur de puissance ^a	Courant de démarrage pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	
		pour $C < 1$	pour $C \geq 1$
PMD Dx	1	$2 \times 10^{-3} \times I_b$	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$1 \times 10^{-3} \times I_n$	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$

^a Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, le facteur de puissance = $\cos \varphi$.

4.8.3 Mesurages de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})

4.8.3.1 Techniques

Voir Annexe B.

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

4.8.3.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer à l'intérieur de la plage assignée suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.3.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 12:

Tableau 12 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive

Étendue de mesure spécifiée		sin ϕ (inductif ou capacitif)	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a b}$		Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour $C < 3$	pour $C \geq 3$	
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b Pour les classes 2 et 3 de mesure de l'énergie réactive du présent document, les limites d'incertitude des classes 2 et 3 définies dans le Tableau 6 de l'IEC 62053-23:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau.					

4.8.3.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 13:

Tableau 13 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive

Type d'influence	Grandeurs d'influence	Plage d'influence	Étendue de mesure spécifiée ^d		sin ϕ (inductif ou capacitif)	Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a e}$		Unité
			Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour $C < 3$	pour $C \geq 3$	
Température ambiante		conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5	0,05 $\times C$ 0,075 $\times C$	0,05 $\times C$ 0,08 $\times C$	% / K % / K
						Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a b}$		
						pour $C < 3$	pour $C \geq 3$	
Tension d'alimentation auxiliaire ^f		tension assignée ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 $\times C$	0,1 $\times C$	%
Tension		80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	0,5 $\times C$ 0,75 $\times C$	0,66 $\times C$ 1,0 $\times C$	% %
Fréquence		fréquence assignée ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	1,25 $\times C$ 1,25 $\times C$	2,5 2,5	%
Induction magnétique continue d'origine externe de 0,5 mT ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Champs électromagnétiques RF ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%

- a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.
- b Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définis dans l'IEC 61326-1 relative aux sites industriels.
- c Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie.
- d Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire.
- e Pour les classes 2 et 3 de mesure de l'énergie réactive du présent document, les limites de variation des classes 2 et 3 définies dans le Tableau 8 de l'IEC 62053-23:2003 peuvent être utilisées ainsi que les limites d'incertitude données dans ce tableau.
- f Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.3.5 Conditions de démarrage et à vide

4.8.3.5.1 Démarrage du PMD

Voir 4.7.

4.8.3.5.2 Condition à vide

Lorsque la tension est appliquée sans courant circulant dans le circuit de courant, la sortie d'essai du PMD ne doit pas produire plus d'une impulsion.

Pour cet essai, le circuit de courant doit être en circuit ouvert et une tension de 115 % de la tension assignée doit être appliquée au circuit de tension.

Dans le cas d'un shunt extérieur, seul le circuit d'entrée doit être mis en circuit ouvert.

La période d'essai minimale Δt doit être celle décrite dans le Tableau 14:

Tableau 14 – Période d'essai minimale

Types de PMD	Période d'essai minimale Δt (min) pour la condition à vide	
	pour $C < 3$	pour $C \geq 3$
PMD	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((1080 / C) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

où

C est la classe de performance de fonctionnement;

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du PMD par kilovarheure (impulsion/kvarh);

m est le nombre d'éléments de mesure;

U_n est la tension assignée en volts;

$I_{\max}$ est le courant maximal en ampères.

Pour les PMD fonctionnant sur transformateurs avec des caractéristiques primaires ou semi-primaires, la constante k doit correspondre aux valeurs secondaires (tension et courant).

4.8.3.5.3 Courant de démarrage

Le PMD doit démarrer et enregistrer continûment aux valeurs de courant de démarrage (et, dans le cas de dispositifs de mesure triphasés, avec une charge équilibrée) présentées dans le Tableau 15.

Lorsque les conditions de démarrage sont satisfaites (conformément au Tableau 15), l'incertitude intrinsèque doit se situer entre –40 % et +90 % des valeurs mesurées.

Si le PMD est conçu pour le mesurage de l'énergie dans les deux directions, cet essai doit alors être appliqué avec un flux d'énergie dans chaque direction.

Tableau 15 – Courant de démarrage pour le mesurage de l'énergie réactive

Types de PMD	sin φ (inductif ou capacitif)	Courant de démarrage pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	
		pour C < 3	pour C ≥ 3
PMD Dx	1	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$	$(5 \times C - 5) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$	$(2 \times C - 1) \times 10^{-3} \times I_n$

4.8.4 Mesurages de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV})

4.8.4.1 Techniques

Voir Annexe B.

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

4.8.4.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.4.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 16:

Tableau 16 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente

Étendue de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a		Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe	pour C < 1	pour C ≥ 1	
$5 \% I_b < I \leq 10 \% I_b$	$2 \% I_n < I \leq 5 \% I_n$	$\pm 2,0 \times C$	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b < I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n < I \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

4.8.4.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 17:

Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^d		Facteur de puissance ^e	Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a		Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour $C < 1$	pour $C \geq 1$	
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$0,05 \times C$	$0,05 \times C$	% / K
					Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a,b}$		
					pour $C < 1$	pour $C \geq 1$	
Tension d'alimentation auxiliaire ^f	Tension assignée $\pm 15 \%$	$10 \% I_b$	$10 \% I_n$	1	$0,3 \times C + 0,04$	$0,3 \times C + 0,4$	%
Tension	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$5 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$ $10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$2 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$ $5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0,5 inductif	$0,6 \times C + 0,08$	$0,5 \times C + 0,5$	%
Induction magnétique continue d'origine externe de $0,5 \text{ mT}^{c,d}$	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%
Champs électromagnétiques RF ^{c,d}	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{c,d}	voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	$0,3 \times C + 0,04$	$0,3 \times C + 0,4$	%
					$0,6 \times C + 0,08$	$0,5 \times C + 0,5$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définis dans l'IEC 61326-1 relative aux sites industriels.

^c Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie.

^d Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire.

^e Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, le facteur de puissance = $\cos \varphi$.

^f Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.5 Mesurages de la fréquence (f)

4.8.5.1 Techniques

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

La fenêtre de mesure de la fréquence peut être supérieure à 3 s ou égale à 20 s au plus à la fréquence assignée.

4.8.5.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée suivante:

- Tension: 50 % U_n à U_{max} .

Si le courant est utilisé dans le mesurage de la fréquence, la plage suivante doit s'appliquer:

- Courant: pour les PMD Dx: 20 % I_b à I_{max} , pour les PMD Sx: 10 % I_n à I_{max} .

NOTE La fréquence est généralement mesurée à partir de la fonction mesurage de tension du PMD; la plage assignée de fonctionnement en courant n'est prise en compte que si cette fonction n'existe pas dans le PMD.

4.8.5.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 18:

Tableau 18 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de fréquence

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
45 Hz à 55 Hz ou 55 Hz à 65 Hz	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.		

4.8.5.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 19:

Tableau 19 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de fréquence

Grandeurs d'influence		Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence ou niveau d'influence		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	$0,1 \times C$	% / K
		Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a	
Tension	50 % U_n à U_{max}	$0,2 \times C$	%
Harmoniques dans les circuits de tension ^b	3 ^e harmonique 10 % 5 ^e harmonique 12 % 7 ^e harmonique 10 % 9 ^e harmonique 3 % 11 ^e harmonique 7 % 13 ^e harmonique 6 % 15 ^e harmonique 1 %	$0,2 \times C$	%
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b Il convient que toutes les composantes harmoniques aient une phase nulle par rapport à la fondamentale. La forme d'onde et l'équation résultantes sont présentées en 6.2.9.			

4.8.6 Mesurages en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc})

4.8.6.1 Techniques

Voir Annexe B.

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

4.8.6.2 Plage assignée de fonctionnement

4.8.6.2.1 Généralités

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 20 et le Tableau 21:

4.8.6.2.2 Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage du courant de phase

Tableau 20 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage du courant de phase

Types de PMD	Étendue de mesure spécifiée	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête
PMD Sx	10 % I_n à 120 % I_n	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2
PMD Dx	20 % I_b à I_{max}	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2

4.8.6.2.3 Plage assignée de fonctionnement pour le courant de neutre mesuré (avec un capteur) et le courant de neutre calculé (à partir des courants de phase)

Tableau 21 – Plage de fonctionnement assignée pour le courant de neutre (calculé ou mesuré)

Types de PMD	Étendue de mesure spécifiée ^a	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête
PMD Sx	10 % I_n à 120 % I_n	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2
PMD Dx	20 % I_b à I_{max}	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2

^a Le courant nominal du capteur de courant de neutre peut être différent de celui du capteur de courant de phase.

4.8.6.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

4.8.6.3.1 Généralités

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans le Tableau 22, le Tableau 23 et le Tableau 24.

4.8.6.3.2 Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de phase

Tableau 22 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de phase

Étendue de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

4.8.6.3.3 Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de neutre mesuré (avec un capteur)

Tableau 23 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du courant de neutre

Étendue de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
20 % $I_b \leq I_N \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I_N \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

4.8.6.3.4 Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de neutre calculé (à partir des courants de phase)

Tableau 24 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre

Étendue de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a\ b\ c}$	Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
$20\ \% \ I_b \leq I_p^c \leq I_{max}$	$10\ \% \ I_n \leq I_p^c \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\% \ I^b$
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b L'incertitude doit être exprimée en pourcentage du courant de phase le plus élevé. ^c La classe de performance C se rapporte à la classe de performance du courant de phase.			

4.8.6.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 25.

Tableau 25 – Grandeurs d'influence pour le mesurage du courant de phase et du courant de neutre

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^b		Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence	valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c	Tension assignée $\pm 15 \%$	$20 \% I_b$	$10 \% I_n$	$0,1 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Les grandeurs d'influence pour le courant de phase sont définies avec les courants équilibrés dans le réseau de distribution triphasé.

^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.7 Mesurages de la tension efficace (U)

4.8.7.1 Technique

Voir Annexe B.

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

4.8.7.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 26:

Tableau 26 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage de la tension efficace

Types de PMD	Étendue de mesure spécifiée	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête ^a
PMD xS	20 % U_n à 120 % U_n ^a	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	1,5
PMD xD	Tel que spécifié par le fabricant	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou courant continu et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	1,5

^a Les PMD utilisant des circuits de détection de fréquence ne fonctionnant pas dans toute la plage assignée peuvent mesurer la tension avec la dernière valeur mesurée significative de la fréquence entre 20 % de U_n et 50 % de U_n .

4.8.7.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 27:

Tableau 27 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la tension efficace

Étendue de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Le fabricant peut définir $U_{\max}$ et $U_{\min}$, en prenant en compte l'étendue de mesure minimale du Tableau 26.

4.8.7.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 28:

Tableau 28 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la tension efficace

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^b		Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c	Tension assignée ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	%

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Le fabricant peut définir $U_{\max}$ et $U_{\min}$ en prenant en compte l'étendue de mesure spécifiée du Tableau 26.

^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.8 Mesurages du facteur de puissance (PF_A , PF_V)

4.8.8.1 Techniques

Voir l'Annexe B pour les méthodes et l'Annexe C pour les conventions sur le signe du facteur de puissance.

4.8.8.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées suivantes:

- tension: 50 % U_n à U_{max} ; ou
- courant: pour les PMD Dx: 20 % I_b à I_{max}
pour les PMD Sx: 10 % I_n à I_{max}

4.8.8.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 29:

Tableau 29 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du facteur de puissance

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
De 0,5 inductif à 0,8 capacitif	$\pm 0,01 \times C$	Pas d'unité ^b
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.		
^b Il n'y a pas d'unité puisqu'un facteur de puissance est un rapport.		

4.8.8.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires par rapport aux incertitudes intrinsèques doivent être calculées conformément au Tableau 9 et au Tableau 17 pour un facteur de puissance de 1 et de 0,5 inductif, dans les plages assignées de fonctionnement, en prenant en considération la combinaison la plus défavorable d'incertitudes.

4.8.9 Mesurages du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt})

4.8.9.1 Techniques

Voir IEC 61000-4-15.

4.8.9.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée suivante:

- tension: 80 % U_n à U_{max}

4.8.9.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 30:

Tableau 30 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du papillotement

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
De 0,4 à 2	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.		

4.8.10 Mesurages des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swl})

NOTE Les exigences relatives aux creux de tension et aux surtensions temporaires sont équivalentes à la classe S de l'IEC 61000-4-30.

4.8.10.1 Méthode de mesure

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

La mesure de référence U_{rms} pour un creux de tension et pour une surtension temporaire doit être l' $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ sur chaque chaîne de mesure (voir 3.3.15) ou l' $U_{\text{rms}(1)}$ sur chaque chaîne de mesure (voir 3.3.16). Le fabricant doit spécifier le type de mesurage utilisé.

NOTE La valeur de $U_{\text{rms}(1)}$ ou de $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ inclut par définition des harmoniques, des interharmoniques, des tensions de signalisation du réseau, etc.

4.8.10.2 Détection et évaluation d'un creux de tension

4.8.10.2.1 Détection d'un creux de tension

Le seuil de creux de tension est un pourcentage soit de U_{din} soit de la tension de référence glissante U_{sr} (voir 4.8.10.4).

NOTE La tension de référence glissante U_{sr} n'est généralement pas utilisée dans les réseaux BT. Voir l'IEC TR 61000-2-8 pour de plus amples informations et conseils.

- Dans les réseaux monophasés, un creux de tension commence lorsque la tension U_{rms} baisse en dessous du seuil de creux de tension, et prend fin quand la tension U_{rms} est égale ou supérieure au seuil de creux de tension augmenté d'une certaine tension d'hystérésis.
- Dans les réseaux polyphasés, un creux de tension commence lorsque la tension U_{rms} d'une ou de plusieurs chaînes baisse en dessous du seuil de creux de tension, et prend fin quand la tension U_{rms} de toutes les chaînes mesurées est égale ou supérieure au seuil de creux de tension augmenté d'une certaine tension d'hystérésis.

Le seuil de creux de tension et la tension d'hystérésis sont tous deux définis par l'utilisateur selon l'application.

4.8.10.2.2 Évaluation d'un creux de tension

Un creux de tension est caractérisé par une paire de données, soit la tension résiduelle (U_{res}) soit la profondeur et la durée:

- la tension résiduelle d'un creux de tension est la valeur U_{rms} la plus basse mesurée sur n'importe quelle chaîne pendant le creux de tension;
- la profondeur est la différence entre la tension de référence (U_{din} ou U_{sr}) et la tension résiduelle. Elle est généralement exprimée en pourcentage de la tension de référence.

NOTE 1 Il peut être utile pendant le creux de tension d'enregistrer également la plus basse U_{rms} sur chaque chaîne, en plus de la tension résiduelle du creux. La durée passée au-dessous du seuil de creux de tension sur chaque chaîne peut aussi être utile.

NOTE 2 Si les formes d'onde de tension sont enregistrées avant, pendant et après un creux, des informations utiles sur les modifications des différences de phase peuvent être disponibles dans les données enregistrées.

L'heure de début d'un creux de tension doit être horodatée avec l'heure de début de l' U_{rms} de la chaîne qui a initié l'événement et l'heure de fin du creux de tension doit être horodatée avec l'heure de fin de l' U_{rms} qui a mis fin à l'événement, comme défini par le seuil augmenté de l'hystérésis.

La durée d'un creux de tension est la différence entre l'heure de début et l'heure de fin de ce creux de tension.

NOTE 3 Pour les mesurages polyphasés, le mesurage de la durée du creux de tension peut débuter sur une chaîne et prendre fin sur une autre chaîne.

NOTE 4 Les enveloppes des creux de tension n'ont pas nécessairement une forme rectangulaire. De ce fait, pour un creux de tension donné, la durée mesurée est fonction de la valeur de seuil du creux de tension sélectionné. La forme de l'enveloppe peut être évaluée à l'aide de plusieurs seuils de creux définis à l'intérieur de la plage de seuils de creux de tension et de coupures de tension.

NOTE 5 Généralement, l'hystérésis est égale à 2 % de U_{din} .

NOTE 6 Les seuils de creux sont généralement compris dans la plage de 85 % à 90 % de la tension de référence fixe utilisée pour les applications de recherche de pannes ou les applications statistiques.

NOTE 7 La tension résiduelle est souvent utile pour les utilisateurs finaux; elle peut être choisie de préférence pour sa valeur de référence égale à zéro volt. Par contre la profondeur est souvent utile aux fournisseurs de matériels électriques, destinés surtout aux réseaux HT, ou dans des cas d'utilisation d'une tension de référence glissante.

NOTE 8 Le déphasage peut se produire au cours des creux de tension.

NOTE 9 Lorsqu'un seuil est dépassé, une marque d'horodatage peut être enregistrée.

4.8.10.3 Détection et évaluation d'une surtension temporaire

4.8.10.3.1 Détection d'une surtension temporaire

Le seuil de creux de tension est un pourcentage soit de U_{din} soit de la tension glissante U_{sr} (voir 4.8.10.4). L'utilisateur doit déclarer la tension de référence utilisée.

NOTE La tension de référence glissante U_{sr} n'est généralement pas utilisée dans les réseaux BT. Voir l'IEC TR 61000-2-8 pour de plus amples informations et conseils.

- Dans les réseaux monophasés, une surtension temporaire commence lorsque la tension U_{rms} dépasse le seuil de surtension temporaire, et prend fin quand la tension U_{rms} est égale ou inférieure au seuil de surtension temporaire diminué de la tension d'hystérésis.
- Dans les réseaux polyphasés, une surtension temporaire commence lorsque la tension U_{rms} d'une ou de plusieurs chaînes dépasse le seuil de surtension temporaire, et prend fin quand la tension U_{rms} de toutes les chaînes mesurées est égale ou inférieure au seuil de surtension temporaire diminué de la tension d'hystérésis.

Le seuil de surtension temporaire et la tension d'hystérésis sont tous deux définis par l'utilisateur selon l'application.

4.8.10.3.2 Évaluation d'une surtension temporaire

Une surtension temporaire est caractérisée par une paire de données, c'est-à-dire l'amplitude maximale de surtension temporaire et la durée:

- l'amplitude maximale d'une surtension temporaire est la valeur U_{rms} la plus élevée mesurée sur n'importe quelle chaîne pendant la surtension temporaire;
- l'heure de début d'une surtension temporaire doit être horodatée avec l'heure de début de l' U_{rms} de la chaîne qui a initié l'événement et l'heure de fin de la surtension temporaire doit être horodatée avec l'heure de fin de l' U_{rms} qui a mis fin à l'événement, comme défini par le seuil diminué de l'hystérésis;

- la durée d'une surtension temporaire est la différence entre l'heure de début et l'heure de fin de la surtension temporaire.

NOTE 1 Pour les mesurages polyphasés, le mesurage de la durée de la surtension temporaire peut débuter sur une chaîne et prendre fin sur une autre chaîne.

NOTE 2 L'enveloppe d'une surtension temporaire peut ne pas être rectangulaire. De ce fait, pour une surtension temporaire donnée, la durée mesurée est fonction de la valeur de seuil de la surtension temporaire.

NOTE 3 Généralement, l'hystérésis est égale à 2 % de U_{din} .

NOTE 4 Généralement, le seuil de surtension temporaire est supérieur à 110 % de U_{din} .

NOTE 5 Le déphasage peut également se produire au cours des surtensions temporaires.

NOTE 6 Lorsqu'un seuil est dépassé, une marque d'horodatage peut être enregistrée.

4.8.10.4 Calcul d'une tension de référence glissante

L'application de la tension de référence glissante est facultative. Lorsqu'une tension de référence glissante est choisie pour la détection d'un creux de tension ou d'une surtension temporaire, cette tension de référence doit être calculée à l'aide d'un filtre de premier ordre de constante de temps égale à 1 min.

Au démarrage du mesurage, la valeur initiale de la tension de référence glissante est réglée sur la tension d'entrée déclarée.

La tension de référence glissante n'est pas actualisée pendant un creux de tension, une surtension temporaire ou une coupure de tension.

4.8.10.5 Incertitude de mesure et étendue de mesure

4.8.10.5.1 Incertitude de mesure de l'amplitude de la tension résiduelle et de la surtension temporaire

L'incertitude de mesure ne doit pas dépasser $\pm 1,0$ % de U_{din} .

NOTE Si $U_{rms(1)}$ est utilisée, cette incertitude n'est valide que pour des creux de tension rectangulaires ou des surtensions temporaires rectangulaires qui durent au moins 4 cycles.

4.8.10.5.2 Incertitude de mesure de la durée

Si $U_{rms(1/2)}$ est utilisée, l'incertitude sur la durée d'un creux de tension ou d'une surtension temporaire est alors égale à l'incertitude sur le début de l'événement (un demi-cycle) plus l'incertitude sur la fin de l'événement (un demi-cycle). Si $U_{rms(1)}$ est utilisée, l'incertitude sur la durée d'un creux de tension ou d'une surtension temporaire est alors égale à l'incertitude sur le début de l'événement (un cycle) plus l'incertitude sur la fin de l'événement (un cycle).

4.8.10.6 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 31:

Tableau 31 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires

Types de PMD	Plage de seuil minimale ajustable pour le creux de tension	Plage de seuil minimale ajustable pour la surtension temporaire
PMD xS	5 % U_n à 100 % U_n	100 % U_n à 120 % U_n
PMD xD	tel que spécifié par le fabricant	tel que spécifié par le fabricant

La durée détectable minimale doit être au moins égale à une période de la tension mesurée.

4.8.10.7 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 32:

Tableau 32 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a\ b}$	Unité
Creux de tension et surtensions temporaires	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Durée des creux de tension et durée des surtensions temporaires	Une période à la fréquence du réseau	ms ^c
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b L'incertitude sur la durée d'un creux de tension ou d'une surtension temporaire est égale à l'incertitude sur le début de l'événement (un demi-cycle) plus l'incertitude sur la fin de l'événement (un demi-cycle). ^c Il s'agit d'une incertitude fixe.		

4.8.10.8 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.6.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 33:

Tableau 33 – Grandeurs d'influence pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires

Grandeurs d'influence		Étendue de mesure spécifiée ^b		Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée du Tableau 5 et Tableau 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c	Tension assignée ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	% U_n
Fréquence	Fréquence assignée ± 10 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,5 \times C$	% U_n

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b Le fabricant peut définir $U_{\max}$ et $U_{\min}$ en prenant en compte l'étendue de mesure minimale du Tableau 31.

^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une plage plus large de la tension d'alimentation alternative ou continue, les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette plage. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la plage spécifiée de tensions d'alimentation.

4.8.11 Mesurages de la coupure de tension (U_{int})

NOTE Les exigences relatives aux coupures de tension sont équivalentes à la classe S de l'IEC 61000-4-30.

4.8.11.1 Méthode de mesure

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

Le mesurage de référence de la tension doit être tel que défini en 4.8.10.1.

4.8.11.2 Évaluation d'une coupure de tension

Le seuil de coupure de la tension est un pourcentage de l' U_{din} .

Dans les réseaux monophasés, une coupure de tension commence lorsque la tension U_{rms} baisse en dessous du seuil de coupure de tension, et prend fin quand la tension U_{rms} est égale ou supérieure au seuil de coupure de tension augmenté de l'hystérésis.

Dans les réseaux polyphasés, une coupure de tension commence lorsque les tensions U_{rms} de toutes les chaînes baissent en dessous du seuil de coupure de tension, et prend fin quand la tension U_{rms} d'une quelconque des chaînes est égale ou supérieure au seuil de coupure de tension augmenté de l'hystérésis.

Le seuil de coupure de tension et la tension d'hystérésis sont tous deux définis par l'utilisateur selon l'application. Le seuil de coupure de tension ne doit pas être fixé en dessous de l'incertitude de mesure de la tension résiduelle augmentée de l'hystérésis. L'hystérésis est généralement égale à 2 % de l' U_{din} .

L'heure de début d'une coupure de tension doit être horodatée avec l'heure de début de l' U_{rms} de la chaîne qui a initié l'événement et l'heure de fin de la coupure de tension doit être horodatée avec l'heure de fin de l' U_{rms} qui a mis fin à l'événement, comme défini par le seuil augmenté de l'hystérésis.

La durée d'une coupure de tension est la différence entre l'heure de début et l'heure de fin de cette coupure de tension.

NOTE 1 Le seuil de coupure de tension peut, par exemple, être fixé à 5 % ou à 10 % de l' U_{din} .

NOTE 2 Selon l'IEC 60050-161:1990, 161-08-20, une coupure de tension est survenue lorsque l'amplitude de tension est inférieure à 1 % de la tension nominale. Cependant il est difficile de mesurer correctement les tensions inférieures à 1 % de la tension nominale. L'utilisateur peut donc envisager de fixer un seuil approprié de coupure de tension.

NOTE 3 La coupure d'une phase ou plus d'un réseau polyphasé peut être perçue comme une coupure de l'alimentation de clients en monophasé raccordés à ce réseau, même si cela n'est pas répertorié comme une coupure dans un mesurage en polyphasé.

4.8.11.3 Incertitude de mesure et étendue de mesure

Pour l'incertitude de mesure de la durée, voir 4.8.10.5.2.

4.8.11.4 Plage assignée de fonctionnement

Le fabricant doit choisir au moins une valeur pour le seuil de la détection de la coupure de tension, incluse dans la plage de 1 % à 5 % de U_n .

La durée détectable minimale doit être au moins égale à une période de la tension mesurée.

4.8.11.5 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la coupure de tension

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Coupures de 0 % à 5 % U_n	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Durée de la coupure	Moins de deux périodes à la fréquence du réseau	ms ^b
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.		
^b Il s'agit d'une incertitude fixe.		

4.8.12 Mesurages des surtensions transitoires (U_{tr})

4.8.12.1 Techniques

Voir Annexe A de l'IEC 61000-4-30:2015.

Un mesurage sans discontinuité est exigé.

Forme d'onde de référence: 1,2/50 μ s telle que définie dans l'IEC 61000-4-5.

4.8.12.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 35.

4.8.12.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 35:

Tableau 35 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la surtension transitoire

Étendue de mesure spécifiée pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	Limites de l'incertitude intrinsèque	Résolution pour le mesurage de la durée ^b
0 à U_{tr} ^a	$\pm 3,0 \% \times U_{tr}$	5 μ s
^a Les valeurs recommandées pour l'étendue de mesure spécifiée sont 6 kV – 4 kV – 2,5 kV – 1,5 kV – 0,8 kV.		
^b Le mesurage de la durée est facultatif. Cependant s'il est réalisé, il doit être effectué à 50 % de la valeur crête de la surtension transitoire.		

4.8.13 Mesurages du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})

4.8.13.1 Techniques

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

Selon la spécification du fabricant, l'une des fonctions suivantes doit être mise en œuvre:

- déséquilibre de tension en amplitude (U_{nba} , V_{nba}): voir Annexe B
- déséquilibre de tension en amplitude et en phase (U_{nb} , V_{nb}): voir l'IEC 61000-4-30

4.8.13.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée suivante:

- entre 80 % et 120 % U_n

4.8.13.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 36:

Tableau 36 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de tension

Étendue de mesure spécifiée de U_{nb} ou U_{nba}	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a	Résolution	Unité
0 % à 10 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	Point
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b Le diagramme ci-dessous présente un exemple des limites de l'incertitude pour la classe 0,5: Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5			

Anglais	Français
Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement 0,5
True value	Valeur vraie

4.8.14 Mesurages des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique total de la tension (THD_u et $THD-R_u$)

4.8.14.1 Techniques

Le fabricant doit spécifier la norme à laquelle le produit se conforme ou, en variante, doit spécifier le nombre de rangs et, le cas échéant, les méthodes de filtrage et de regroupement.

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

NOTE THD_u tout comme $THD-R_u$ est une notation générique. Il en est de même pour THD_v et $THD-R_v$.

4.8.14.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée indiquée dans le Tableau 37:

Tableau 37 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de tension

Types de PMD	Largeur de bande minimale	Plage de fréquences fondamentales
PMD	15 fois la fréquence assignée	45 Hz à 65 Hz

4.8.14.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude indiquée dans le Tableau 38 et dans le Tableau 39 s'applique pour un signal harmonique stationnaire à une fréquence unique sur l'ensemble des conditions de fonctionnement.

Tableau 38 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de tension

Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
$U_h > 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% U_h
$U_h \leq 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 0,15 \times C$	% U_n

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

Tableau 39 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_u ou $THD-R_u$ de la tension

Étendue de mesure spécifiée pour le THD de la tension	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
$3 \times C \% < THD \leq 20 \%$	± 5	%
$THD \leq 3 \times C \%$	$\pm 0,15 \times C$	point ^b

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b $0,15 \times C$ est une incertitude constante. Par exemple, pour un THD de 1 %, si $C = 1$, la valeur mesurée peut être comprise entre 0,85 % et 1,15 %.

4.8.15 Mesurages du déséquilibre de courant (I_{nb} , I_{nba})

4.8.15.1 Techniques

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

Selon la spécification du fabricant, l'une des fonctions suivantes doit être mise en œuvre:

- déséquilibre de courant en amplitude (I_{nba}): voir Annexe B
- déséquilibre de courant en amplitude et en phase (I_{nb}): voir l'IEC 61000-4-30, en remplaçant simplement «tension» par «courant».

4.8.15.2 Plage assignée de fonctionnement

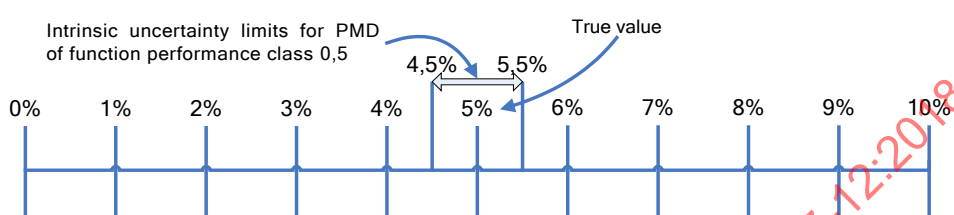
Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée suivante:

- entre 10 % et 120 % I_n
- entre 20 % I_b et I_{max}

4.8.15.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 40:

Tableau 40 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de courant

Étendue de mesure spécifiée de I_{nb} ou I_{nba}	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a	Résolution	Unités
0 % à 50 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	Points
^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3. ^b Le diagramme ci-dessous présente un exemple des limites de l'incertitude pour la classe 0,5: Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5 			

Anglais	Français
Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement 0,5
True value	Valeur vraie

4.8.16 Mesurages des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique total du courant (THD_i et $THD-R_i$)

4.8.16.1 Techniques

Le fabricant doit spécifier la norme à laquelle le produit se conforme ou, en variante, doit spécifier le nombre de rangs et, le cas échéant, les méthodes de filtrage et de regroupement.

Un mesurage sans discontinuité n'est pas exigé.

4.8.16.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée indiquée dans le Tableau 41:

Tableau 41 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de courant

Types de PMD	Largeur de bande minimale	Plage de fréquences fondamentales
PMD	15 fois la fréquence assignée	45 Hz à 65 Hz

4.8.16.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude indiquée dans le Tableau 42 et dans le Tableau 43 s'applique pour un signal harmonique stationnaire à une fréquence unique sur l'ensemble des conditions de fonctionnement.

Tableau 42 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de courant

Types de PMD	Étendue de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
PMD-Sx	$I_h > 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_n
PMD-Dx	$I_h > 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_b

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

Tableau 43 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_i et $THD-R_i$ du courant

Types de PMD	Étendue de mesure spécifiée ^{c d}	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
PMD Sx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_n/I_1)$	Point ^b
PMD Dx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_b/I_1)$	Point ^b

^a Les classes de performance applicables sont énumérées dans le Tableau 3.

^b $0,5 \times C$ est une incertitude absolue. Par exemple, pour un taux de distorsion harmonique total (THD) de 10 %, si $C = 10$, et $I_1 = I_n$ la valeur mesurée peut être comprise entre 5 % et 15 %.

^c Le taux de distorsion harmonique total est la valeur mesurée du taux de distorsion harmonique total du courant, exprimée en %.

^d I_1 est la fondamentale (50 Hz ou 60 Hz).

4.8.17 Mesurages des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes

4.8.17.1 Plage assignée de fonctionnement

Le fabricant doit spécifier les plages assignées de fonctionnement.

4.8.17.2 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude de ces valeurs (minimale, maximale, ...) doit être la même que celle des mesurages correspondants ayant servi à calculer ces valeurs.

Par exemple, un PMD ayant une classe de performance C pour la fonction mesurage de puissance doit être conforme à la même classe de performance C pour le mesurage de puissance moyenne, si elle existe.

Les méthodes de calcul sont spécifiées en Annexe D.

4.9 Exigences mécaniques générales

4.9.1 Exigences relatives aux vibrations

En plus de l'essai de résistance mécanique spécifié dans l'IEC 61010-1, le PMD doit satisfaire à l'essai de tenue aux vibrations suivant:

- amplitude: 0,35 mm pour les appareils fixes, 1 mm pour les appareils portables;
- fréquence: 25 Hz;
- durée: 20 min dans chacune des 3 directions;
- le PMD en essai doit être mis sous tension.

Les fonctions des PMD doivent rester dans leurs spécifications au cours de l'essai.

4.9.2 Exigences relatives à l'indice IP

Le fabricant doit indiquer l'indice IP de l'équipement selon l'IEC 60529. Les exigences minimales de l'indice IP sont indiquées dans le Tableau 44 selon les différents types de boîtiers des PMD:

Tableau 44 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD

Type de PMD	Face avant	Boîtier excepté la face avant
PMD installé de manière fixe → appareils montés sur panneau.	IP 40	IP 2X
PMD installé de manière fixe → appareils modulaires montés sur rail DIN dans une armoire de distribution.	IP 40	IP 2X
PMD installé de manière fixe → appareils en boîtier montés sur rail DIN dans une armoire de distribution.	IP 2X	IP 2X
PMD portable	IP 40	IP 40

4.10 Exigences de sécurité

4.10.1 Protection contre les dangers électriques

4.10.1.1 Généralités

Les PMD doivent satisfaire aux exigences applicables de sécurité de l'IEC 61010-1 et de l'IEC 61010-2-030, ainsi qu'aux exigences supplémentaires spécifiées dans la suite du texte.

4.10.1.2 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite doivent être choisies au moins conformément aux éléments suivants:

- degré de pollution 2;
- catégorie de mesure III pour les circuits d'entrée de mesure;
- catégorie de surtension III pour les circuits d'alimentation sur le réseau.

Pour les équipements portables, la catégorie de surtension II est admise seulement pour les circuits d'alimentation branchés sur une prise secteur.

Pour les PMD enfichables dans les prises secteur, la catégorie de surtension II et la catégorie de mesure II sont admises.

NOTE La catégorie de mesure est définie dans l'IEC 61010-2-030.

4.10.1.3 Connexion d'un PMD installé de manière fixe à un transformateur de courant

Lorsqu'une situation dangereuse peut être le résultat d'une déconnexion involontaire d'un transformateur de courant de son PMD, les connexions des entrées de courant doivent être conçues de sorte à empêcher une condition de circuit ouvert. Cette condition peut être obtenue soit par des connecteurs amovibles à court-circuit automatique, des connecteurs à visser, des connexions fixes, des dispositifs de protection externes, soit par des dispositifs de protection intégrés au transformateur de courant.

4.10.1.4 Connexion d'un PMD à un capteur dans des réseaux de haute tension

La connexion d'un PMD xS ou d'un PMD xD à des capteurs externes à haute tension (par exemple pour les réseaux avec des tensions assignées supérieures à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu) est permise, à condition que les caractéristiques de conception des capteurs de ce type empêchent tout danger.

NOTE L'IEC 61010-1 donne des recommandations sur les aspects de sécurité des réseaux y compris sur les capteurs utilisés avec les PMD.

4.10.1.5 Parties accessibles

Les exigences relatives aux parties accessibles définies dans l'IEC 61010-1 s'appliquent.

Les circuits destinés à être reliés à un circuit accessible externe doivent être considérés comme des parties conductrices accessibles, par exemple les circuits de communication.

Un port de communication pouvant être relié à un réseau de données doit également être considéré comme une partie conductrice accessible.

Ces parties conductrices accessibles exigent une protection contre une condition de premier défaut.

NOTE L'isolation principale n'est pas une protection suffisante contre une condition de premier défaut. Les isolations adéquates comprennent par exemple la double isolation ou l'isolation renforcée, etc., voir l'IEC 61010-1.

4.10.1.6 Parties actives dangereuses

Dans un réseau de distribution, un conducteur de neutre doit être considéré comme une partie active dangereuse.

4.10.2 Protection contre les dangers mécaniques

Les exigences de l'IEC 61010-1 s'appliquent.

4.10.3 Protection contre d'autres dangers

Les PMD doivent être évalués par rapport aux dangers potentiels spécifiés dans l'IEC 61010-1. Tout danger jugé envisageable doit être couvert par les exigences correspondantes de l'IEC 61010-1.

Une attention particulière est accordée aux dispositifs incorporant des batteries.

4.11 Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)

4.11.1 Immunité

Pour l'immunité, le Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2012 doit s'appliquer. Voir 6.2.16 pour les essais.

4.11.2 Émission

Pour les émissions, les limites de la classe A ou de la classe B comme défini dans l'IEC 61326-1 doivent s'appliquer.

4.12 Sorties et/ou entrées

4.12.1 Généralités

Le fabricant doit spécifier les caractéristiques et les performances des entrées et des sorties du PMD.

NOTE Les entrées/sorties numériques et analogiques sont définies dans l'IEC 61131-2.

4.12.2 Sorties analogiques

4.12.2.1 Exigences générales

L'incertitude globale de chaque sortie analogique représentant un paramètre mesuré doit être dans les limites d'incertitude spécifiées pour le mesurage de ce paramètre dans l'Article 4, sauf spécification contraire.

Pour les essais des sorties analogiques, voir 6.2.14. Pour un PMD équipé de sorties analogiques, les exigences spécifiées en 4.12.2.5 s'appliquent.

Le signal de sortie analogique de courant est compris entre 4 mA et 20 mA, mais une valeur comprise entre 0 mA et 20 mA est également possible.

Le signal de sortie en tension préférentiel est compris entre 0 V et 10 V. Des tensions de 0 V à ± 1 V et de 0 V à -10 V sont également possibles.

4.12.2.2 Tension disponible

Les signaux de sortie de courant doivent avoir une tension disponible d'au moins 10 V. La tension disponible réelle doit être spécifiée dans les documents d'accompagnement (voir 5.3).

Lorsqu'elle est soumise aux essais conformément aux essais de tension disponible de 6.2.14.2, l'incertitude de la sortie analogique ne doit pas dépasser $(2 \times C)$ % de la pleine échelle pour un PMD avec une sortie analogique de classe de performance C.

4.12.2.3 Ondulation de la sortie analogique

Lorsqu'elle est soumise aux essais conformément au 6.2.14.3, l'ondulation maximale du signal de la sortie analogique d'un PMD de classe de performance C ne doit pas dépasser $(2 \times C)$ % de la pleine échelle de cette sortie analogique.

4.12.2.4 Temps de réponse de la sortie analogique

Le temps de réponse de la sortie analogique, conformément au 6.2.14.4, pour les entrées croissantes et décroissantes si elles sont différentes, doit être spécifié dans les documents d'accompagnement (voir 5.3).

4.12.2.5 Valeur limite du signal de sortie analogique

Le signal de sortie doit être limité à un maximum de deux fois le signal de sortie maximal assigné. Pour les sorties bipolaires, ceci doit s'appliquer dans les deux directions.

Lorsqu'il est soumis aux essais conformément au 6.2.14.5 et lorsque le résultat de mesure n'est pas entre les valeurs inférieures et supérieures représentées par les signaux maximum et minimum de sortie, le PMD ne doit pas, dans toutes les conditions de fonctionnement à l'exception des pertes de l'alimentation auxiliaire, produire une sortie ayant une valeur comprise entre ses signaux maximum et minimum de sortie.

4.12.3 Sorties d'impulsions

Pour ces sorties, les dispositions de 4.1 de l'IEC 62053-31:1998 (exigences fonctionnelles) doivent s'appliquer.

Toutefois, pour certaines applications spécifiques, des écarts sont possibles, le niveau de ces sorties doit être déclaré et la conformité à l'IEC 62053-31 ne peut être déclarée.

4.12.4 Sorties commande

Lorsque l'une de ces sorties est disponible, son niveau doit être déclaré dans la documentation.

4.12.5 Entrées analogiques

Il convient que l'entrée analogique de courant soit comprise entre 4 mA et 20 mA, mais une valeur comprise entre 0 mA et 20 mA est également possible.

Pour les essais des entrées analogiques, il convient que le produit soit capable de mesurer les signaux transmis par la sortie analogique comme spécifié en 4.12.2.

4.12.6 Impulsions et entrées de commande

Pour ces entrées, le PMD doit accepter des signaux définis dans l'IEC 62053-31.

Toutefois, pour certaines applications spécifiques, des écarts sont possibles, le niveau de ces sorties doit être déclaré et la conformité à l'IEC 62053-31 ne peut être déclarée.

5 Marquage et instructions de fonctionnement

5.1 Généralités

Le marquage et les instructions de fonctionnement doivent être conformes à l'IEC 61010-1 et à l'IEC 61010-2-030, sauf spécification contraire dans l'Article 5.

5.2 Marquage

Les exigences de marquage telles que définies dans l'IEC 61010-1 et l'IEC 61010-2-030 doivent s'appliquer. En complément, l'appareil doit porter les marquages suivants:

- a) les schémas de câblage ou le symbole 14 de l'IEC 61010-1;
- b) le numéro de série.

Il est également recommandé d'indiquer l'année de fabrication.

5.3 Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance

5.3.1 Généralités

Les instructions de fonctionnement, y compris celles relatives à la maintenance, définies dans l'IEC 61010-1 et l'IEC 61010-2-030 doivent s'appliquer. En complément, les exigences suivantes sont applicables:

5.3.2 Caractéristiques générales

Les caractéristiques suivantes doivent être documentées:

- a) la période d'étalonnage, si un étalonnage périodique est nécessaire;
- b) la tension assignée, sous l'une des formes suivantes:
 - 1) le nombre de conducteurs actifs du réseau, s'il y en a plus d'un, et la tension aux bornes du PMD du ou des circuits de tension;
 - 2) la tension nominale du réseau ou la tension secondaire du transformateur de mesure auquel le PMD est destiné à être relié;
- c) pour les PMD à branchement direct, le courant de base (I_b) et le courant maximal (I_{max}) sont indiqués. Par exemple: 10 A à 40 A ou 10(40) A pour un PMD ayant un courant de base de 10 A et un courant maximal de 40 A;
- d) pour les PMD avec transformateur de courant, le courant secondaire assigné (I_n) du ou des transformateurs et le courant secondaire maximal (I_{max}) du transformateur auquel il convient que le PMD soit relié. Par exemple: 5(6) A;
- e) pour les PMD avec capteur, les caractéristiques principales de l'entrée correspondante du PMD. Par exemple: 1 V / 1 000 A;
- f) la fréquence assignée ou la plage de fréquences assignée en Hz;
- g) pour le mesurage de l'énergie, la constante de comptage éventuelle du dispositif de mesure;
- h) la durée du démarrage, si elle est supérieure à 15 s;
- i) pour les PMD avec entrées et/ou sorties d'impulsions, la classification en classe A ou en classe B;
- j) pour les PMD avec sorties commande, le niveau maximum des sorties. Par exemple: 1 A / 230 V en courant alternatif;
- k) la spécification de la protection contre les surintensités.

5.3.3 Caractéristiques essentielles

5.3.3.1 Caractéristiques du PMD

Les caractéristiques du PMD doivent être spécifiées dans un tableau, comme précisé dans le Tableau 45 avec les éléments suivants:

- a) fonction (éventuelle) d'évaluation de la qualité de l'alimentation;
- b) classification du PMD conformément à 4.3 et 4.4;
- c) température, conformément à 4.6.2.2 et 4.6.2.3;
- d) conditions d'humidité et d'altitude, conformément à 4.6.2.4;
- e) classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie active (si elle existe), conformément à 4.8.2.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant:

Tableau 45 – Formulaire de spécification des PMD

Type de caractéristique	Exemples de valeur caractéristique possible	Autres caractéristiques complémentaires
Classification des PMD conformément à 4.3	PMD-I ou PMD-II ou PMD-III ou PMD-x	
Classification des PMD conformément à 4.4	SD ou DS ou DD ou SS	
Température	K40 ou K55 ou K70 ou Kx	
Humidité + altitude	Blanc ou valeurs étendues	
Classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie active (si fonction disponible)	0,1 ou 0,2 ou 0,5 ou 1 ou 2	

Il est fortement recommandé d'énumérer tous les éléments, et de ne spécifier que ceux qui existent.

5.3.3.2 Caractéristiques des fonctions

Les caractéristiques des fonctions du PMD doivent être spécifiées dans un tableau, comme précisé dans le Tableau 46 avec les éléments suivants:

- symboles des fonctions tels que définis dans le Tableau 46;
- classe de performance de fonctionnement, conformément au présent document;
- étendue de mesure pour la classe de performance spécifiée;
- autres caractéristiques complémentaires.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant:

Tableau 46 – Modèle de spécification des caractéristiques

Symboles des fonctions	Classe de performance de fonctionnement, conformément à l'IEC 61557-12	Étendue de mesure	Autres caractéristiques complémentaires
P			
Q_A ou/et Q_V			
S_A ou/et S_V			
E_a			
E_{rA} ou/et E_{rV}			
E_{apA} ou/et E_{apV}			
f			
I			
I_N ou/et I_{Nc}			
U ou/et V			
PF_A ou/et PF_V			
U_{dip} ou/et V_{dip}			
U_{swl} ou/et V_{swl}			
U_{tr} ou/et V_{tr}			
U_{int} ou/et V_{int}			
U_{nba} ou/et V_{nba}			
U_{nb} ou/et V_{nb}			
U_h ou/et V_h			
THD_u ou/et THD_v			
$THD-R_u$ ou/et $THD-R_v$			
I_h			
THD_i			
$THD-R_i$			
P_{st}			
P_{lt}			

Il est fortement recommandé d'énumérer tous les éléments, et de ne spécifier que ceux qui existent.

6 Essais

6.1 Généralités

Tous les essais doivent être réalisés dans les conditions de référence, sauf spécification contraire. Les conditions de référence sont indiquées en 4.6.1.

6.2 Essais de types des PMD

6.2.1 Généralités

Les essais de type doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences des Articles 4 et 5.

6.2.2 Essais d'incertitude intrinsèque

6.2.2.1 Exigences générales

En règle générale, chaque ligne des tableaux d'incertitude intrinsèque de l'Article 4 doit être associée à un essai.

6.2.2.2 Points d'essai minimum

L'incertitude intrinsèque doit être vérifiée au moins aux limites de l'étendue de mesure spécifiée dans les tableaux d'incertitude intrinsèque de l'Article 4.

6.2.2.3 Critère d'acceptation

Pour chaque essai, la valeur absolue de l'incertitude de mesure doit être inférieure à la limite d'incertitude intrinsèque spécifiée.

NOTE Voir G.3.2 et G.4.1 pour de plus amples d'informations.

6.2.3 Essais de variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence

6.2.3.1 Exigences générales

En règle générale, chaque ligne des tableaux d'incertitude en fonction des grandeurs d'influence de l'Article 4 doit être associée à un essai.

Les essais des grandeurs d'influence sur plusieurs fonctions peuvent être combinés, si applicable (par exemple, l'essai d'influence de la température effectué lors du mesurage de la puissance active peut être réalisé en même temps que ceux de tension et de courant).

6.2.3.2 Points d'essai minimum

La variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence doit être vérifiée au moins aux limites de la plage d'influence spécifiée et de l'étendue de mesure spécifiée.

6.2.3.3 Critère d'acceptation

Pour chaque essai, la valeur absolue de la variation de l'incertitude de mesure doit être inférieure aux limites de variation spécifiées dans les tableaux des grandeurs d'influence à l'Article 4.

NOTE Voir G.3.2 et G.4.1 pour de plus amples d'informations.

6.2.4 Essai d'influence de la température

Le coefficient de température doit être déterminé pour l'ensemble de la plage de fonctionnement. La plage des températures de fonctionnement doit être divisée en plages de 20 K. Le coefficient de température doit ensuite être déterminé pour chacune de ces plages, en effectuant des mesurages à 10 K au-dessus et 10 K en dessous du milieu de la plage. Au cours de l'essai, la température ne doit en aucun cas être en dehors de la plage de températures de fonctionnement spécifiée.

Le coefficient de température indiqué doit être le plus élevé.

6.2.5 Puissance active

6.2.5.1 Influence des harmoniques dans les circuits de courant et de tension

Les conditions d'essais doivent être les suivantes:

- courant à la fréquence fondamentale: $I_1 = 50 \%$ de $I_{\max}$;
- tension à la fréquence fondamentale: $U_1 = U_n$;
- facteur de puissance à la fréquence fondamentale: 1;
- contenu du 5^e harmonique en tension: $U_5 = 10 \%$ de U_n ;
- contenu du 5^e harmonique en courant: $I_5 = 40 \%$ de I_1 ;
- facteur de puissance harmonique: 1;
- tensions fondamentales et harmoniques en phase, au passage positif par zéro;
- puissance active totale: $1,04 \times P_1 = 1,04 \times U_1 \times I_1$.

6.2.5.2 Influence des harmoniques impairs dans le circuit de courant

La valeur de crête de la forme d'onde d'essai doit être égale à $\sqrt{2} \times I_b$ ou à $\sqrt{2} \times I_n$.

La forme d'onde d'essai en courant doit être générée conformément à la Figure 4 et à la Figure 5.

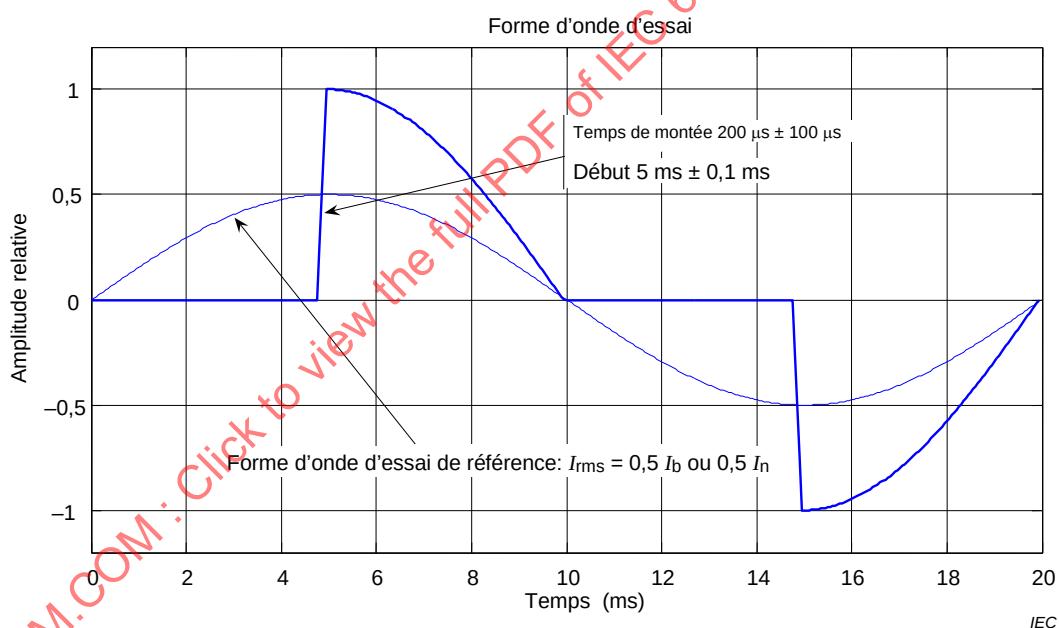


Figure 4 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active

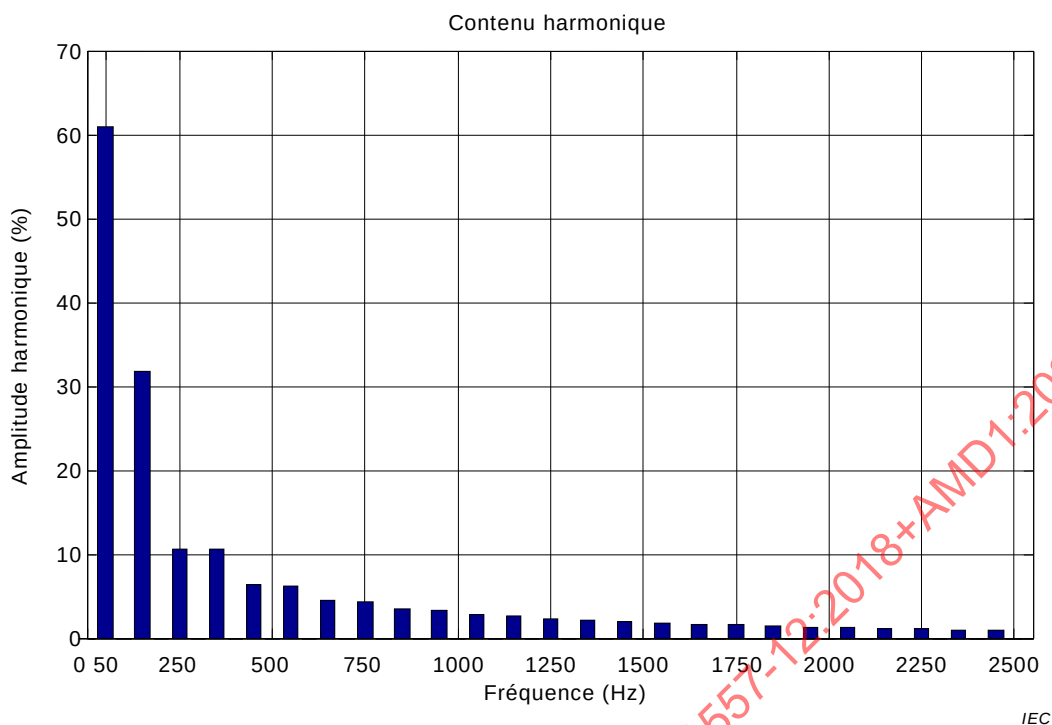


Figure 5 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active

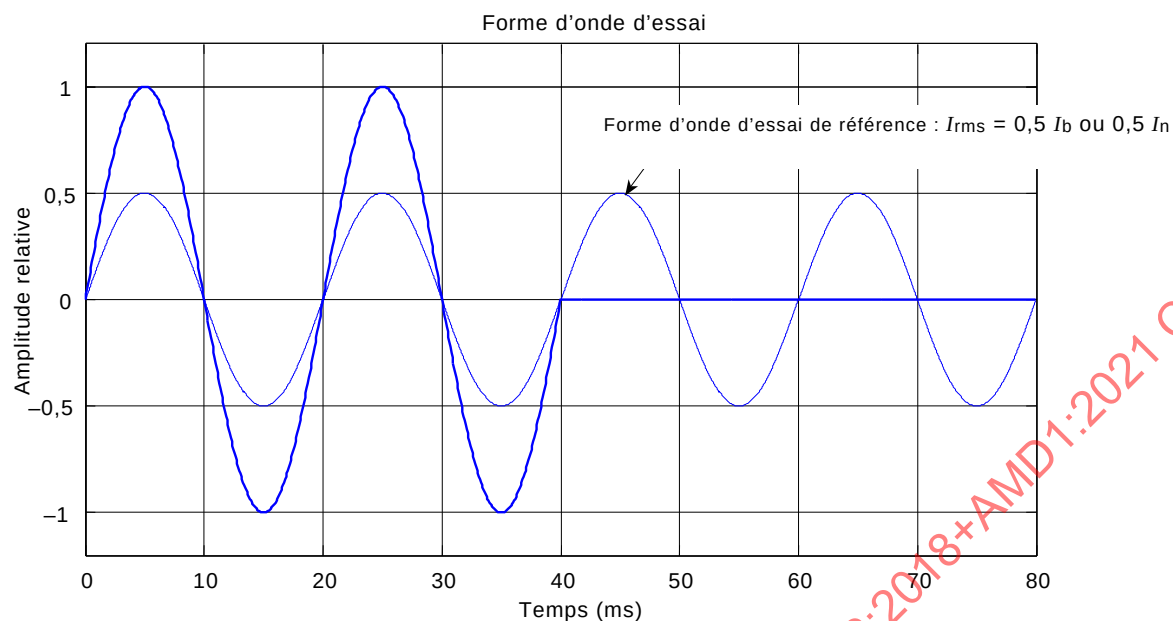
La forme d'onde de référence et la forme d'onde déformée donnent approximativement la même puissance active ou la même énergie active, bien que certaines variations puissent survenir en raison de la variation du temps de montée et du temps de début représentés à la Figure 4. Il est recommandé d'utiliser un dispositif de mesure de référence pour vérifier les résultats d'essai.

La courbe, le schéma et les valeurs sont donnés à 50 Hz. Pour les autres fréquences, ils doivent être adaptés en conséquence.

6.2.5.3 Influence des sous-harmoniques

La valeur de crête doit être égale à $\sqrt{2} \times I_b$ ou à $\sqrt{2} \times I_n$. Le cycle du signal consiste en deux ondes entières suivies de deux périodes sans signaux.

La forme d'onde d'essai doit être générée conformément à la Figure 6 et à la Figure 7.



NOTE The reference results in the same active power or active energy.

NOTE La forme d'onde de référence donne la même puissance active ou la même énergie active.

Figure 6 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active

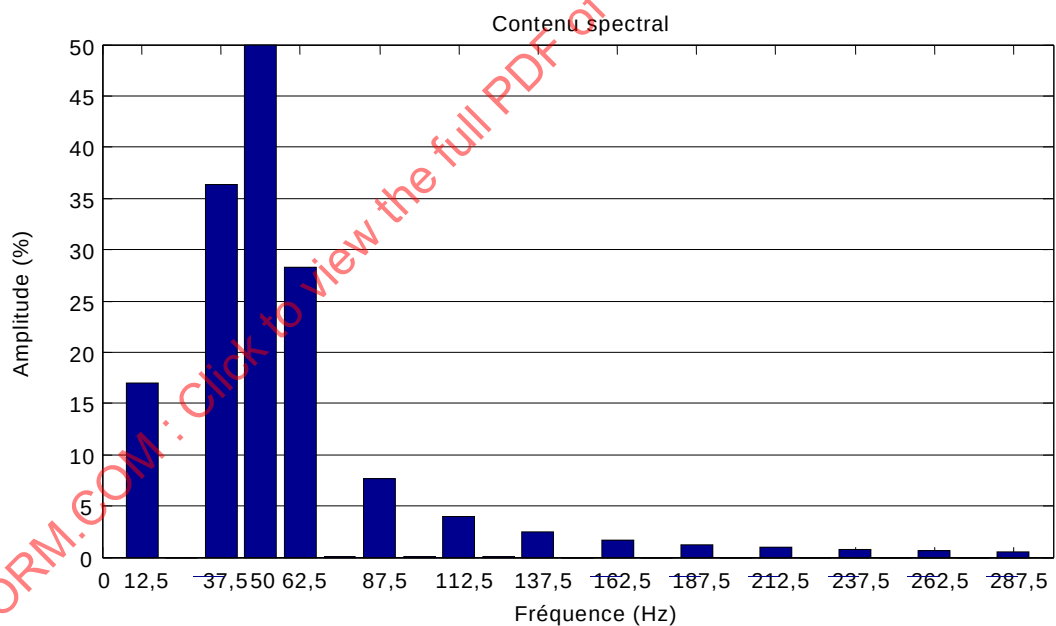


Figure 7 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active

La courbe, le schéma et les valeurs sont donnés à 50 Hz. Pour les autres fréquences, ils doivent être adaptés en conséquence.

6.2.6 Puissance apparente

L'essai de la puissance apparente n'est pas obligatoire, si au moins deux des fonctions suivantes sont soumises aux essais:

- puissance active;
- puissance réactive;
- facteur de puissance.

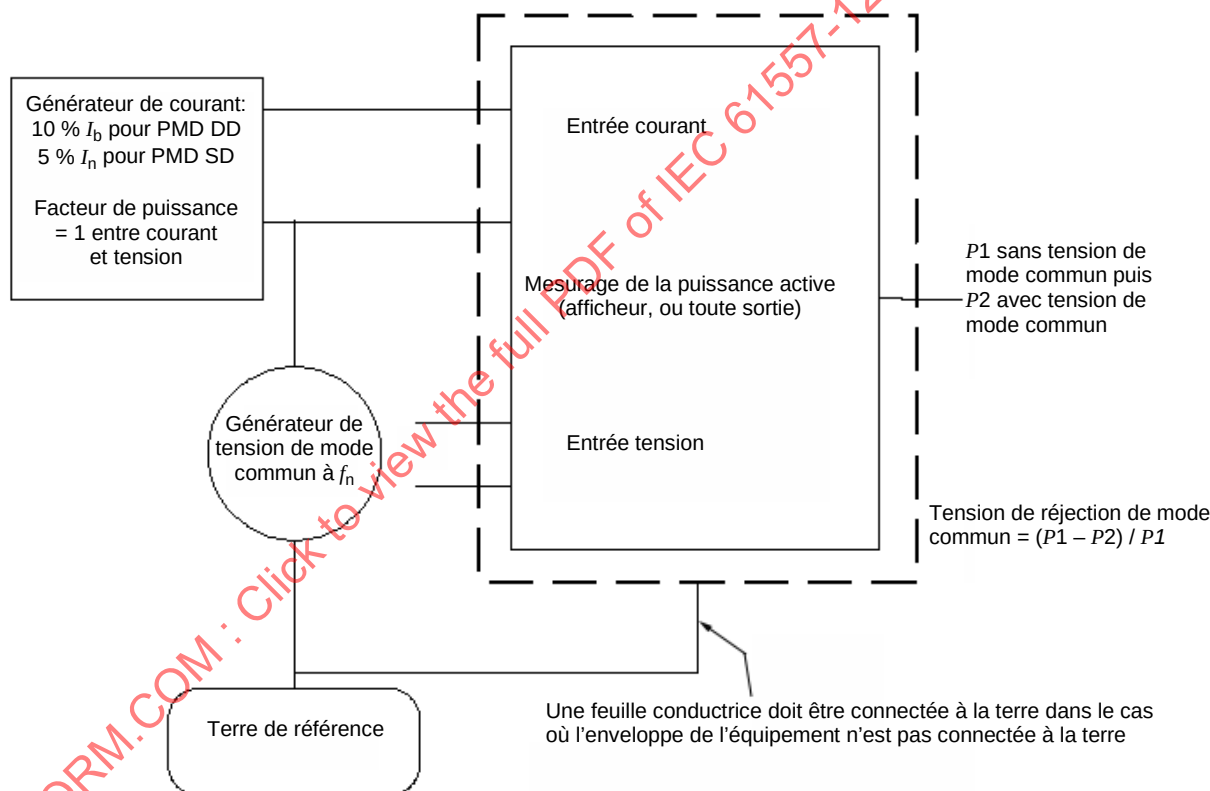
6.2.7 Facteur de puissance

L'essai du facteur de puissance n'est pas obligatoire, si au moins deux des fonctions suivantes sont soumises aux essais:

- puissance active;
- puissance réactive;
- puissance apparente

6.2.8 Essai de réjection de tension de mode commun

Pour chaque entrée de courant isolée, l'essai suivant (comme décrit à la Figure 8) doit être effectué. Il consiste à calculer la différence entre deux mesurages, $P1$ sans tension de mode commun et $P2$ avec une tension de mode commun appliquée entre le circuit d'entrée en courant et la terre de référence.

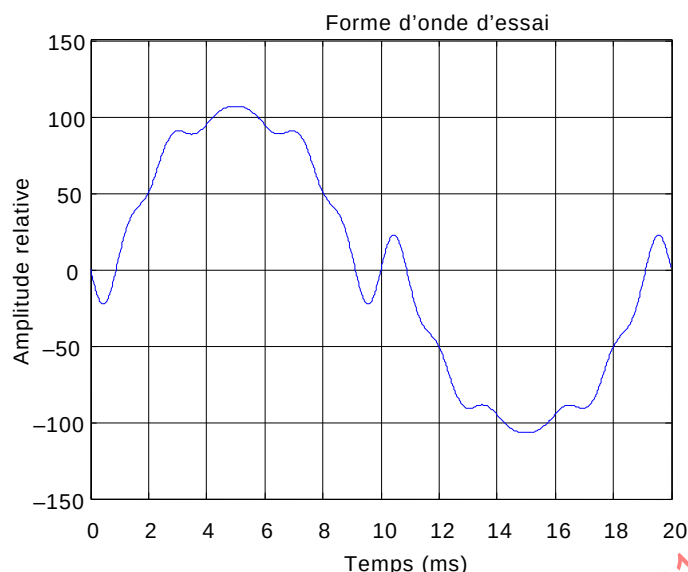


IEC

Figure 8 – Essais d'influence de la tension de mode commun

6.2.9 Fréquence

Avec le contenu harmonique défini dans le Tableau 19, la forme d'onde de la Figure 9 est générée:



L'amplitude relative est exprimée en pour cent de la valeur de crête fondamentale.

La courbe est donnée à 50 Hz. Pour les autres fréquences, elle doit être adaptée en conséquence.

La courbe est exprimée par la formule suivante:

$$x(t) = 100 \sin(\omega t) - \sum_{k=1}^7 a_{2k+1} \sin((2k+1)\omega t)$$

avec $a_3 = 10$, $a_5 = 12$, $a_7 = 10$, $a_9 = 3$, $a_{11} = 7$, $a_{13} = 6$, $a_{15} = 1$

Figure 9 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques sur le mesurage de la fréquence

6.2.10 Mesurage des harmoniques de tension et du THD_u

6.2.10.1 Généralités

Les essais suivants doivent être effectués à la tension assignée U_n à 45 Hz, 50 Hz et 55 Hz pour une fréquence assignée de 50 Hz, et à 55 Hz, 60 Hz et 65 Hz pour une fréquence assignée de 60 Hz.

6.2.10.2 Essai avec une forme d'onde sinusoïdale

L'essai doit être réalisé avec une forme d'onde sinusoïdale pure de tension, aux fréquences mentionnées en 6.2.10. Les PMD ne doivent mesurer aucune composante harmonique de tension et aucun THD_u d'amplitude supérieure à $0,0015 \times C \times U_n$ (C est la classe de performance de fonctionnement).

6.2.10.3 Essai avec une forme d'onde déformée

L'essai doit être effectué avec au moins une forme d'onde déformée, aux fréquences fondamentales mentionnées en 6.2.10. L'ensemble des harmoniques et des THD spécifiés doivent être soumis à l'essai dans les limites d'incertitude respectivement définies dans le Tableau 38 et dans le Tableau 39.

6.2.11 Mesurage des harmoniques de courant et du THD_i

6.2.11.1 Généralités

Les essais suivants doivent être effectués au courant assigné I_n ou I_b et à 45 Hz, 50 Hz et 55 Hz pour une fréquence assignée de 50 Hz, et à 55 Hz, 60 Hz et 65 Hz pour une fréquence assignée de 60 Hz.

6.2.11.2 Essai avec une forme d'onde sinusoïdale

L'essai doit être réalisé avec une forme d'onde sinusoïdale pure de courant, aux fréquences mentionnées en 6.2.11. Les PMD ne doivent mesurer aucune composante harmonique de courant et aucun THD_i d'amplitude supérieure à $0,005 \times C \times I_n$ (ou I_b). (C est la classe de performance de fonctionnement).

6.2.11.3 Essai avec une forme d'onde déformée

L'essai doit être effectué avec au moins une forme d'onde déformée, aux fréquences fondamentales mentionnées en 6.2.11. L'ensemble des harmoniques et des THD spécifiés doivent être soumis à l'essai dans les limites d'incertitude respectivement définies dans le Tableau 42 et dans le Tableau 43.

6.2.12 Creux de tension et surtensions temporaires

Les essais doivent au moins être réalisés avec une modulation rectangulaire de creux de tension ou de surtensions temporaires et avec une durée de creux de tension ou de surtensions temporaires d'un cycle entier.

L'essai des grandeurs d'influence peut être omis, si cet essai a été effectué au cours des mesurages de tension efficace.

6.2.13 Coupures de tension

Les essais doivent au moins être réalisés pour une coupure de tension d'un cycle entier.

6.2.14 Essais des sorties

6.2.14.1 Généralités

Les PMD doivent être soumis aux essais dans les conditions de référence.

6.2.14.2 Essai de tension disponible et effet de la variation de charge

Cet essai ne doit être effectué que sur un PMD avec des sorties analogiques qui délivrent un signal de courant.

Les essais doivent être réalisés aux valeurs minimale et maximale (basse et haute) de la sortie analogique. À chaque point, la résistance de charge de la sortie doit être réglée à 10 % et 90 % de sa valeur maximale spécifiée:

- la tension d'alimentation pour la sortie analogique, si elle est fournie à partir d'une source située à l'extérieur du PMD, doit être réglée sur ses valeurs spécifiées minimale et maximale;
- l'alimentation du PMD doit être réglée sur ses valeurs minimale et maximale spécifiées ou conformément à la tension assignée ± 15 %.

Les valeurs lues maximale et minimale les plus défavorables aux sorties basse et haute doivent être indiquées. L'incertitude de pourcentage E doit être déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$E = \frac{N - W}{U} \times 100$$

où N est le signal assigné, W est le signal le plus défavorable, et U est l'étendue d'échelle de la sortie.

6.2.14.3 Essai d'amplitude de l'ondulation

L'essai pour déterminer l'amplitude de l'ondulation de la sortie analogique doit être effectué aux valeurs assignées minimale et maximale de la sortie. L'amplitude de l'ondulation doit être mesurée crête à crête.

6.2.14.4 Essais du temps de réponse de la sortie analogique

Le temps de réponse pour une entrée croissante doit être déterminé, pour un palier de la valeur d'entrée produisant une variation du signal de sortie de 0 % à 100 % de la plage de sortie et jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne 90 % de la plage de sortie.

Le temps de réponse pour une entrée décroissante doit être déterminé, pour un palier de la valeur d'entrée produisant une variation du signal de sortie de 100 % à 0 % de la plage de sortie et jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne 10 % de la plage de sortie.

6.2.14.5 Essai de la valeur limite de la sortie analogique

La valeur limite de la sortie analogique doit être soumise aux essais en faisant varier le paramètre d'entrée entre les valeurs minimale et maximale. Toutes les caractéristiques programmables de la sortie telles que la valeur du décalage d'entrée ou la valeur pleine échelle doivent être réglées de sorte à fournir les surcharges maximales.

6.2.15 Essais climatiques

6.2.15.1 Généralités

Après un temps de récupération approprié après chaque essai climatique, le PMD ne doit présenter aucun dommage ni aucune modification des informations et doit fonctionner dans les limites de ses spécifications.

6.2.15.2 Essai de chaleur sèche

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-2, dans les conditions suivantes:

- PMD en condition de non-fonctionnement;
- température: +70 °C ± 2 °C pour les PMD K40 et pour les PMD K55;
 +85 °C ± 2 °C pour les PMD K70;
- durée de l'essai: 16 h.

6.2.15.3 Essai de froid

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-1, dans les conditions suivantes:

- PMD en condition de non-fonctionnement;
- température: –25 °C ± 3 °C pour les PMD K40 et pour les PMD K55;
 –40 °C ± 3 °C pour les PMD K70;
- durée de l'essai: 16 h.

6.2.15.4 Essai cyclique de chaleur humide

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-30, dans les conditions suivantes:

- circuits de tension et circuits auxiliaires alimentés par une tension assignée;
- sans aucun courant dans les circuits de courant;
- variante 1;
- température supérieure: $+40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pour les PMD K40;
 $+55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pour les PMD K55;
 $+70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pour les PMD K70;
- aucune précaution particulière ne doit être prise en ce qui concerne l'élimination de l'humidité de surface;
- durée de l'essai: 6 cycles.

L'essai de chaleur humide sert également d'essai de corrosion. Le résultat est jugé par examen visuel. Aucune trace de corrosion susceptible d'affecter les propriétés fonctionnelles du PMD ne doit être apparente.

6.2.16 Essais de CEM

Pour les champs radioélectriques électromagnétiques et les fréquences radioélectriques conduites, les exigences suivantes s'appliquent:

- les circuits auxiliaires du PMD doivent être alimentés par la tension assignée,
- le PMD doit être soumis aux essais dans ses conditions de fonctionnement,

avec le courant de base I_b , ou le courant assigné I_n , la tension assignée, un facteur de puissance égal à 1 (ou égal à 0 pour la puissance réactive), selon ce qui est applicable.

Les variations dues aux grandeurs d'influence électromagnétiques telles que définies dans le Tableau 9, le Tableau 13 et le Tableau 17 (limites de variation due aux grandeurs d'influence) s'appliquent.

6.2.17 Essais de démarrage

Le temps de démarrage des PMD ne possédant pas d'interface de communication ou d'interface utilisateur locale doit être soumis à l'essai selon la procédure suivante:

- programmer les étendues d'échelle des PMD à leurs valeurs maximales sans causer de possibilité de dépassement de calcul;
- programmer la valeur de la constante kWh/impulsion à la valeur minimale possible;
- mettre en place la sonde de capture optique des impulsions ou tout autre dispositif de capture; un relais statique ou un relais électromécanique peut être utilisé comme dispositif de sortie des impulsions d'énergie;
- mettre le PMD hors tension d'alimentation;
- appliquer $U_{\max}$ et $I_{\max}$, $PF = 1,0$ sur toutes les entrées de mesure en tension et en courant;
- mettre le PMD sous tension d'alimentation et mesurer le temps depuis l'application de la tension d'alimentation sur le PMD jusqu'à la première impulsion d'énergie enregistrée par la sonde de capture.

6.2.18 Essai de mesure sans discontinuité

Le caractère sans discontinuité du processus de mesure doit être soumis à l'essai à l'aide des éléments suivants:

- a) forme d'onde de tension comme dans les conditions de référence

b) courant fluctuant entre deux niveaux:

- 1) I_b ou I_n pendant des périodes de 1 s
- 2) 50 % I_b ou 50 % I_n pendant des périodes de 0,2 s

L'incertitude de mesure des grandeurs suivantes doit être vérifiée par rapport aux limites de l'incertitude intrinsèque après une période d'essai d'au moins 1 min: énergie active, énergie réactive, énergie apparente selon le Tableau 8, le Tableau 12 et le Tableau 16.

Il est recommandé d'utiliser un dispositif de mesure de référence pour effectuer l'essai.

6.2.19 Essais de sécurité

Les essais doivent être effectués conformément aux exigences d'essai de l'IEC 61010-1 et de l'IEC 61010-2-030.

6.3 Essais individuels de série

6.3.1 Essai de la liaison de protection

Les PMD doivent être soumis aux essais conformément à l'IEC 61010-1:2010, Annexe F.

6.3.2 Essai de rigidité diélectrique

Les PMD doivent être soumis aux essais conformément à l'IEC 61010-1:2010, Annexe F.

6.3.3 Essai d'incertitude

L'incertitude intrinsèque de chaque fonction principale (par exemple, le mesurage de la tension, du courant ou de la puissance) qui est accessible à l'utilisateur doit être vérifiée sur toute l'étendue de mesure.

Pour chaque essai, il est recommandé de vérifier l'incertitude intrinsèque à un minimum de trois points d'essai sur l'étendue de mesure.

L'incertitude de fonctionnement peut être évaluée sous une forme statistique conformément à l'Annexe G.

Il est recommandé d'enregistrer les résultats de l'essai individuel de série.

Annexe A (informative)

Applications de comptage, de mesure et de surveillance

A.1 Applications côté génération et côté consommation d'énergie

Les applications de mesure peuvent être de façon générale résumées selon la Figure A.1.

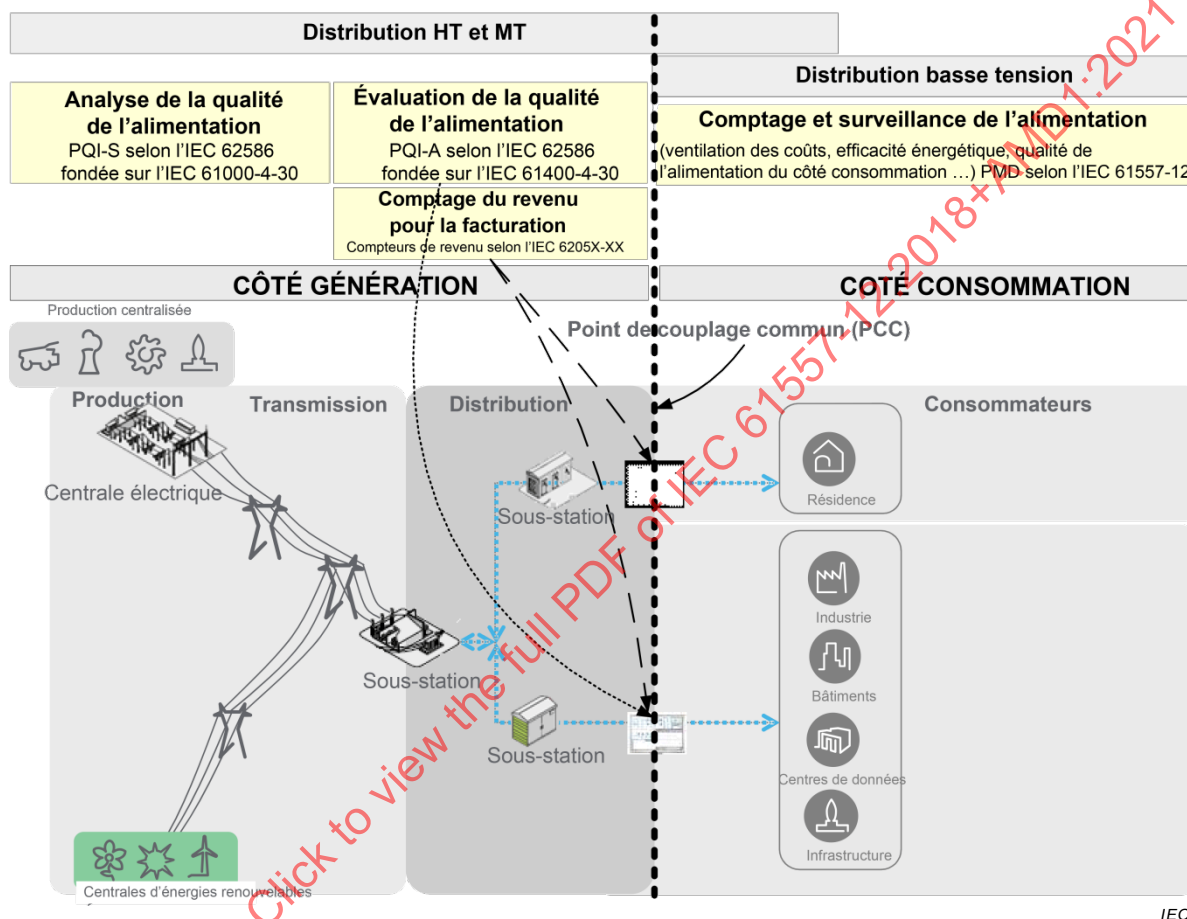


Figure A.1 – Présentation simplifiée des applications de mesure du côté génération et du côté consommation d'énergie

A.2 Relation entre applications, dispositifs et normes

Le Tableau A.1 présente les principales applications de mesure avec les dispositifs appropriés et les normes associées.

Tableau A.1 – Principales applications de mesure

Application de mesure	Normes de produit IEC applicables	Nom du dispositif selon les normes	Nom courant du dispositif	Explications complémentaires
Facturation	IEC 62052-11 et IEC 62053-2x ^a	Appareil de comptage d'électricité	Compteur de revenus Compteur d'électricité pour facturation Compteur de service public (électricité) Compteur de facturation	Comptage d'énergie pour les applications de facturation (par exemple, la facturation de l'électricité consommée par un propriétaire de résidence ou un propriétaire de centre commercial). Mesurage du niveau de transmission du réseau. Facturation pro-forma
Analyse de l'utilisation de l'énergie	IEC 61557-12 ^b	Dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD-I)	Wattmètre Compteur d'énergie	Analyse des coûts et de l'utilisation de l'énergie (pour la ventilation des coûts au sein d'une entreprise ou à des fins d'efficacité énergétique)
Surveillance de base de l'installation	IEC 61557-12	Dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD-II)	Wattmètre Contrôleur de puissance Dispositif de contrôle de la puissance Dispositif de surveillance de l'énergie électrique Analyseur de puissance Compteur multifonction Équipement de mesure multifonction	Analyse de base de la qualité du côté consommation + analyse des coûts et de l'utilisation de l'énergie
Surveillance avancée de l'installation	IEC 61557-12	Dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD-III)	Wattmètre Contrôleur de puissance Dispositif de contrôle de la puissance Dispositif de surveillance de l'énergie électrique Analyseur de puissance Compteur multifonction Équipement de mesure multifonction	Analyse avancée de la qualité du côté consommation + analyse des coûts et de l'utilisation de l'énergie
Analyse de la qualité de l'alimentation	IEC 62586-1	Instrument de qualité de l'alimentation (PQI)	Instrument de qualité de l'alimentation Analyseur de la qualité d'alimentation Analyseur de puissance Analyseur de réseau	Analyse de la qualité de la puissance selon l'IEC 61000-4-30 pour l'étude de la qualité de l'alimentation (par exemple selon l'EN 50160)

^a Des normes ou règlements régionaux peuvent s'appliquer, par exemple, MID, ANSI,... ainsi que des spécifications de service public – électricité.

^b Les compteurs d'énergie conformes à l'IEC 62052-11 et à l'IEC 62053-2x peuvent également être utilisés pour les applications d'analyse de l'utilisation d'énergie.

Annexe B (informative)

Définitions des paramètres électriques

B.1 Généralités

L'Annexe B donne des définitions et des méthodes courantes pour mesurer les grandeurs électriques. Certaines de ces définitions peuvent être consultées dans l'IEEE 1459. Il convient que les fabricants qui utilisent d'autres méthodes spécifient leurs propres méthodes dans la documentation technique.

B.2 Définitions en présence d'un neutre

Le Tableau B.1 définit la liste des symboles utilisés dans l'Annexe B. Le Tableau B.2 spécifie la méthode de calcul des différents paramètres.

Tableau B.1 – Définition des symboles

Symbole	Définition
N	Nombre d'échantillons dans une période fondamentale
M	Nombre d'échantillons utilisé pour le mesurage (longueur de la fenêtre de mesure)
Δt	Durée de la fenêtre de mesure en secondes
k	Indice d'un échantillon à l'intérieur de la fenêtre de mesure ($0 \leq k \leq M-1$)
p	Indice d'une phase ($p = 1, 2$ ou 3 ; ou $p = a, b, c$; ou $p = r, s, t$; ou $p = R, Y, B$)
g	Indice d'une phase ($g = 1, 2$ ou 3 ; ou $g = a, b, c$; ou $g = r, s, t$; ou $g = R, Y, B$)
N_{ph}	Nombre de phases non compris la phase neutre (généralement 1 ou 3)
i_{pk}	Numéro d'échantillon k du courant de phase p
i_{Nk}	Numéro d'échantillon k du courant de neutre mesuré
v_{pk}	Numéro d'échantillon k de la tension entre phase p et neutre
v_{gk}	Numéro d'échantillon k de la tension entre phase g et neutre
u_{pgk}	Numéro d'échantillon k de la tension entre phase p et phase g : $u_{pgk} = v_{pk} - v_{gk}$
φ_p	Différence de phase entre le courant fondamental et la tension fondamentale pour la phase p
h_{max}	Rang harmonique maximum utilisé pour les mesurages d'harmoniques
$I_{i,p}$	Courant harmonique de rang i dans la phase p (valeur efficace)
$I_{N,i}$	Courant harmonique de rang i dans le neutre (valeur efficace)
$V_{i,p}$	Tension harmonique entre phase p et neutre de rang i (valeur efficace)
$\varphi_{i,p}$	Différence de phase entre le courant harmonique et la tension harmonique de rang i de la phase p
$U_{i,pg}$	Tension harmonique entre phase p et phase g de rang i (valeur efficace)
$I_{1,p,maxdem}$	Valeur moyenne de 15 min ou 30 min maximum du courant fondamental de la phase p
X	Symbole générique d'une grandeur électrique dans une formule, à remplacer par I , I_p ou I_N pour le courant, par V ou V_p pour la tension phase à neutre, ou par U ou U_{pg} pour la tension entre phases
X_{neg}	Composante inverse de la grandeur électrique X compte tenu de sa décomposition en composantes symétriques
X_{pos}	Composante directe de la grandeur électrique X compte tenu de sa décomposition en composantes symétriques

Symbole	Définition
X_{zero}	Composante homopolaire de la grandeur électrique X compte tenu de sa décomposition en composantes symétriques
$X_{1\text{cy}}(X_{1/2\text{cy}})$	Valeur efficace de la grandeur électrique X (courant ou tension) mesurée pendant 1(1/2) cycle fondamental et rafraîchie à chaque cycle
X_{ref}	La valeur efficace de référence utilisée pour détecter et caractériser les creux de tension et les surtensions temporaires, peut être une valeur fixe ou une valeur variable dans le temps
X_{res}	Valeur $X_{1\text{cy}}$ ou $X_{1/2\text{cy}}$ la plus basse mesurée lors d'un creux de tension
X_{swell}	Valeur $X_{1\text{cy}}$ la plus élevée mesurée lors d'une surtension temporaire

Les méthodes de calcul du Tableau B.2 sont des algorithmes de référence destinés à calculer de façon générale les grandeurs électriques.

Différentes mises en œuvre sont possibles en fonction des caractéristiques d'un PMD. Il convient que les fabricants de PMD qui n'utilisent pas ces formules spécifient dans la documentation technique du produit les méthodes de calcul utilisées.

Tableau B.2 – Formules de calcul des paramètres électriques

Paramètre	Symbole et définition
Valeurs efficaces	
Courant efficace de la phase p	$I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} i_{p_k}^2}{M}}$
Tension efficace entre phase p et neutre	$V_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} v_{p_k}^2}{M}}$
Tension efficace entre phase p et phase g	$U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (u_{pg_k})^2}{M}}$
Tension efficace ou courant efficace total (ou moyen)	$X = \frac{\sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} X_p}{N_{\text{ph}}}$
Courant de neutre efficace calculé	$I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (i_{1_k} + i_{2_k} + i_{3_k})^2}{M}}$
Puissances de la phase	
Puissance active de la phase p	$P_p = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_k} \times i_{p_k})$
Puissance apparente de la phase p	$S_p = V_p \times I_p$

Paramètre	Symbole et définition
Puissance réactive de la phase p , formule de triangle de puissance (également connue comme définition de Fryze) ^a	$Q_p = Q_{p_{\text{trian}}} = \text{Sign}Q(\phi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ avec $\text{Sign}Q(\phi_p) = +1 \text{ si } \phi_p \in [0^\circ - 180^\circ]$ $\text{Sign}Q(\phi_p) = -1 \text{ si } \phi_p \in [180^\circ - 360^\circ]$ NOTE Cette grandeur est parfois désignée comme puissance non active.
Puissance réactive de la phase p , formule de changement de phase en quadrature ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{quad}}} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_{k-N/4}} \times i_{p_k})$
Puissance réactive de la phase p , définition de l'harmonique de Budeanu ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{harm}}} = \sum_{i=1}^{h_{\text{max}}} I_{i,p} \cdot V_{i,p} \cdot \sin(\phi_{i,p})$
Puissance de déformation	$D_p = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$
Énergies de la phase	
Énergie active de la phase p	$E_p = P_p \cdot \Delta t$
Énergie réactive de la phase p	$E_{rp} = Q_p \cdot \Delta t$
Énergie apparente de la phase p	$E_{ap} = S_p \cdot \Delta t$
Puissances totales	
Puissance active totale	$P = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} P_p$
Puissance réactive totale (vectorielle)	$Q_V = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} Q_p$
Puissance apparente totale (vectorielle)	$S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$
Puissance apparente totale (arithmétique)	$S_A = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} S_p$
Puissance réactive totale (arithmétique) ^b	$Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2}$
Facteurs de puissance	
Facteur de puissance de la phase p	$PF_p = \frac{P_p}{S_p}$ NOTE Le facteur de puissance est parfois défini avec une valeur absolue au numérateur.
Facteur de puissance de déplacement de la phase p	$DPF_p = \cos(\phi_p)$
Facteur de puissance total (vectoriel)	$PF_V = \frac{P}{S_V}$
Facteur de puissance total (arithmétique)	$PF_A = \frac{P}{S_A}$
Puissances fondamentales	
Puissance active fondamentale de la phase p	$P_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \cos(\phi_p)$
Puissance réactive fondamentale de la phase p	$Q_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \sin(\phi_p)$
Puissance apparente fondamentale de la phase p	$S_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p}$

Paramètre	Symbole et définition
Indicateurs de distorsion	
Distorsion harmonique de la grandeur électrique X (I_p, V_p , ou U_{pgg}) – Grandeur de phase	$THDX_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_{1,p}}$
Distorsion harmonique par rapport à la valeur efficace de la grandeur électrique X (I_p, V_p , ou U_{pg}) – Grandeur de phase	$THD_{-RX_p} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_p}$
Taux de distorsion harmonique de la grandeur électrique X (I, V , ou U)	$THDX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THDX_p}{N_{ph}}$
Taux de distorsion harmonique par rapport à la valeur efficace de la grandeur électrique X (I, V , ou U)	$THD_{-RX} = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THD_{-RX_p}}{N_{ph}}$
Rapport total de distorsion de la grandeur électrique X (I_p, V_p , ou U_{pgg}) – Grandeur de phase	$TDRX_p = \frac{\sqrt{X_p^2 - X_{1,p}^2}}{X_{1,p}}$ NOTE Contrairement au THD, le rapport de distorsion contient la contribution des composantes interharmoniques.
Rapport total de distorsion de la grandeur électrique X (I, V , ou U)	$TDRX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} TDRX_p}{N_{ph}}$
Puissance active de distorsion de la phase p	$PD_p = P_p - P_{1,p}$
Puissance active de distorsion totale	$PD = \sum_{p=1}^{N_{ph}} PD_p$
Distorsion de la demande totale (courant) de la phase p	$TDD_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} I_{i,p}^2}}{I_{1,p,maxdem}}$
Indicateurs de déséquilibre	
Déséquilibre en amplitude de la grandeur électrique X (I_p, V_p , ou U_{pgg}) – Grandeur de phase, en pourcent	$X_{nba,p} = 100 \cdot \frac{X_p - X_{avg}}{X_{avg}} \quad \text{where } X_{avg} = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} X_p}{N_{ph}}$
Déséquilibre total en amplitude de la grandeur électrique X (I, V , ou U), en pourcent	$X_{nba} = \max \left\{ \left X_{nba,p} \right \right\}_{p=1..N_{ph}}$
Déséquilibre en amplitude et de phase de la grandeur électrique X (I, V , ou U)	$X_{nb} = 100 \cdot \frac{X_{neg}}{X_{pos}}$
NOTE Il n'y a pas de grandeur de phase pour ce type de déséquilibre.	

Paramètre	Symbole et définition
Indicateurs de qualité de puissance interne	
Valeur efficace de 1 cycle de la grandeur électrique X (généralement la tension) de la phase p .	$X_{p1cy} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} x_{p_k}^2}{N}}$
Profondeur du creux de tension pour la grandeur électrique X (généralement la tension)	$X_{dip}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{ref} - X_{resid}}{X_{ref}}$
Profondeur de la surtension temporaire pour la grandeur électrique X (généralement la tension)	$X_{swl}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{swell} - X_{ref}}{X_{ref}}$
^a Voir Figure B.1. La puissance réactive est une notion qui prête à controverse, qui n'a pas une définition "réelle" dans les conditions non sinusoïdales. Ce tableau ne donne que les définitions les plus courantes. Les différentes normes ou les divers produits de mesure peuvent utiliser des définitions différentes pour la puissance réactive, ou prendre en compte uniquement la puissance réactive fondamentale. Ces définitions sont équivalentes sous une tension et un courant sinusoïdaux. ^b Cette puissance est non signée. ^c Sous une tension sinusoïdale, ces définitions sont équivalentes même avec un courant non sinusoïdal.	

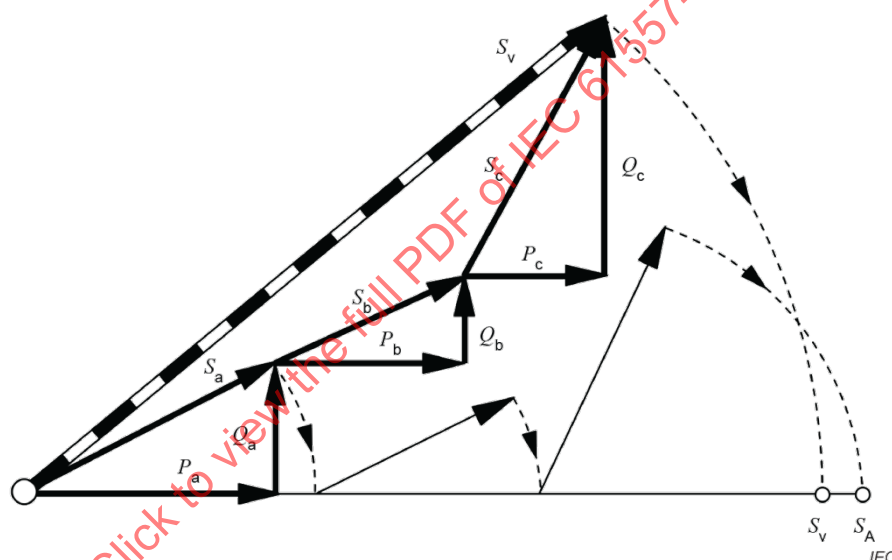


Figure B.1 – Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale

B.3 Mesurage de la puissance dans un réseau triphasé à trois fils à l'aide de la méthode des deux wattmètres

B.3.1 Généralités

Si aucun neutre n'est présent, les techniques en triphasé à l'Article B.2 peuvent être toujours utilisées pour calculer les puissances totales à condition qu'un neutre virtuel soit utilisé dans le processus de mesure. Dans le cas contraire, pour les réseaux triphasés sans neutre, la méthode des deux wattmètres peut être utilisée.

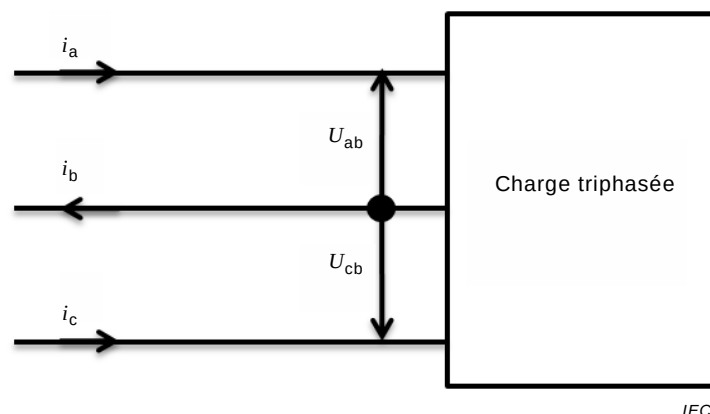


Figure B.2 – Circuit triphasé sans neutre

Soit le circuit représenté à la Figure B.2, le dispositif de mesure peut mesurer le courant des trois phases (i_a , i_b et i_c) mais, dans la mesure où aucun neutre n'est présent, ne peut mesurer que les tensions entre phases. En prenant la phase b comme référence, les tensions mesurées sont considérées comme étant U_{ab} et U_{cb} .

Si un neutre était présent, ces tensions entre phases s'écriraient:

$$u_{ab} = v_a - v_b \quad \text{and} \quad u_{cb} = v_c - v_b$$

Par ailleurs, comme il n'existe aucun neutre, la propriété suivante est toujours vraie:

$$i_a + i_b + i_c = 0$$

L'objectif poursuivi est d'utiliser les grandeurs disponibles et ces propriétés pour effectuer un mesurage exact des puissances totales consommées par la charge.

B.3.2 Puissance active totale

Soit par hypothèse l'appareil de mesure qui mesure les puissances actives de deux phases à l'aide des tensions disponibles entre phases:

$$P_1 = \mu(i_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad P_2 = \mu(i_c \cdot u_{cb})$$

où l'opérateur μ représente la moyenne sur la fenêtre de mesure de M échantillons.

Ces puissances actives de phase sont physiquement dénuées de sens dans la mesure où elles ne sont pas individuellement liées à la puissance active totale consommée par la charge.

Cependant, à l'aide des propriétés de B.3.1, il peut être démontré que:

$$P_1 + P_2 = \mu(i_a \cdot v_a) + \mu(i_b \cdot v_b) + \mu(i_c \cdot v_c) = P_a + P_b + P_c = P$$

La puissance active totale tirée par la charge peut être déterminée comme la somme algébrique des puissances actives de phase mesurées en utilisant les deux courants et les deux tensions entre phases.

B.3.3 Puissance réactive totale vectorielle utilisant la définition du changement de phase en quadrature

Si les puissances réactives de phase sont mesurées à l'aide de la formule en quadrature, la puissance réactive totale vectorielle peut être déterminée à partir des puissances réactives de phase:

$$Q_{1,quad} = \mu(i'_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad Q_{2,quad} = \mu(i'_c \cdot u_{cb})$$

où i'_a et i'_c représentent le courant de phase en quadrature et le courant de phase b en quadrature. À l'aide des propriétés de B.3.1, il peut être démontré que:

$$Q_{1,quad} + Q_{2,quad} = \mu(i'_a \cdot v_a) + \mu(i'_b \cdot v_b) + \mu(i'_c \cdot v_c) = Q_{a,quad} + Q_{b,quad} + Q_{c,quad} = Q_v$$

B.3.4 Puissance réactive totale vectorielle selon la définition de Budeanu

Si les puissances réactives de phase sont mesurées à l'aide de la formule de Budeanu, la puissance réactive totale vectorielle peut être déterminée à partir des puissances réactives de phase:

$$Q_{1,harm} = \sum_{i=1}^{h_{max}} I_{i,a} \cdot U_{i,ab} \cdot \sin(\phi_{i,ab}) \quad \text{et} \quad Q_{2,harm} = \sum_{i=1}^{h_{max}} I_{i,c} \cdot U_{i,cb} \cdot \sin(\phi_{i,cb})$$

Il peut être démontré que la puissance réactive totale calculée selon la formule de Budeanu est la somme des deux puissances réactives de phase mesurées:

$$Q_{1,harm} + Q_{2,harm} = Q_{a,harm} + Q_{b,harm} + Q_{c,harm} = Q_v$$

NOTE De façon générale, il n'existe pas de formule simple de calcul de la puissance réactive totale vectorielle lorsque les puissances réactives de phase sont mesurées à l'aide de la formule du triangle.

B.4 Relations supplémentaires en cas de tension sinusoïdale

Si la tension peut être considérée comme sinusoïdale, la puissance provient uniquement du courant fondamental et de la tension fondamentale.

Les relations supplémentaires suivantes entre les grandeurs électriques sont valables, même si le courant n'est pas sinusoïdal et/ou un déséquilibre de courant et/ou de tension est présent:

$$P_p = P_{1,p}$$

$$Q_{p,harm} = Q_{p,quad} = Q_{1,p}$$

$$V_a = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{ac}^2 - \frac{U_{bc}^2}{2}}$$

$$V_b = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ac}^2}{2}}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ac}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ab}^2}{2}}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annexe C (informative)

Convention sur le signe du facteur de puissance

C.1 Généralités

Le format du facteur de puissance relève juste d'une convention. Il est nécessaire que les fabricants définissent la convention utilisée sur leurs dispositifs, ou permettent aux clients de connaître les conventions qui peuvent être marquées sur leurs dispositifs.

Le Tableau C.1 présente les conventions IEC-C et IEEE-C disponibles suivant une optique consommateur, selon un mécanisme représenté à la Figure C.1.

Le Tableau C.2 présente les conventions IEC-P disponibles suivant une optique producteur, selon un mécanisme représenté à la Figure C.2.

C.2 Convention sur le facteur de puissance (optique du consommateur)

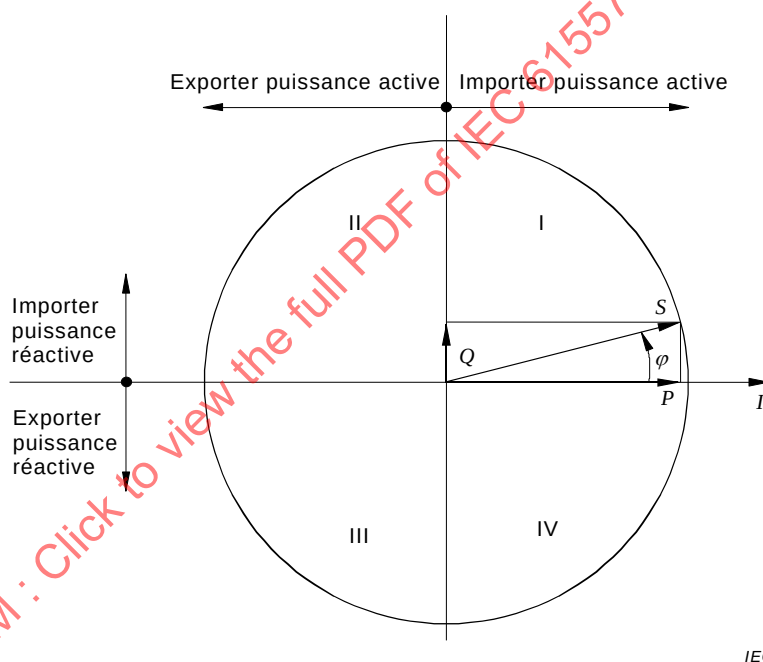


Figure C.1 – Format du facteur de puissance selon l'optique du consommateur

Tableau C.1 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du consommateur

Quadrant	Signification dans l'optique du consommateur	Convention IEC consommateur sur le signe (convention IEC-C)	Convention IEEE consommateur sur le signe (convention IEEE-C)
Quadrant I	Importer P ; Importer Q	+	-
		(Inductif)	(En recul)
Quadrant II	Exporter P ; Importer Q	-	+
		(Capacitif)	(En avance)
Quadrant III	Exporter P ; Exporter Q	-	-
		(Inductif)	(En recul)
Quadrant IV	Importer P ; Exporter Q	+	+
		(Capacitif)	(En avance)

C.3 Convention sur le facteur de puissance (optique du producteur)

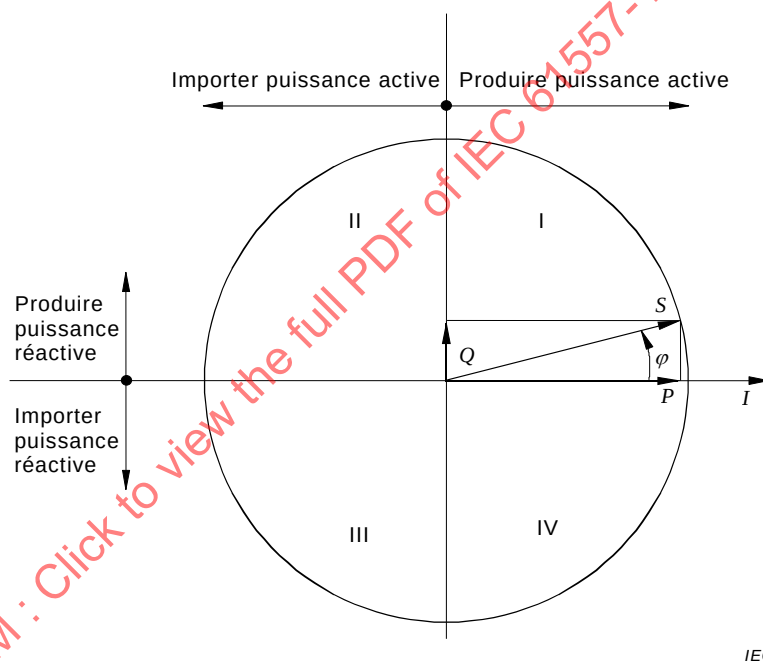


Figure C.2 – Convention sur le facteur de puissance selon l'optique du producteur

**Tableau C.2 – Conventions sur le signe du facteur de puissance
selon l'optique du producteur**

Quadrant	Signification dans l'optique du producteur	Convention IEC producteur sur le signe (convention IEC-P)
Quadrant I	Produire P ; Produire Q	+ (Surexcité)
Quadrant II	Importer P ; Produire Q	- (Surexcité)
Quadrant III	Importer P ; Importer Q	- (Sous-excité)
Quadrant IV	Produire P ; Importer Q	+ (Sous-excité)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annexe D (normative)

Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne

D.1 Grandeurs moyennes

D.1.1 Généralités

Une moyenne est la valeur moyenne d'une grandeur pendant une durée spécifiée.

D.1.2 Puissance moyenne

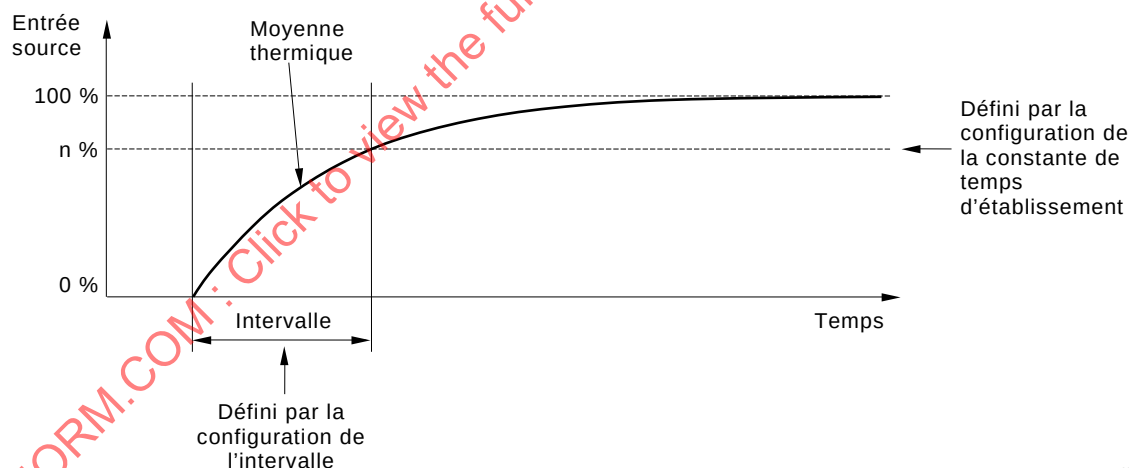
La puissance moyenne est calculée à l'aide de l'intégration arithmétique des valeurs de puissance au cours d'une période, divisée par la longueur de la période. Le résultat est équivalent à l'énergie accumulée au cours de la période, divisée par la longueur de la période.

D.1.3 Courant moyen

Le courant moyen est calculé à l'aide de l'intégration arithmétique des valeurs efficaces de courant au cours d'une période, divisée par la longueur de la période.

D.1.4 Courant thermique moyen (ou courant moyen d'un bilame)

Le courant thermique moyen calcule la moyenne basée sur une réponse thermique, qui imite les dispositifs de mesure de courant thermique moyen analogique comme décrit à la Figure D.1.



IEC

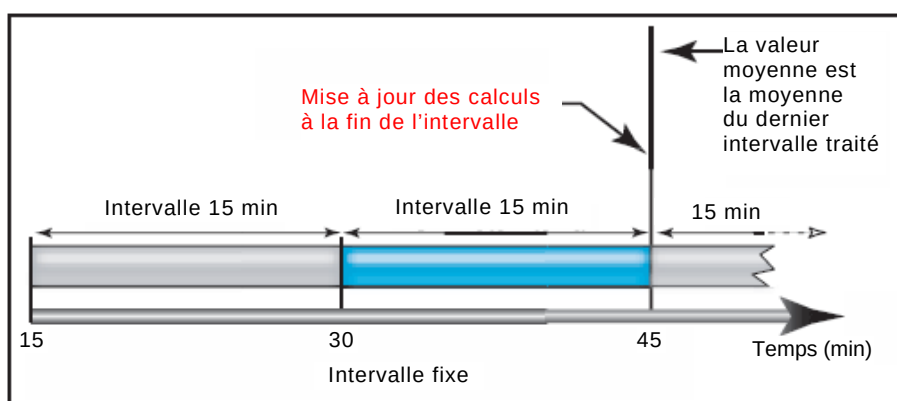
NOTE La valeur n est habituellement de 90 %, et l'intervalle de temps égal à 15 min.

Figure D.1 – Courant thermique moyen

D.1.5 Intervalles spécifiés pour le calcul de la moyenne

Les PMD utilisent la durée des intervalles pour calculer la moyenne. Les PMD peuvent mettre en œuvre plusieurs méthodes:

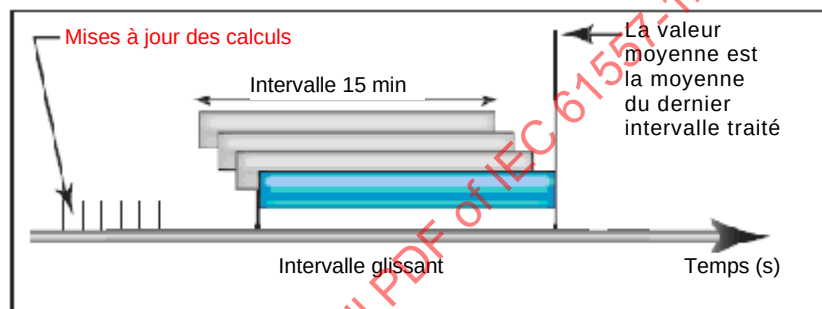
- période d'intégration fixe: les intervalles sont consécutifs; le PMD calcule et met à jour la moyenne à la fin de chaque intervalle comme décrit à la Figure D.2;



NOTE La durée de 15 min est donnée uniquement à titre d'exemple.

Figure D.2 – Période d'intégration fixe

- période d'intégration glissante: les intervalles sont glissants; le PMD calcule et met à jour la moyenne à la vitesse de glissement comme décrit à la Figure D.3.



NOTE La durée de 15 min est donnée uniquement à titre d'exemple.

Figure D.3 – Période d'intégration glissante

D.2 Grandeurs crêtes moyennes

La moyenne crête est la valeur moyenne la plus élevée (positive ou négative) depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation.

D.3 Grandeurs moyennes en triphasé

Dans un système trois ou quatre fils, la valeur moyenne est la moyenne arithmétique des valeurs de chaque phase:

EXEMPLE: Tension moyenne entre phase et neutre d'un système triphasé = (tension efficace V1 + tension efficace V2 + tension efficace V3) / 3

D.4 Grandeurs maximale et minimale

La valeur maximale d'une grandeur est la valeur la plus élevée mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation.

La valeur minimale d'une grandeur est la valeur la plus basse mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation.

Annexe E (informative)

Incertitude intrinsèque et incertitude de fonctionnement

E.1 Généralités

L'incertitude de fonctionnement d'un appareil de surveillance est définie par une spécification des:

- limites d'incertitude sur une étendue de mesure;
- des écarts maximums en présence de grandeurs d'influence (paramètres du réseau d'alimentation ou conditions externes).

L'Annexe E donne des recommandations relatives au calcul de l'incertitude de fonctionnement et n'aborde pas le concept additionnel de classe de performance de mesure. Une incertitude de fonctionnement est un indicateur de qualité qui n'est pas comparable à une classe de performance de mesure, car elles sont toutes deux de nature différente et ne sont pas utilisées pour les mêmes fins.

La Figure E.1 ci-dessous représente les différents types d'incertitudes:

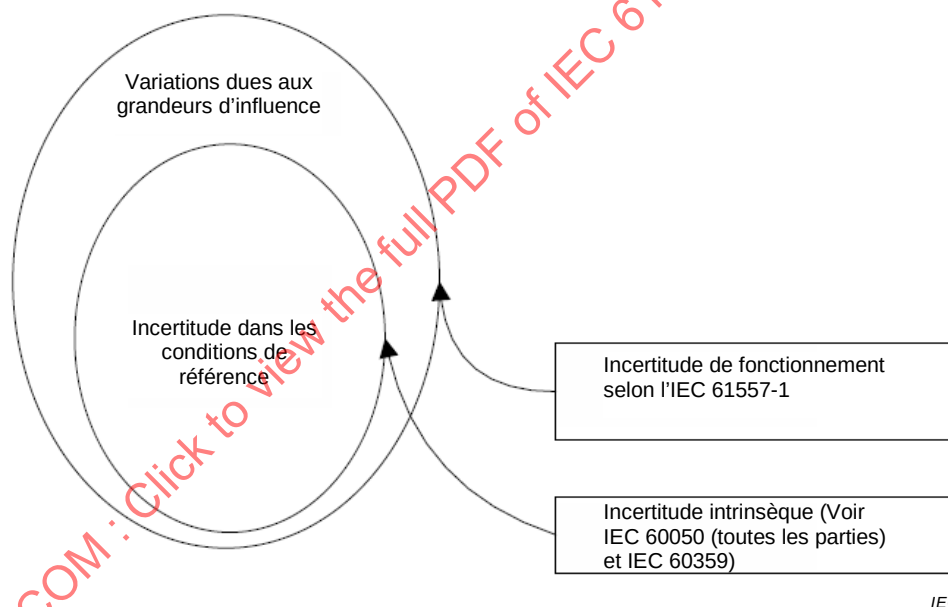


Figure E.1 – Différents types d'incertitudes

E.2 Calcul de l'incertitude de fonctionnement

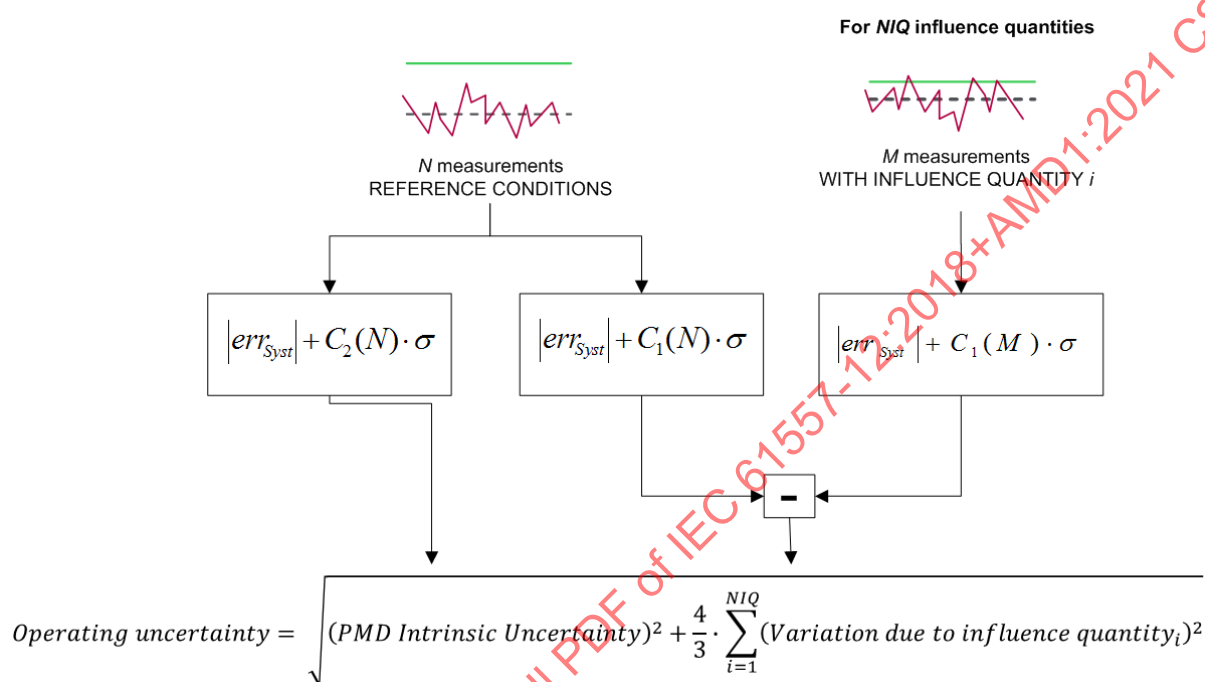
L'incertitude de fonctionnement inclut l'incertitude intrinsèque (dans les conditions de référence) et la variation due aux grandeurs d'influence.

$$\text{Incertitude de fonctionnement} = \sqrt{(\text{Incertitude intrinsèque du PMD})^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^{NIQ} (\text{variation due à la grandeur d'influence})^2}$$

NOTE 1 NIQ = nombre de grandeurs d'influences.

NOTE 2 Cette formule est issue du Guide ISO/IEC 98-3:2008, 6.2, en prenant en compte un facteur d'élargissement de 95 %.

Dans cette formule, l'incertitude intrinsèque de mesure du PMD est déterminée à deux écarts types comme décrit en G.3.2. Afin de prendre en compte un facteur d'élargissement de 95,45 % dans la formule, la variation de l'incertitude due à la grandeur d'influence doit être déterminée à un écart type. Le processus de détermination de l'incertitude de fonctionnement est représenté à la Figure E.2. Les facteurs de correction à appliquer aux écarts types calculés sont présentés dans le Tableau G.1.



Anglais	Français
For NIQ influence quantities	Pour les grandeurs d'influence NIQ (nombre de grandeurs d'influence)
N measurements Reference conditions	Mesurages N dans les conditions de référence
M measurements with influence quantity i	Mesurages M avec la grandeur d'influence i
Operating uncertainty	Incertitude de fonctionnement
PMD intrinsic uncertainty	Incertitude intrinsèque du PMD
Variation due to influence quantity	Variation due à la grandeur d'influence

Figure E.2 – Diagramme du processus de détermination de l'incertitude de fonctionnement

Annexe F (informative)

Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD

F.1 Considérations générales

L'association d'un PMDSx, d'un PMDxS ou d'un PMD SS avec des capteurs externes de courant et/ou de tension constitue un système. La performance de ce système dépend du mesurage lui-même (énergie active, fréquence, tension harmonique...), de la classe du capteur et de la classe de performance du PMD.

L'incertitude globale de la chaîne de mesure formée par cette association inclut l'incertitude due au PMD et l'incertitude due aux capteurs dans les conditions de référence.

Pour les PMD DD: incertitude globale = incertitude intrinsèque.

Pour les PMD xS, les PMD Sx et les PMD SS, les valeurs types d'incertitude globale applicables aux combinaisons de mesures correspondantes sont présentées dans le Tableau F.1

F.2 Cas spécifique de mesurage de la puissance et de l'énergie actives, effectué par un PMD associé à un capteur de courant et/ou capteur de tension externes

Le Tableau F.1 fournit des informations concernant l'association d'un PMD avec des capteurs externes.

Tableau F.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS associé à un capteur de tension ou PMD SS associé à des capteurs de courant et de tension

Classe de performance du PMD (pour mesurage de la puissance et de l'énergie actives) sans capteurs externes (PMD-Sx ou PMD-xS ou PMD SS)	Classe de capteur recommandée à associer au PMD ^{a b c}	Incertitude globale type (pour mesurage de la puissance et de l'énergie actives)
0,1	0,1 ou plus	0,2 %
0,2	0,2 ou plus	0,5 %
0,5	0,5 ou plus	1 %
1	1 ou plus	2 %
2	2 ou plus	5 %

Pour d'autres combinaisons, il convient que les fabricants fournissent des informations correspondantes ou des capteurs recommandés pour association.

^a Ceci implique une perte acceptable de performance du système.

^b Pour les mesurages de puissance et d'énergie, des capteurs de classes 0,2 S et 0,5 S sont généralement exigés.

^c La classe du capteur fait référence aux classes définies dans l'IEC 61869-2, l'IEC 61869-3, l'IEC 60044-7 et l'IEC 60044-8. Lorsque des transducteurs remplacent les capteurs, la classe du capteur fait référence à l'incertitude intrinsèque du transducteur.

F.3 Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes

Le Tableau F.2 définit l'influence ou non de chaque type de capteur sur chaque fonction d'un PMD.

Tableau F.2 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes

Symbole	Fonction	Capteur de courant	Capteur de tension
P_a	Puissance active totale	x	x
Q_A, Q_V	Puissance réactive totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
S_A, S_V	Puissance apparente totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
E_a	Énergie active totale	x	x
E_{rA}, E_{rV}	Énergie réactive totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
E_{apA}, E_{apV}	Énergie apparente totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
f	Fréquence	-	-
I	Courant de phase	x	-
I_N, I_{Nc}	Courant de neutre (mesuré, calculé)	x	-
U ou V	Tension (L_p-L_g ou L_p-N)	-	x
PF_A, PF_V	Facteur de puissance (arithmétique, vectoriel)	x	x
P_{st}, P_{lt}	Papillotement (de courte durée, de longue durée)	-	-
U_{dip} ou V_{dip}	Creux de tension (L_p-L_g ou L_p-N)	-	x
U_{swl} ou V_{swl}	Surintensités temporaires (L_p-L_g ou L_p-N)	-	x
U_{int} ou V_{int}	Coupure de tension (L_p-L_g ou L_p-N)	-	x
U_{nba} ou V_{nba}	Déséquilibre de tension (L_p-L_g ou L_p-N) en amplitude	-	x
U_{nb} ou V_{nb}	Déséquilibre de tension (L_p-L_g ou L_p-N) en phase et en amplitude	-	x
U_h ou V_h	Harmoniques de tension	-	x
$THD_u, THD-R_u$ ou $THD_v, THD-R_v$	Taux de distorsion harmonique total de la tension (par rapport au fondamental, par rapport à la valeur efficace)	-	x
I_h	Harmoniques de courant	x	-
$THD_i, THD-R_i$	Taux de distorsion harmonique total du courant (THD_i par rapport au fondamental, $THD-R_i$ par rapport à la valeur efficace, respectivement)	x	-
NOTE «x» signifie «affecte la fonction», «-» signifie «n'affecte pas la fonction».			

Annexe G (informative)

Concept d'incertitude de mesure

G.1 Considérations générales

L'Annexe G est destinée à devenir normative à la prochaine édition du présent document.

Pour le présent document, le niveau de confiance est de 95,45 %, ce qui signifie que 95,45 % des mesurages sont censés se situer dans l'intervalle défini par la moyenne des mesurages augmentée ou diminuée de l'incertitude élargie calculée. Cela correspond à deux fois l'écart type.

L'Annexe G fournit des informations sur la façon dont un nombre N de valeurs mesurées sur un PMD peut être utilisé pour déterminer l'incertitude de mesure de ce dispositif. L'utilisation des mesurages pour dériver l'incertitude est généralement appelée «méthode de type A» d'évaluation de l'incertitude. La qualification d'un produit exige généralement l'application de cette procédure sur plusieurs échantillons du produit.

L'incertitude de mesure dans certaines conditions de fonctionnement est une valeur qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent être raisonnablement attribuées au mesurande. C'est une grandeur des limites dans lesquelles une valeur peut être raisonnablement (avec un certain niveau de confiance) considérée comme fausse.

L'incertitude de mesure n'est pas l'erreur de mesure qui caractérise la différence entre une valeur mesurée et la valeur conventionnellement vraie.

Dans les calculs ci-dessous, il est établi par hypothèse que la distribution des mesurages autour de leur moyenne suit raisonnablement une distribution normale. Si tel n'est pas le cas, l'écart type estimé doit être corrigé de manière appropriée (par exemple en divisant par $\sqrt{3}$ si la distribution réelle est uniforme).

G.2 Calcul de l'incertitude élargie

G.2.1 Généralités

L'incertitude élargie est une estimation de l'incertitude en tenant compte des paramètres importants tels que:

- le nombre N de valeurs mesurées disponible à partir de l'essai
- le niveau de confiance souhaité pour les résultats de l'incertitude

G.2.2 Écart type estimé

L'écart type d'échantillon de l'ensemble des N mesurages $\{x_i\}_{i=1..N}$ est calculé comme suit:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad \text{avec} \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N x_i$$

G.2.3 Incertitude élargie

L'incertitude élargie tient compte à la fois du nombre N de mesurages et du niveau de confiance souhaité dans l'incertitude finale. Le niveau de confiance indique le nombre de mesurages susceptibles d'être compris dans les limites de l'incertitude calculée.

Le facteur de correction $C(N)$ à appliquer à l'écart type estimé pour le nombre N de mesurages est le facteur de Student. Il compense la sous-estimation de l'écart type lorsqu'il est calculé sur un ensemble réduit de mesurages. Il est spécifié dans le Tableau G.1. Les valeurs non tabulées peuvent être recalculées ou interpolées à partir des valeurs tabulées.

Tableau G.1 – Facteur de correction $C(N)$ pour l'effectif d'échantillon N

Nombre N de mesurages	Facteur de correction $C_1(N)$ pour un écart type	Facteur de correction $C_2(N)$ pour deux écarts types
3	1,321	4,527
4	1,197	3,307
5	1,142	2,869
6	1,111	2,649
7	1,091	2,517
8	1,077	2,429
9	1,067	2,366
10	1,059	2,320
11	1,053	2,284
12	1,048	2,255
13	1,043	2,231
14	1,040	2,212
15	1,037	2,195
16	1,034	2,181
17	1,032	2,169
18	1,030	2,158
19	1,029	2,149
20	1,027	2,140
30	1,018	2,090
40	1,013	2,066
50	1,010	2,052
100	1,005	2,026

L'incertitude élargie est calculée comme suit:

$$unc_{Exp} = C_2(N) \cdot \sigma$$

L'écart type estimé et l'incertitude élargie sont des données sur la dispersion des mesures (prises dans des conditions identiques) autour de leur valeur moyenne. Cette dispersion caractérise l'erreur aléatoire, parfois appelée fidélité des mesures.

G.3 Calcul de l'incertitude de mesure

G.3.1 Erreur systématique

L'erreur systématique est la différence entre la valeur conventionnellement vraie et la moyenne des valeurs mesurées. Elle peut être déterminée comme suit:

$$err_{Syst} = x_{true} - \bar{x}$$

Elle peut être positive ou négative. Elle peut être exprimée en unités physiques ou en pourcentage de la valeur vraie. En statistique, l'erreur systématique est également appelée «biais».

La valeur conventionnellement vraie est généralement estimée à l'aide d'un wattmètre de référence. Il convient que l'exactitude du dispositif de mesure de référence soit généralement supérieure à l'exactitude prévue du PMD en essai, d'au moins un facteur de 10.

L'erreur systématique est une grandeur de l'exactitude de mesure. Les valeurs de l'erreur systématique sensiblement différentes de zéro résultent généralement d'un étalonnage imparfait ou non valide, effectué dans les conditions de fonctionnement de l'essai, ou de la prise en compte d'un trop petit nombre de mesurages.

G.3.2 Incertitude de mesure

La différence entre les mesurages et la valeur vraie du mesurande est caractérisée à la fois par l'erreur systématique et l'erreur aléatoire. Un bon mesurage est à la fois vrai et précis.

Les deux indicateurs peuvent être combinés pour fournir une estimation de l'incertitude globale, définie comme l'incertitude de mesure. L'incertitude de mesure en valeur absolue peut être calculée comme suit:

$$unc_{Meas} = |err_{Syst}| + unc_{Exp}$$

Le concept d'incertitude de mesure est représenté à la Figure G.1.

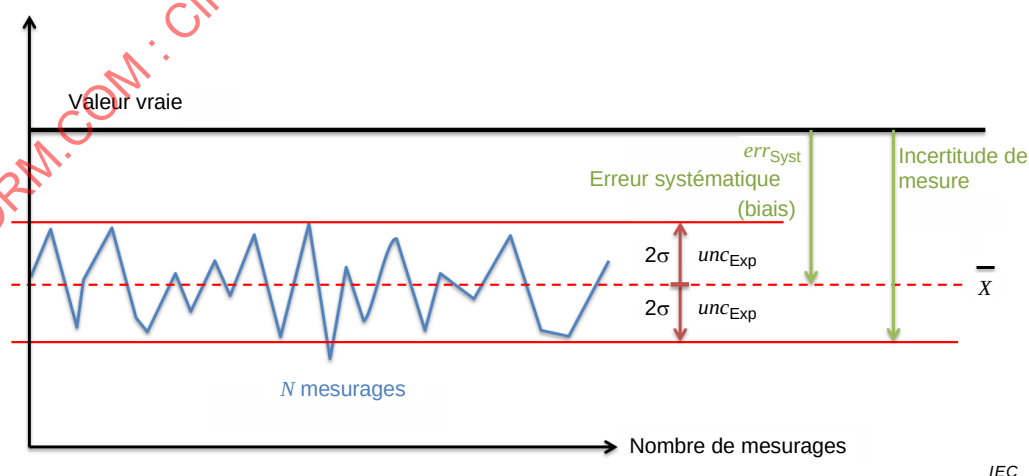


Figure G.1 – Représentation du concept d'incertitude de mesure

La valeur de l'incertitude de mesure dépend de:

- l'erreur systématique, reflétant la qualité de l'étalonnage du produit dans les conditions de fonctionnement de l'essai,
- l'erreur aléatoire, reflétant la qualité du processus de mesure et le niveau de bruit dans les conditions de fonctionnement de l'essai,
- le nombre N de mesurages effectués pendant l'essai,
- la résolution de mesure

et fournit de ce fait un bon indicateur de la qualité globale du mesurage.

NOTE D'autres sources d'incertitude sont généralement prises en compte, même si elles sont ignorées dans la présente édition:

- incertitude du dispositif de mesure de référence,
- incertitude sur la moyenne estimée $\bar{x}$ due à un nombre limité de mesurages.

G.4 Utilisation de l'incertitude de mesure comme critère de réussite/échec

G.4.1 Essais d'incertitude intrinsèque

Il est nécessaire de comparer l'incertitude de mesure calculée pour chaque essai d'incertitude intrinsèque à la limite d'incertitude spécifiée dans le tableau d'incertitude intrinsèque, afin d'évaluer la classe de mesure.

- Si l'incertitude de mesure est inférieure à la limite d'incertitude de classe C spécifiée pour tous les essais d'incertitude intrinsèque, la conformité de l'incertitude intrinsèque à la classe C est donc accordée.
- Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'incertitude de mesure est supérieure à la limite d'incertitude spécifiée pour au moins un des essais d'incertitude intrinsèque, la conformité à la classe C n'est pas accordée et il convient qu'une classe plus importante soit prise en considération.

G.4.2 Essais avec des grandeurs d'influence

L'incertitude de mesure calculée pour un essai avec des grandeurs d'influence peut être comparée à l'incertitude de mesure intrinsèque.

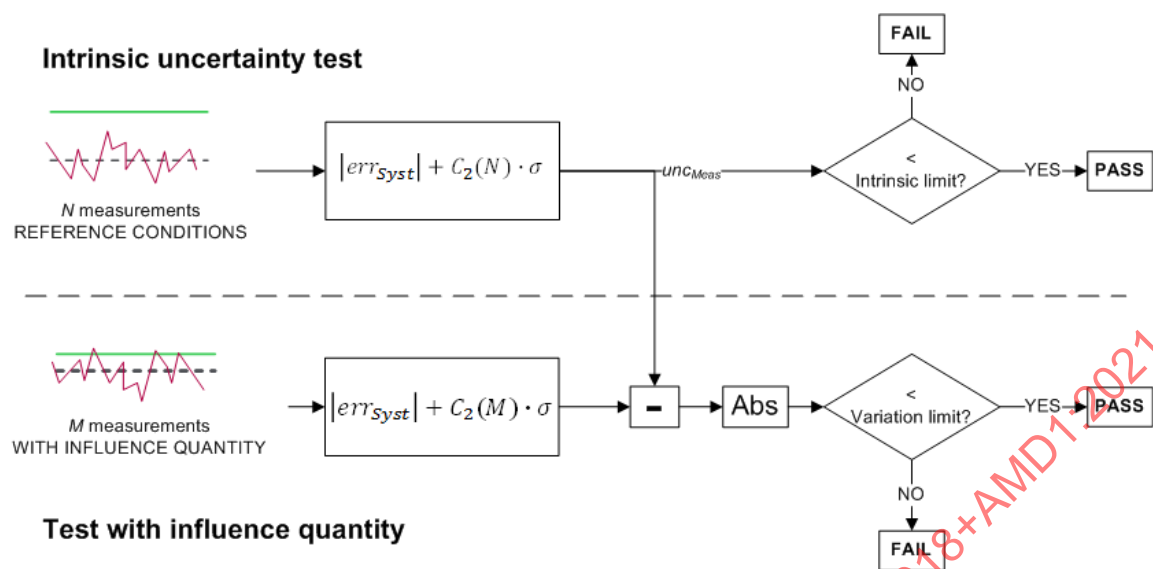
- Si la variation de l'incertitude de mesure est inférieure à la limite de variation de classe C spécifiée pour tous les essais avec des grandeurs d'influence, la conformité à la classe C est donc accordée pour l'incertitude sous les grandeurs d'influence.
- Dans le cas contraire, la conformité à la classe C n'est pas accordée et il convient qu'une classe plus importante soit prise en considération.

G.4.3 Critère général de réussite/échec

La conformité à une classe exige que le produit satisfasse aux exigences de performance en matière d'incertitude intrinsèque et de variation de l'incertitude sous les grandeurs d'influence. Donc:

- Si la conformité à la classe C est accordée comme décrit ci-dessus pour à la fois les essais d'incertitude intrinsèque et les essais avec des grandeurs d'influence, la conformité à la classe C est dite accordée.
- Dans le cas contraire, la conformité à la classe C n'est pas accordée, une classe plus importante doit être prise en considération.

Ce processus est représenté à la Figure G.2.



IEC

Anglais	Français
Intrinsic uncertainty test	Essai d'incertitude intrinsèque
N measurements	N mesurages
Reference conditions	Conditions de référence
Intrinsic limit?	Limite intrinsèque?
Fail	Échec
No	Non
Yes	Oui
Pass	Réussite
M measurements with influence quantity	M mesurages avec grandeur d'influence
Variation limit?	Limite de variation?
Test with influence quantity	Essai avec grandeur d'influence

Figure G.2 – Présentation de la procédure d'essai d'incertitude

Annexe H (normative)

Exigences concernant la fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF) et exigences supplémentaires concernant les équipements incorporant une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF)

H.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie des exigences et des essais supplémentaires pour les équipements incorporant une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF) et dont la fonction principale n'est pas le mesurage, ainsi que pour leur fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique incorporée (PMF).

Sauf indication contraire dans la présente annexe, l'élément central du présent document s'applique aux EPMF ou à la PMF selon le cas lors du relevé de l'abréviation "PMD" dans le document de base.

NOTE L'annexe suit la même structure que le document de base.

H.2 Références normatives

L'Article 2 s'applique.

En complément, les normes suivantes s'appliquent:

IEC 60255 (toutes les parties), *Relais de mesure et dispositifs de protection*

IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices* (disponible en anglais seulement)

IEC 60898 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

IEC 60947-2, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

IEC 60947-3, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

IEC 60947-6-1, *Appareillage à basse tension – Partie 6-1: Matériels à fonctions multiples – Matériels de connexion de transfert*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-19, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-19: Techniques d'essai et de mesure – Essai pour l'immunité aux perturbations conduites en mode différentiel et à la signalisation dans la gamme de fréquences de 2 kHz à 150 kHz, aux accès de puissance à courant alternatif*

IEC 61008 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID)*

IEC 61009 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD)*

IEC 61131 (toutes les parties), *Automates programmables*

IEC 61800 (toutes les parties), *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable*

IEC 62020 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Contrôleurs d'isolement à courant différentiel résiduel (RCM)*

IEC 62040 (toutes les parties), *Alimentations sans interruption (ASI)*

IEC 62109-2, *Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques - Partie 2: Exigences particulières pour les onduleurs*

IEC 62310 (toutes les parties), *Systèmes de transfert statique (STS)*

IEC 62423, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel de type B et de type F avec et sans protection contre les surintensités incorporée pour usages domestiques et analogues*

IEC 62909 (toutes les parties), *Convertisseurs de puissance connectés aux réseaux bidirectionnels*

IEC 62962, *Exigences spécifiques pour les délesteurs (LSE)*

H.3 Termes, définitions et notations

L'Article 3 s'applique.

H.4 Exigences concernant la PMF et exigences supplémentaires concernant les EPMF

H.4.1 Exigences générales

Les équipements pouvant incorporer une EPMF doivent être choisis dans la liste des équipements définie dans le Tableau H.1.

Tableau H.1 – Liste des équipements pouvant incorporer une EPMF

Équipement	Norme IEC
Alimentations sans interruption (ASI)	Série IEC 62040
Systèmes de transfert statique (STS)	Série IEC 62310
Disjoncteurs	IEC 60947-2, série IEC 60898
Matériel de connexion de transfert (TSE)	IEC 60947-6-1
Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles	IEC 60947-3
Automates programmables (AP)	Série IEC 61131
Onduleur utilisé dans les systèmes photovoltaïques	IEC 62109-2
Entraînements électriques de puissance à vitesse variable	IEC 61800
Relais de protection	IEC 60255

Équipement	Norme IEC
Dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR, DD)	Série IEC 61008, série IEC 61009, IEC 62423, IEC 60947-2, série IEC 60755
Contrôleurs d'isolement à dispositif différentiel résiduel (RCM)	Série IEC 62020
Délesteurs (LSE)	IEC 62962
Convertisseurs de puissance connectés aux réseaux bidirectionnels	Série IEC 62909

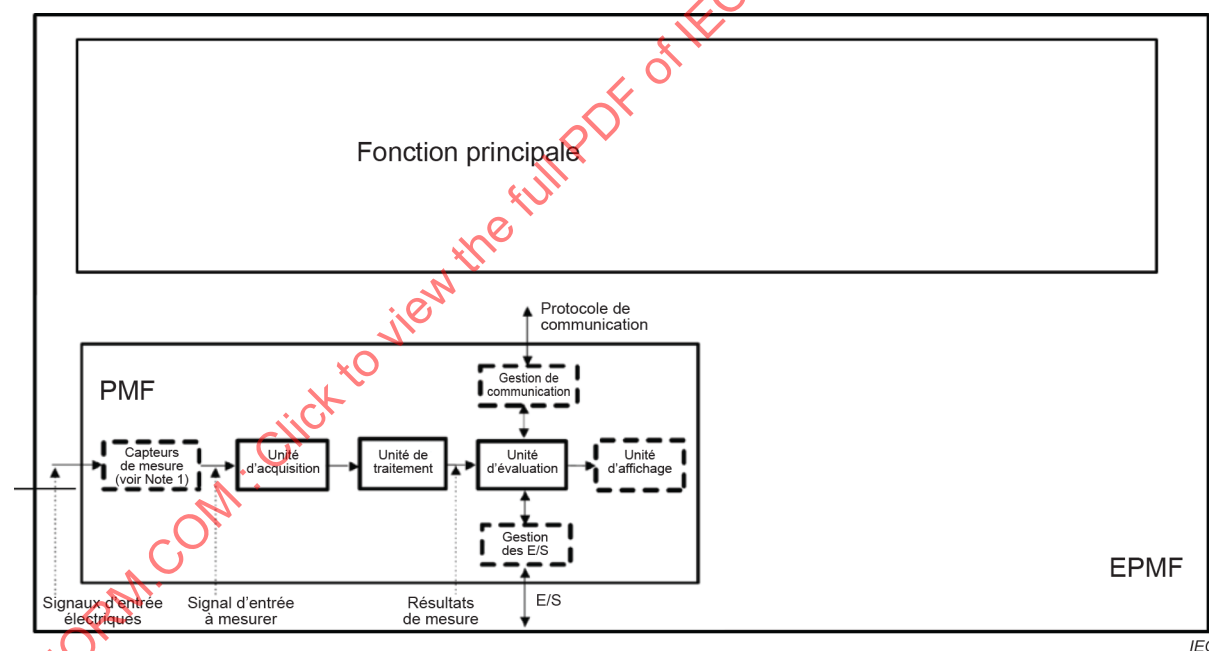
Les exigences du 4.2 au 4.12 s'appliquent avec les modifications spécifiées dans la présente annexe.

H.4.2 Architecture générale d'un EPMF

Le présent paragraphe fournit des informations concernant une mise en œuvre possible d'une PMF dans un EPMF.

La Figure H.1 présente l'organisation commune d'un EPMF y compris sa fonction principale et la PMF.

Organisation de la chaîne de mesure d'un EPMF: la grandeur électrique peut être mesurée soit directement, soit au moyen de capteurs de tension et/ou courant (voir aussi H.4.4).



NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'inclure dans la PMF les éléments représentés dans les cases en pointillé.

NOTE 2 Les E/S sont des signaux analogiques et/ou numériques avec alarmes.

NOTE 3 Les communications peuvent être assurées par l'élément EPMF ou l'élément PMF.

Figure H.1 – Exemple d'architecture d'un EPMF

H.4.3 Classification de la PMF

Les dispositions du 4.3 s'appliquent à la PMF classée selon le Tableau H.2.

Tableau H.2 – Classification fonctionnelle de la PMF avec des fonctions minimales exigées

Symbole des fonctionnalités ^a	Type de PMF ^b		
	PMF-I Efficacité énergétique	PMF-II Surveillance de base de l'installation	PMF-III Surveillance avancée de l'installation/performance du réseau
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■
I_N			■
U et/ou V		■	■
PF		■	■
THD_U et/ou THD_V et/ou $THD-R_U$ et/ou $THD-R_V$			■
THD_I et/ou $THD-R_I$			■
^a Seules les grandeurs totales sont obligatoires			
^b Pour les PMF autres que PMF-I, PMF-II et PMF-III et qui sont dénommées PMF-x, d'autres combinaisons de fonctions sont admises et doivent être spécifiées par le fabricant.			

H.4.4 Structure d'un EPMF

Les dispositions du 4.4 s'appliquent à un EPMF avec la modification suivante.

Selon l'EPMF, la grandeur électrique peut être mesurée soit directement, soit au moyen de capteurs de tension et/ou courant comme le présente le Tableau H.3.

Tableau H.3 – Structure d'un EPMF

		Mesurage du courant	
		EPMF alimenté par capteur (capteurs de courant à l'extérieur de l'EPMF) →EPMF Sx	EPMF à branchement direct (capteurs de courant à l'intérieur de l'EPMF) →EPMF Dx
Mesurage de la tension	EPMF à branchement direct (capteurs de tension à l'intérieur de l'EPMF) →EPMF xD	EPMF SD (Insertion semi-directe)	EPMF DD (Insertion directe)
	EPMF alimenté par capteur (capteurs de tension à l'extérieur de l'EPMF) →EPMF xS	EPMF SS (Insertion indirecte)	EPMF DS (Insertion semi-directe)

H.4.5 Liste des classes de performance applicables pour la PMF

Les dispositions du 4.5 s'appliquent.

H.4.6 Conditions de référence et de fonctionnement**H.4.6.1 Conditions de référence**

Les dispositions du 4.6.1 s'appliquent pour les essais de classes de performance de la PMF. Pour d'autres essais, les conditions d'essai de référence de la norme des EPMF s'appliquent.

H.4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées

Les dispositions du 4.6.2 s'appliquent lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas les conditions de fonctionnement assignées.

NOTE Les conditions de fonctionnement assignées peuvent également être appelées conditions environnementales (ou libellé similaire) dans d'autres normes.

H.4.7 Conditions de démarrage d'un EPMF

Les dispositions du 4.7 s'appliquent.

H.4.8 Exigences concernant la PMF

Toutes les fonctions PMF intégrées dans un EPMF et couvertes par le présent document doivent satisfaire aux exigences du présent document indiquées en 4.8 avec les modifications ou ajouts suivants.

Le 4.8 indique une liste de fonctions. En fonction du type de mesurage, la PMF doit mesurer l'ensemble ou une partie des fonctions énumérées.

Le courant de démarrage et l'étendue de mesure spécifiée du courant doivent être choisis selon la structure de l'EPMF indiquée dans le Tableau H.3 et le Tableau H.4.

Tableau H.4 – Valeur du courant selon le type d'EPMF

Structure d'un EPMF	Courant de démarrage et étendue de mesure spécifiée du courant identique à
EPMF Dx	PMD Dx
EPMF Sx	PMD Sx
Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, le facteur de puissance = $\cos \phi$, voir le Tableau 11.	

Pour les grandeurs d'influence de CEM:

- Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF traite des exigences CEM, les niveaux CEM et les conditions d'essai définis dans la norme des EPMF s'appliquent;
- Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne traite pas des exigences CEM, les dispositions du 4.8 s'appliquent.

Pour les grandeurs d'influence de la température, la plage d'influence est fondée sur la plage de fonctionnement assignée selon H.4.6.2.

H.4.9 Exigences mécaniques générales

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'exigences mécaniques, les dispositions du 4.9 s'appliquent.

H.4.10 Exigences de sécurité

Une norme de sécurité des équipements exigée par le type d'EPMF doit s'appliquer. Lorsque la norme de produits des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'exigences de sécurité, les dispositions du 4.10 s'appliquent.

En complément, la PMF doit être soumise à une appréciation du risque. En cas de doute, l'IEC 61010-2-30 ou toute norme de sécurité pertinente doit s'appliquer.

H.4.11 Exigences CEM

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'exigences CEM, les dispositions du 4.11 s'appliquent.

H.4.12 Entrées et/ou sorties

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'exigences concernant les entrées et/ou sorties, les dispositions du 4.12 s'appliquent.

H.5 Marquage et instructions de fonctionnement

H.5.1 Généralités

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne traite pas des exigences concernant le marquage et les instructions de fonctionnement, les dispositions du 5.1 s'appliquent.

H.5.2 Marquage

Au minimum et lorsque cela est approprié, le symbole 14 conforme à l'IEC 61010-1 doit être marqué sur l'EPMF.

H.5.3 Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance

H.5.3.1 Généralités

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne traite pas des exigences concernant les instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance, les dispositions du 5.3.1 s'appliquent.

En complément, les exigences suivantes s'appliquent:

H.5.3.2 Caractéristiques générales

Les dispositions du 5.3.2 s'appliquent.

H.5.3.3 Caractéristiques essentielles

H.5.3.3.1 Caractéristiques de l'EPMF

Les caractéristiques de l'EPMF doivent être spécifiées dans un tableau, comme cela est précisé dans le Tableau H.5 avec les éléments suivants:

- a) fonction (éventuelle) d'évaluation de la qualité de l'alimentation;
- b) classification de la PMF et de l'EPMF selon H.4.3 et H.4.4;
- c) température de l'EPMF selon H.4.6.2;
- d) conditions d'humidité et d'altitude de l'EPMF selon H.4.6.2;

e) classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie active (si elle existe), selon 4.8.2 et H.4.6.2.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant, voir le Tableau H.5:

Tableau H.5 – Formulaire de spécification des EPMF

Type de caractéristique	Exemples de valeur caractéristique possible	Autres caractéristiques complémentaires
Classification de la PMF selon H.4.3	PMF-I ou PMF-II ou PMF-III ou PMF-x	
Classification de l'EPMF selon H.4.4	SD ou DS ou DD ou SS	
Température	K40 ou K55 ou K70 ou Kx ou plage spécifiée pour l'EPMF	
Humidité + altitude	Blanc ou valeurs étendues ou plage spécifiée pour l'EPMF	
Classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie active (si la fonction est disponible)	0,1 ou 0,2 ou 0,5 ou 1 ou 2	

Il est fortement recommandé d'énumérer tous les éléments, et de ne spécifier que ceux qui existent.

H.5.3.3.2 Caractéristiques des fonctions

Les caractéristiques de la PMF doivent être spécifiées dans un tableau, comme cela est précisé dans le Tableau 46 avec les éléments suivants:

- symboles des fonctions tels qu'ils sont définis dans le Tableau 46;
- classe de performance de fonctionnement, selon le présent document;
- étendue de mesure pour la classe de performance spécifiée;
- autres caractéristiques complémentaires.

H.6 Essais

H.6.1 Généralités

Les essais spécifiés à l'Article 6 s'appliquent et doivent être réalisés sur l'EPMF avec les modifications ou ajouts suivants.

Sauf indication contraire, les essais spécifiés à l'Article H.6 s'appliquent avec l'EPMF câblé et réglé dans les conditions normales d'utilisation.

Les conditions d'essais de référence du H.4.6.1 s'appliquent.

H.6.2 Essais de type de l'EPMF

H.6.2.1 Généralités

Les essais de type doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences des Articles H.4 et H.5.

H.6.2.2 Essais d'incertitude intrinsèque

En règle générale, chaque ligne des tableaux d'incertitude intrinsèque de l'Article 4 avec les conditions définies du H.4.6 au H.4.8 doit être associée à un essai avec les points d'essai minimaux et les critères d'acceptation donnés en 6.2.2.

H.6.2.3 Essais de variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence

En règle générale, chaque ligne des tableaux d'incertitude avec grandeurs d'influence de l'Article 4 avec les conditions définies du H.4.6 au H.4.8 doit être associée à un essai avec les points d'essai minimaux et les critères d'acceptation donnés en 6.2.3.

H.6.2.4 Essai d'influence de la température

Les dispositions du 6.2.4 s'appliquent avec les conditions environnementales définies en H.4.6.

H.6.2.5 Puissance active

Les dispositions du 6.2.5 s'appliquent.

H.6.2.6 Puissance apparente

Les dispositions du 6.2.6 s'appliquent.

H.6.2.7 Facteur de puissance

Les dispositions du 6.2.7 s'appliquent.

H.6.2.8 Essai de réjection de tension de mode commun

Aucune exigence.

H.6.2.9 Fréquence

Les dispositions du 6.2.9 s'appliquent.

H.6.2.10 Mesurage des harmoniques de tension et du THD_u

Les dispositions du 6.2.10 s'appliquent.

H.6.2.11 Mesurage des harmoniques de courant et du THD_i

Les dispositions du 6.2.11 s'appliquent.

H.6.2.12 Creux de tension et surtensions temporaires

Les dispositions du 6.2.12 s'appliquent.

H.6.2.13 Coupures de tension

Les dispositions du 6.2.13 s'appliquent.

H.6.2.14 Essais des sorties

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne traite pas des essais des sorties, les dispositions du 6.2.14 s'appliquent.

H.6.2.15 Essais climatiques

Les essais climatiques de la norme des équipements incorporant la PMF s'appliquent s'ils sont définis.

Après un temps de récupération approprié, la PMF ne doit présenter aucune modification des informations et doit fonctionner dans les limites de ses spécifications.

Lorsque des essais climatiques ne sont pas définis par la norme des équipements incorporant la PMF, les dispositions du 6.2.15 s'appliquent avec toutefois des températures fondées sur des conditions environnementales définies dans la norme de produit du dispositif EPMF.

H.6.2.16 Essais de CEM

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'essais de CEM, les dispositions du 6.2.16 s'appliquent en prenant en considération les niveaux et les conditions d'essai tels qu'ils sont définis en H.4.11. Dans ce cas, les critères de performance s'appliquent uniquement à la PMF.

H.6.2.17 Essais de démarrage

Les dispositions du 6.2.17 s'appliquent.

H.6.2.18 Essai de mesure sans discontinuité

Les dispositions du 6.2.18 s'appliquent.

H.6.2.19 Essais de sécurité

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'essais de sécurité, les dispositions du 6.2.19 s'appliquent.

H.6.3 Essais individuels de série de l'EPMF

H.6.3.1 Essai de la liaison de protection

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'essais individuels de série pour les aspects de sécurité, les dispositions du 6.3.1 s'appliquent.

H.6.3.2 Essai de rigidité diélectrique

Lorsque la norme des équipements incorporant la PMF ne définit pas d'essais individuels de série pour les aspects de sécurité, les dispositions du 6.3.2 s'appliquent.

H.6.3.3 Essai d'incertitude

Les dispositions du 6.3.3 s'appliquent.

Annexe I (informative)

Nouvelles exigences potentielles issues de la série de normes IEC 62053-2 x

I.1 Domaine d'application

La présente annexe informative fournit des informations concernant les exigences futures relatives au mesurage de l'énergie active et réactive, conformément à l'édition 2 de l'ensemble de normes IEC 62053-2x.

Elle fournit également des informations sur les exigences futures relatives au mesurage de la puissance active et réactive, sur la base des mêmes grandeurs d'influence que pour les mesurages de l'énergie.

La présente annexe informative peut se substituer, dans l'une des futures éditions de l'IEC 61557-12, aux exigences actuelles spécifiées en 4.8.2 et 4.8.3.

La présente annexe peut se substituer aux Tableaux 8, 9, 12 et 13 pour les mesurages de puissance active et réactive.

Les PMD conformes à l'IEC 61557-12 sont destinés à être utilisés dans les tableaux ou les panneaux de distribution, tandis que les compteurs de revenus conformes à l'IEC 62053-2 x sont destinés à être utilisés au point d'origine de l'alimentation électrique d'un bâtiment ou à sa proximité.

Par comparaison avec un compteur de revenus, un PMD est destiné à être utilisé:

- Dans un environnement thermique plus sévère.
- Dans un environnement CEM moins sévère.
- Dans les applications de comptage et de surveillance du réseau électrique, dans lesquelles les caractéristiques de scellement et autres caractéristiques de métrologie légale généralement spécifiées pour les applications de facturation ne sont pas nécessaires.

Un PMD, qui fonctionne dans les conditions environnementales spécifiées dans l'IEC 61557-12, fournit les mêmes résultats de mesure en matière d'exactitude, qu'un compteur de revenus qui fonctionne dans les conditions environnementales spécifiées dans l'IEC 62052-11:2020.

NOTE Lorsque le présent document utilise le terme "capteur", il se comprend sous cette acception ou comme "transformateur de mesure", voire comme "transducteur". Ces aspects seront pris en considération dans une future édition du présent document.

I.2 Exigences futures pour les mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)

I.2.1 Tableaux d'incertitude intrinsèque future

Tableau I.1 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes > 0,5

Valeur du courant		Facteur de puissance (cos φ)	Limites relatives au pourcentage d'erreur pour les compteurs de classe		
pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur			1	2
$I_{\min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{\min} \leq I < 0,05 I_n$	1		±1,5	±2,5
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1		±1,0	±2,0
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductif		±1,5	±2,5
		0,8 capacitif		±1,5	n/a
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductif		±1,0	±2,0
		0,8 capacitif		±1,0	n/a

Tableau I.2 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes ≤ 0,5

Valeur du courant		Facteur de puissance (cos φ)	Limites relatives au pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		0,1 ^{b, c}	0,2 ^c	0,5 ^a
$I_{\min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{\min} \leq I < 0,05 I_n$	1	±0,2	±0,4	±1,0
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	±0,1	±0,2	±0,5
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductif	±0,25	±0,5	±1,0
		0,8 capacitif	±0,25	±0,5	±1,0
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductif	±0,15	±0,3	±0,6
		0,8 capacitif	±0,15	±0,3	±0,6

^a La classe 0,5 du présent tableau couvre les classes 0,5 et 0,5 S de l'IEC 62053-2 x

^b La classe 0,1 s'applique uniquement à la puissance active

^c La classe 0,1 et la classe 0,2 du présent tableau couvrent la classe 0,1 S et la classe 0,2 S de l'IEC 62053-22

1.2.2 Limites futures de variations du fait des grandeurs d'influence

Tableau I.3 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence pour les classes > 0,5

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance (cos φ) ^c	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		1	2	
Champs électromagnétiques RF ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n		1	2,0	3,0	
Transitoire rapide en salves ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n		1	4,0	6,0	
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n		1	2,0	3,0	
Perturbations de courant en mode différentiel (2 kHz à 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 niveau II	I_n		1	4,0	6,0	
Ondes oscillatoires amorties ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a	n/a	n/a	
		---	I_n	1	2,0	3,0	
Champ magnétique statique externe ^h	n/a	I_n		1	2,0	3,0	
Champs magnétiques à fréquence industrielle d'origine externe ^{k, g}	IEC 61000-4-8 avec niveau x= 0,5 mT	I_n		1	2,0	3,0	
Composantes harmoniques dans les circuits de courant et de tension – essai du 5 ^e harmonique	Voir 6.2.5.1	$0,5 I_{\max}$		1	0,8	1,0	
Composantes interharmoniques dans le circuit de courant alternatif – essai de formes d'ondes en salves	Voir 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1	3,0	6,0	
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif – essai de forme d'onde à amorçage par phase de 90 degrés	Voir 6.2.5.2	$0,5 I_n$		1	3,0	6,0	
Circuit de courant continu et harmoniques pairs - essai de forme d'onde à redressement à une alternance ⁱ	n/a	$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$	---	1	3,0	6,0	
		---	n/a	0,5			
		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Variation de tension	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	1	0,5	1,0	

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance (cos φ) ^c	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur			1	2
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)			1,0	1,5
Variation de température ambiante ^b	selon la plage de fonctionnement assignée telle qu'elle est définie dans le Tableau 5 et le Tableau 6	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	1		0,05 ^b	0,10 ^b
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5		0,07 ^b	0,15 ^b
Coupage de tension de phase	Une ou deux phases manquantes ^f pour le PMD avec alimentation auxiliaire n/a ⁱ pour le PMD autoalimenté	I_n		1		2,0	4,0
Variation de fréquence	Fréquence assignée ±2 %	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	1		0,5	0,8
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5		0,7	1,0
Ordre de phases inversé	Deux des trois phases existantes doivent être interchangées	$0,1 I_n$		1		0,5	1,0
Variation de tension auxiliaire	tension assignée ±15 %	$I_{\min}$		1		0,2	0,4
Fonctionnement des dispositifs auxiliaires ^h	n/a	$I_{\min}$		1		0,2	0,4
Surintensités de courte durée ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1		1,5	1,5
		---	I_n			0,5	1,0
Autoéchauffement ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$		1		0,7	1,0
				0,5		1,0	1,5
Variations de courant à charge rapide ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1		2,0	3,0
Défaut à la terre ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a		n/a	n/a
		---	I_n	1		0,5	1,0
Essai de chaleur sèche ^e	6.2.15.2	I_n		1		0,5	1,0

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance ($\cos \varphi$) ^c	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur			1	2
Essai de froid ^e	6.2.15.3	I_n		1		0,5	1,0
Essai cyclique de chaleur humide ^e	6.2.15.4	I_n		1		0,5	1,0

- ^a L'essai doit être effectué pendant au moins 1 h, ou jusqu'à ce que la variation d'erreur pendant 20 min ne dépasse pas 0,2 %.
- ^b Ces valeurs doivent être considérées comme des coefficients de température moyenne (%/K).
- ^c Inductif.
- ^d Uniquement compteurs alimentés par transformateur de tension.
- ^e Pour ces essais, l'exactitude du PMD est mesurée avant et après l'essai. La différence de pourcentage d'erreur avant et après l'essai ne doit pas dépasser les limites d'erreur spécifiées dans le présent tableau. Ces limites d'erreur peuvent être interprétées comme une dérive admissible de l'exactitude du PMD, induite par les conditions d'essai spécifiées.
- ^f Les PMD polyphasés avec trois éléments de mesure doivent effectuer des mesurages et des enregistrements, dans les limites de variation du pourcentage d'erreur indiquées dans le présent tableau, en cas de coupure des phases suivantes:
- une ou deux des phases, dans un réseau triphasé à quatre fils;
- une des trois phases, dans un réseau triphasé à trois fils (lorsque le PMD est conçu pour un tel service).
- Cette exigence ne couvre que les coupures de phase et ne prend pas en compte des événements tels que les défaillances de fusibles de transformateur.
- Pour les PMD polyphasés avec deux éléments de mesure, l'essai ne s'applique pas.
- Pour les PMD à alimentation auxiliaire, l'alimentation auxiliaire n'est pas coupée au cours de l'essai.
- ^g Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie. L'essai de tension différentielle ne s'applique pas.
- ^h Cet essai ne s'applique pas à l'environnement de comptage et de surveillance du réseau électrique.
- ⁱ Cet essai ne s'applique pas aux applications de comptage et de surveillance du réseau électrique, pour lesquelles des caractéristiques antiviolation ne sont pas demandées.
- ^j Cet essai est adapté à la vérification du mesurage sans discontinuité
- ^k Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT produite par un courant à la même fréquence que celle de la tension appliquée au PMD et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction ne doit pas provoquer une variation qui dépasse les valeurs représentées dans le présent tableau.
- ^l Cet essai s'applique à un PMD triphasé à quatre fils à courant alternatif alimenté par transformateur, raccordé aux réseaux de distribution équipés de neutralisants de défaut à la terre ou qui comportent un point neutre isolé.

**Tableau I.4 – Limites de variation en pourcentage d'erreur
du fait des grandeurs d'influence pour les classes ≤ 0,5**

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)	Facteur de puissanc e	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Champs électromagnétiques RF ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Transitoire rapide en salves ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques ^g	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Perturbations de courant en mode différentiel (2 kHz à 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 niveau II	I_n	1	0,5	0,8	2,0
Ondes oscillatoires amorties ^{d, g, h}	n/a	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Champ magnétique statique externe ^h	n/a	I_n	1	2,0	2,0	2,0
Champ magnétique à fréquence industrielle d'origine externe ^{g, k}	IEC 61000-4-8 avec niveau x= 0,5 mT	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Composantes harmoniques dans les circuits de courant et de tension – essai du 5 ^e harmonique	Voir 6.2.5.1	$0,5 I_{max}$	1	0,2	0,4	0,5
Composantes interharmoniques dans le circuit de courant alternatif – essai de formes d'ondes en salves	Voir 6.2.5.3	$0,5 I_n$	1	0,3	0,6	1,5
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif – essai de forme d'onde à amorçage par phase de 90 degrés	Voir 6.2.5.2	$0,5 I_n$	1	0,3	0,6	1,5
Circuit de courant continu et harmoniques pairs - essai de forme d'onde à redressement à une alternance ⁱ	n/a	Non applicable	Non applicable	n/a	n/a	n/a
Variation de tension	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1	0,05	0,1	0,25
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5	0,1	0,2	0,5
Variation de température ambiante ^b	selon la plage de fonctionnement assignée telle qu'elle est définie dans le Tableau 5 et le Tableau 6	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1	0,005	0,01	0,03
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5	0,01	0,02	0,05

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)	Facteur de puissance	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Coupure de tension de phase	Une ou deux phases manquantes ^f pour le PMD avec alimentation auxiliaire n/a ⁱ pour le PMD autoalimenté	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Variation de fréquence	Fréquence assignée ±2 %	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	1	0,05	0,1	0,2
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,05	0,1	0,2
Ordre de phases inversé	Deux des trois phases existantes doivent être interchangées	$0,1 I_n$	1	0,05	0,05	0,1
Variation de tension auxiliaire	tension assignée ±15 %	$I_{\min}$	1	0,05	0,05	0,1
Fonctionnement des dispositifs auxiliaires ^h	n/a	$I_{\min}$	1	0,05	0,05	0,1
Surintensités de courte durée ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	1	0,05	0,1	0,2
Autoéchauffement ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$	1	0,05	0,1	0,2
			0,5			
Variations de courant à charge rapide ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Défaut à la terre ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Essai de chaleur sèche ^e	6.2.15.2	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Essai de froid ^e	6.2.15.3	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Essai cyclique de chaleur humide ^e	6.2.15.4	I_n	1	0,05	0,1	0,25

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)	Facteur de puissance	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe		
			(cos ϕ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
a	L'essai doit être effectué pendant au moins 1 h, ou jusqu'à ce que la variation d'erreur pendant 20 min ne dépasse pas 0,05 %.					
b	Ces valeurs doivent être considérées comme des coefficients de température moyenne (%/K).					
c	Inductif.					
d	Uniquement PMD alimenté par transformateur de tension.					
e	Pour ces essais, l'exactitude du PMD est mesurée avant et après l'essai. La différence de pourcentage d'erreur avant et après l'essai ne doit pas dépasser les limites d'erreur spécifiées dans le présent tableau. Ces limites d'erreur peuvent être interprétées comme une dérive admissible de l'exactitude du PMD, induite par les conditions d'essai spécifiées.					
f	Les PMD polyphasés avec trois éléments de mesure doivent effectuer des mesurages et des enregistrements, dans les limites de variation du pourcentage d'erreur indiquées dans le présent tableau, en cas de coupure des phases suivantes: – une ou deux des phases, dans un réseau triphasé à quatre fils; – une des trois phases, dans un réseau triphasé à trois fils (lorsque le PMD est conçu pour un tel service). Cette exigence ne couvre que les coupures de phase et ne prend pas en compte des événements tels que les défaillances de fusibles de transformateur. Pour les PMD polyphasés avec deux éléments de mesure, l'essai ne s'applique pas. Pour les PMD à alimentation auxiliaire, l'alimentation auxiliaire n'est pas coupée au cours de l'essai.					
g	Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie. L'essai de tension différentielle ne s'applique pas.					
h	Cet essai ne s'applique pas à l'environnement de comptage et de surveillance du réseau électrique.					
i	Cet essai ne s'applique pas aux applications de comptage et de surveillance du réseau électrique, pour lesquelles des caractéristiques antivibration ne sont pas demandées.					
j	Cet essai est adapté à la vérification du mesurage sans discontinuité.					
k	Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT produite par un courant à la même fréquence que celle de la tension appliquée au PMD et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction ne doit pas provoquer une variation qui dépasse les valeurs représentées dans le présent tableau.					
l	Cet essai s'applique à un PMD triphasé à quatre fils à courant alternatif alimenté par transformateur, raccordé aux réseaux de distribution équipés de neutralisants de défaut à la terre ou qui comportent un point neutre isolé.					
m	La classe 0,5 du présent tableau couvre les classes 0,5 et 0,5 S de l'IEC 62053-2 x					
n	La classe 0,1 et la classe 0,2 du présent tableau couvrent la classe 0,1 S et la classe 0,2 S de l'IEC 62053-22					

1.3 Exigences futures pour les mesurages de la puissance réactive (Q) et de l'énergie réactive (E_r)

1.3.1 Tableaux d'incertitude intrinsèque future

Tableau I.5 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive

Valeur du courant		Facteur de puissance sin φ (inductif ou capacitif)	Limites relatives au pourcentage d'erreur pour les PMD de classe			
pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur ^{a, b}		0,5 ^{a, d}	1 ^{a, d}	2 ^c	3 ^c
$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,01 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	±1,0	±1,5	n/a	n/a
$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	n/a	n/a	±2,5	±4,0
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	±0,5	±1,0	±2,0	±3,0
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5	±1,0	±1,5	±2,5	±4,0
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	±0,5	±1,0	±2,0	±3,0
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	±1,0	±2,0	±2,5	±4,0

^a Il est recommandé d'utiliser les transformateurs de courant de classe d'exactitude 0,2 S / 0,5 S avec un PMD de classe d'exactitude 0,5 / 1 respectivement, afin de maintenir l'erreur de système globale – due au déphasage – à un niveau faible. Voir aussi l'Annexe B.

^b Les transformateurs de courant définis dans l'IEC 61869-2 ont un point de charge minimal à 0,05 I_n pour la classe 0,1 à la classe 1, et à 0,01 I_n pour la classe 0,2 S et la classe 0,5S.

^c La classe 2 et la classe 3 du présent tableau couvrent la classe 2 et la classe 3 de l'IEC 62053-23 et de l'IEC 62053-24.

^d La classe 0,5 et la classe 1 du présent tableau couvrent la classe 0,1 S et la classe 0,2 S de l'IEC 62053-24. La classe 0,5 et la classe 1 non présentes dans le document de base seront mises en œuvre dans une prochaine édition.

1.3.2 Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence

Tableau I.6 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance sin φ ^c	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe			
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		0,5	1	2	3
Champs électromagnétiques RF ⁹	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I _n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Transitoire rapide en sèves ⁹	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I _n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques ⁹	IEC 61326-1:2020 Tableau 2	I _n		1	2,0	2,0	3,0	3,0

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance $\sin \varphi^c$	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe			
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		0,5	1	2	3
Perturbations de courant en mode différentiel (2 kHz à 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 niveau II	I_n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Ondes oscillatoires amorties ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	2,0	2,0	3,0	4,0
Champ magnétique statique externe ^h	n/a	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Champ magnétique à fréquence industrielle d'origine externe ^{g, k}	IEC 61000-4-8 avec niveau $x = 0,5$ mT	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Composantes harmoniques dans les circuits de courant et de tension – essai du 5 ^e harmonique	Voir 6.2.5.1	$0,5 I_{\max}$		1	0,5	0,8	1,0	1,5
Composantes interharmoniques dans le circuit de courant alternatif – essai de formes d'ondes en salves	Voir 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif – essai de formes d'onde à amorçage par phase – essai de formes d'onde à amorçage par phase de 90 degrés	Voir 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
Circuit de courant continu et harmoniques pairs - essai de forme d'onde à redressement à une alternance ⁱ	n/a	$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$	---	1	n/a	n/a	6,0	6,0
		---	n/a	0,5				
Variation de tension	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,25	0,5	1,0	2,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	1,5	3,0
Variation de température ambiante ^b	selon la plage de fonctionnement assignée telle qu'elle est définie dans le Tableau 5 et le Tableau 6	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,03	0,05	0,10	0,15
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,05	0,07	0,15	0,25

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance $\sin \varphi^c$	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe			
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		0,5	1	2	3
Coupure de tension de phase	Une ou deux phases manquantes ^f pour le PMD avec alimentation auxiliaire n/a ⁱ pour le PMD autoalimenté	I_n		1	1,0	2,0	4,0	4,0
Variation de fréquence	Fréquence assignée $\pm 2\%$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,5	1,0	2,0	3,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
Ordre de phases inversé	Deux des trois phases existantes doivent être interchangées	$0,1 I_n$		1	0,1	0,5	1,0	1,5
Variation de tension auxiliaire	tension assignée $\pm 15\%$	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Fonctionnement des dispositifs auxiliaires	n/a	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Surintensités de courte durée ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1	n/a	n/a	1,5	1,5
		---	I_n	1	0,2	0,5	1,0	1,5
Autoéchauffement ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$		1	0,2	0,7	1,0	1,5
				0,5	0,2	1,0	1,5	2,0
Variations de courant à charge rapide ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Défaut à la terre ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	0,25	0,5	1,0	1,5
Essai de chaleur sèche ^e	6.2.15.2	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Essai de froid ^e	6.2.15.3	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Essai cyclique de chaleur humide ^e	6.2.15.4	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5

Grandeur d'influence	Référence d'essai, le cas échéant	Plage ou valeur spécifiée et valeur recommandée de courant d'essai (valeur équilibrée sauf indication contraire)		Facteur de puissance sin φ ^c	Limites de variation en pourcentage d'erreur pour les PMD de classe			
		pour les PMD à branchement direct	pour les PMD alimentés par capteur		0,5	1	2	3
a	L'essai doit être effectué pendant au moins 1 h, ou jusqu'à ce que la variation d'erreur pendant 20 min ne dépasse pas 0,2 %.							
b	Ces valeurs doivent être considérées comme des coefficients de température moyenne (%/K).							
c	Inductif ou capacitif.							
d	Uniquement PMD alimenté par transformateur de tension.							
e	Pour ces essais, l'exactitude du PMD est mesurée avant et après l'essai. La différence de pourcentage d'erreur avant et après l'essai ne doit pas dépasser les limites d'erreur spécifiées dans le présent tableau. Ces limites d'erreur peuvent être interprétées comme une dérive admissible de l'exactitude du PMD, induite par les conditions d'essai spécifiées.							
f	Les PMD polyphasés avec trois éléments de mesure doivent effectuer des mesurages et des enregistrements, dans les limites de variation du pourcentage d'erreur indiquées dans le présent tableau, en cas de coupure des phases suivantes: – une ou deux des phases, dans un réseau triphasé à quatre fils; – une des trois phases, dans un réseau triphasé à trois fils (lorsque le PMD est conçu pour un tel service). Cette exigence ne couvre que les coupures de phase et ne prend pas en compte des événements tels que les défaillances de fusibles de transformateur. Pour les PMD polyphasés avec deux éléments de mesure, l'essai ne s'applique pas. Pour les PMD à alimentation auxiliaire, l'alimentation auxiliaire n'est pas coupée au cours de l'essai.							
g	Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesurages d'énergie.							
h	Cet essai ne s'applique pas à l'environnement de comptage et de surveillance du réseau électrique.							
i	Cet essai ne s'applique pas aux applications de comptage et de surveillance du réseau électrique, pour lesquelles des caractéristiques antivibration ne sont pas demandées.							
j	Cet essai est adapté à la vérification du mesurage sans discontinuité							
k	Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT produite par un courant à la même fréquence que celle de la tension appliquée au PMD et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction ne doit pas provoquer une variation qui dépasse les valeurs représentées dans le présent tableau.							
l	Cet essai s'applique à un PMD triphasé à quatre fils à courant alternatif alimenté par transformateur, raccordé aux réseaux de distribution équipés de neutralisants de défaut à la terre ou qui comportent un point neutre isolé.							

Bibliographie

IEC 60044-7:1999, *Transformateurs de mesure – Partie 7: Transformateurs de tension électroniques*

IEC 60044-8:2002, *Transformateurs de mesure – Partie 8: Transformateurs de courant électroniques*

IEC 60050-131:2002, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60050-300:2001, *Vocabulaire Électrotechnique International – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

IEC 60050-551-20, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 551-20: Électronique de puissance – Analyse harmonique*

IEC 60050-601:1985, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

IEC 60050-604:1987, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

IEC 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

IEC 60071-1:2006, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

IEC 60364-5-52:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

IEC 60364-6, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

IEC 60364-8-1, *Installations électriques basse tension – Partie 8-1: Efficacité énergétique*

IEC 60688, *Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives ou continues en signaux analogiques ou numériques*

IEC TR 61000-2-8:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-7:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi*

qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés

IEC 61000-4-15, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

IEC 61010-2-030, Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure

IEC 61010-2-031, Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-031: Exigences de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesurage et essais électriques

IEC 61010-2-032, Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-032: Exigences particulières pour les capteurs de courant, portatifs et manipulés à la main, de test et de mesure électriques

IEC 61140:2001, Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels

IEC 61557-2:2007, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 2: Résistance d'isolement

IEC 61557-3:2007, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 3: Impédance de boucle

IEC 61557-4:2007, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 4: Résistance de conducteurs de terre et d'équipotentialité

IEC 61557-5:2007, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 5: Résistance à la terre

IEC 61557-7:2007, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 7: Ordre de phases

IEC 61557-8:2014, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT

IEC 61557-9:2014, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 9: Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT

IEC 61557-13:2011, Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 13: Pincés et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques

IEC 61869 (toutes les parties), Transformateurs de mesure

IEC 61869-2:2012, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*

IEC 61869-3:2011, *Transformateurs de mesure – Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension*

IEC 62020, *Petit appareillage électrique – Contrôleurs d'isolement à courant différentiel résiduel (RCM) pour usages domestiques et analogues*

IEC 62052-11:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (CA) – Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Partie 11: Équipement de comptage*

IEC 62053 (toutes les parties), *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières*

IEC 62053-21:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 21: Compteurs statiques d'énergie active (classes 1 et 2)*
IEC 62053-21:2003/AMD1:2016

IEC 62053-22:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 22: Compteurs statiques d'énergie active (classes 0,2 S et 0,5 S)*
IEC 62053-22:2003/AMD1:2016

IEC 62053-23:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 23: Compteurs statiques d'énergie réactive (classes 2 et 3)*

IEC 62053-24:2014, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Exigences particulières – Partie 24: Compteurs statiques d'énergie réactive à la fréquence fondamentale (classes 0,5 S, 1 S et 1)*

IEC 62586 (toutes les parties), *Mesure de la qualité de l'alimentation dans les réseaux d'alimentation*

IEC 62586-1, *Mesure de la qualité de l'alimentation dans les réseaux d'alimentation – Partie 1: Instruments de qualité de l'alimentation (PQI)*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO 50001, *Systèmes de management de l'énergie – Exigences et recommandations de mise en œuvre*

IEEE 1459-2000, *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities under Sinusoidal, Non-sinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*

EN 50160:2010, *Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

FINAL VERSION

VERSION FINALE



Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

CONTENTS

FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
1 Scope	12
2 Normative references	13
3 Terms, definitions and notations	13
3.1 General definitions	14
3.2 Definitions related to uncertainty and performance	16
3.3 Definitions related to electric phenomena	19
3.4 Definitions related to measurement techniques	22
3.5 Notations	23
3.5.1 Functions	23
3.5.2 Symbols and abbreviations	23
3.5.3 Indices	24
4 Requirements	24
4.1 General requirements	24
4.2 PMD general architecture	24
4.3 Classification of PMD	25
4.4 Structure of PMD	26
4.4.1 Structure of PMD related to sensors	26
4.4.2 Requirements for self-powered PMD	26
4.5 List of applicable performance classes	27
4.6 Operating and reference conditions for PMD	27
4.6.1 Reference conditions	27
4.6.2 Rated operating conditions	28
4.7 Start-up conditions	30
4.8 Requirements for PMD functions	30
4.8.1 General requirements	30
4.8.2 Active power (P) and active energy (E_a) measurements	31
4.8.3 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements	37
4.8.4 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements	40
4.8.5 Frequency (f) measurements	42
4.8.6 RMS phase current (I) and neutral current (I_N , I_{NC}) measurements	43
4.8.7 RMS voltage (U) measurements	47
4.8.8 Power factor (PF_A , PF_V) measurements	49
4.8.9 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements	49
4.8.10 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements	50
4.8.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements	55
4.8.12 Transient overvoltage (U_{tr}) measurements	56
4.8.13 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements	56
4.8.14 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_U and $THD-R_U$) measurements	57
4.8.15 Current unbalance (I_{nb} , I_{nba}) measurements	58
4.8.16 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements	59

4.8.17	Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements	60
4.9	General mechanical requirements	60
4.9.1	Vibration requirements	60
4.9.2	IP requirements	60
4.10	Safety requirements	61
4.10.1	Protection against electrical hazards	61
4.10.2	Protection against mechanical hazards	62
4.10.3	Protection against other hazards	62
4.11	EMC requirements	62
4.11.1	Immunity	62
4.11.2	Emission	62
4.12	Inputs and/or outputs	62
4.12.1	General	62
4.12.2	Analog outputs	62
4.12.3	Pulse outputs	63
4.12.4	Control outputs	63
4.12.5	Analog inputs	63
4.12.6	Pulse and control inputs	63
5	Marking and operating instructions	63
5.1	General	63
5.2	Marking	63
5.3	Operating, installation and maintenance instructions	64
5.3.1	General	64
5.3.2	General characteristics	64
5.3.3	Essential characteristics	64
6	Tests	66
6.1	General	66
6.2	Type tests of PMD	67
6.2.1	General	67
6.2.2	Tests of intrinsic uncertainty	67
6.2.3	Tests of variation of uncertainty with influence quantities	67
6.2.4	Test of temperature influence	67
6.2.5	Active power	68
6.2.6	Apparent power	70
6.2.7	Power factor	71
6.2.8	Common mode voltage rejection test	71
6.2.9	Frequency	71
6.2.10	Measurement of voltage harmonics and THD_U	72
6.2.11	Measurement of current harmonics and THD_I	72
6.2.12	Dips and swells	73
6.2.13	Voltage interruptions	73
6.2.14	Outputs tests	73
6.2.15	Climatic tests	74
6.2.16	EMC tests	75
6.2.17	Start-up tests	75
6.2.18	Gapless measurement test	75
6.2.19	Safety tests	75
6.3	Routine tests	75

6.3.1	Protective bonding test	75
6.3.2	Dielectric strength test	76
6.3.3	Uncertainty test	76
Annex A (informative)	Metering, measuring and monitoring applications	77
A.1	Applications on demand side and supply side	77
A.2	Link between applications, devices and standards	77
Annex B (informative)	Definitions of electrical parameters	79
B.1	General	79
B.2	Definitions in the presence of a neutral	79
B.3	Power measurement in three-phase three-wire systems using the two-wattmeter method	83
B.3.1	General	83
B.3.2	Total active power	84
B.3.3	Total vector reactive power using quadrature phase shift definition	84
B.3.4	Total vector reactive power using Budeanu's definition	85
B.4	Additional relationships in case of sinusoidal voltage	85
Annex C (informative)	Convention about the sign of the power factor	86
C.1	General	86
C.2	Convention for power factor (consumer perspective)	86
C.3	Convention for power factor (producer reference frame)	87
Annex D (normative)	Definitions of minimum, maximum, peak and demand values	89
D.1	Demand quantities	89
D.1.1	General	89
D.1.2	Power demand	89
D.1.3	Current demand	89
D.1.4	Thermal current demand (or bi-metal current demand)	89
D.1.5	Specified intervals for demand calculation	89
D.2	Peak demand quantities	90
D.3	Three-phase average quantities	90
D.4	Maximum and minimum quantities	90
Annex E (informative)	Intrinsic uncertainty and operating uncertainty	91
E.1	General	91
E.2	Operating uncertainty calculation	91
Annex F (informative)	Recommended sensor classes for the different kinds of PMD	93
F.1	General considerations	93
F.2	Specific case of an active power and energy measurement, achieved by a PMD associated with an external current sensor or/and a voltage sensor	93
F.3	List of functions affected by uncertainty of external sensors	93
Annex G (informative)	Notion of measurement uncertainty	95
G.1	General considerations	95
G.2	Computing the expanded uncertainty	95
G.2.1	General	95
G.2.2	Estimated standard deviation	95
G.2.3	Expanded uncertainty	96
G.3	Determining the measurement uncertainty	97
G.3.1	Systematic error	97
G.3.2	Measurement uncertainty	97
G.4	Using the measurement uncertainty as a pass/fail criterion	98

G.4.1	Intrinsic uncertainty tests	98
G.4.2	Tests with influence quantities	98
G.4.3	Overall pass/fail criterion	98
Annex H (normative) Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF)		100
H.1	Scope	100
H.2	Normative references	100
H.3	Terms, definitions and notations	101
H.4	Requirements for PMF and additional requirements for EPMF	101
H.4.1	General requirements	101
H.4.2	EPMF general architecture	102
H.4.3	Classification of PMF	102
H.4.4	Structure of EPMF	103
H.4.5	List of applicable performance classes for PMF	103
H.4.6	Operating and reference conditions	103
H.4.7	Start-up conditions for EPMF	104
H.4.8	Requirements for PMF	104
H.4.9	General mechanical requirements	104
H.4.10	Safety requirements	104
H.4.11	EMC requirements	104
H.4.12	Inputs and/or outputs	104
H.5	Marking and operating instructions	105
H.5.1	General	105
H.5.2	Marking	105
H.5.3	Operating, installation and maintenance instructions	105
H.6	Tests	106
H.6.1	General	106
H.6.2	Type tests of EPMF	106
H.6.3	Routine tests of EPMF	108
Annex I (informative) Potential new requirements derived from IEC 62053-2x series of standards		109
I.1	Scope	109
I.2	Future requirements for active power (P) and active energy (E_a) measurements	110
I.2.1	Future intrinsic uncertainty tables	110
I.2.2	Future limits of variations due to influence quantities	111
I.3	Future requirements for reactive power (Q) and reactive energy (E_r) measurements	116
I.3.1	Future intrinsic uncertainty tables	116
I.3.2	Limits of variation in percentage error due to influence quantities	116
Bibliography		119
Figure 1 – PMD generic measurement chain		25
Figure 2 – Description of different types of PMD		26
Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity		30
Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement		68
Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement		69

Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement.....	70
Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement.....	70
Figure 8 – Common mode voltage influence testing	71
Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement.....	72
Figure A.1 – Simplified overview of measurement applications on supply side and demand side	77
Figure B.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation.....	83
Figure B.2 – Three-phase circuit without neutral	84
Figure C.1 – Formatting of power factor with a consumer perspective	86
Figure C.2 – Convention for power factor with a producer perspective	87
Figure D.1 – Thermal current demand.....	89
Figure D.2 – Fixed block interval.....	90
Figure D.3 – Sliding block interval.....	90
Figure E.1 – Different kinds of uncertainties.....	91
Figure E.2 – Flowchart for the determination of the operating uncertainty	92
Figure G.1 – Illustration of the notion of measurement uncertainty	97
Figure G.2 – Overview of the uncertainty test procedure	99
Figure H.1 – Example of architecture of EPMF.....	102
Table 1 – Functional classification of PMD with minimal required functions.....	25
Table 2 – Structure of PMD.....	26
Table 3 – List of applicable performance classes	27
Table 4 – Reference conditions for testing	28
Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment	28
Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment	29
Table 7 – Humidity and altitude operating conditions	29
Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement	32
Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement (1 of 3).....	33
Table 10 – Minimum test period	36
Table 11 – Starting current for active power and active energy measurement	37
Table 12 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement.....	37
Table 13 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement.....	38
Table 14 – Minimum test period	39
Table 15 – Starting current for reactive energy measurement	40
Table 16 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement.....	40
Table 17 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement.....	41
Table 18 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement	42
Table 19 – Influence quantities for frequency measurement.....	43
Table 20 – Rated range of operation for phase current measurement	43
Table 21 – Rated range of operation for neutral current (calculated or measured).....	44
Table 22 – Intrinsic uncertainty table for phase current	44

Table 23 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement.....	44
Table 24 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation	45
Table 25 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement	46
Table 26 – Rated range of operation for RMS voltage measurement	47
Table 27 – Intrinsic uncertainty table for RMS voltage measurement.....	47
Table 28 – Influence quantities for RMS voltage measurement	48
Table 29 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement	49
Table 30 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement	50
Table 31 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement.....	52
Table 32 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement	53
Table 33 – Influence quantities for dips and swells measurement	54
Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement	56
Table 35 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement.....	56
Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement	57
Table 37 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement	57
Table 38 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement	57
Table 39 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_U or $THD-R_U$ measurement	58
Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current unbalance measurement	58
Table 41 – Rated range of operation for current harmonics measurement.....	59
Table 42 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement	59
Table 43 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement	59
Table 44 – Minimum IP requirements for PMD	60
Table 45 – PMD specification form.....	65
Table 46 – Characteristics specification template.....	66
Table A.1 – Main measurement applications	78
Table B.1 – Definition of symbols.....	79
Table B.2 – Calculation definitions for electrical parameters	80
Table C.1 – Conventions for the sign of Power factor with a Consumer perspective	87
Table C.2 – Conventions for the sign of power factor with a producer perspective	88
Table F.1 – PMD SD associated with current sensor or PMD DS associated with voltage sensor or PMD SS associated with voltage and current sensors	93
Table F.2 – List of functions affected by uncertainty of external sensors	94
Table G.1 – Correction factor $C(N)$ for sample size N	96
Table H.1 – List of equipment that may embed EPMF	101
Table H.2 – Functional classification of PMF with minimal required functions.....	102
Table H.3 – Structure of EPMF	103
Table H.4 – Value of current according to the type of EPMF	104
Table H.5 – EPMF specification form	105
Table I.1 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $> 0,5$	110
Table I.2 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $\leq 0,5$	110
Table I.3 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes $> 0,5$	111

Table I.4 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes $\leq 0,5$	113
Table I.5 – Future intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement	116
Table I.6 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities.....	116

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61557-12 edition 2.1 contains the second edition (2018-10) [documents 85/644/FDIS and 85/649/RVD] and its amendment 1 (2021-05) [documents 85/755/FDIS and 85/764/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 61557-12 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) PMD-A has been withdrawn due the fact these devices are now mainly covered by the IEC 62586 series of standards.
- b) Three categories of PMD have been created with a list of minimum required functions for each category.
- c) Added a new Annex A explaining the different applications linked to the relevant standards and devices, and another new Annex C about the power factor conventions.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 61557 series, published under the general title *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Energy distribution systems need to guarantee energy efficiency, availability and network performances in order to address the following challenges:

- sustainable development requirements where energy measurement, for instance, is recognised as an essential element of energy management, part of the overall drive to reduce carbon emissions and to improve the commercial efficiency of manufacturing, commercial organizations and public services;
- technological evolutions (electronic loads, electronic measuring methods, etc.);
- end-users needs (cost saving, compliance with aspects of building regulations, etc.) regarding electrical energy management as well as other energies, or fluids. Other functionalities involving several non electrical parameters are often needed in parallel;
- safety and continuity of service;
- evolution of installation standards, for instance over-current detection is now a new requirement for the neutral conductor due to harmonic content.

Monitoring electrical quantities in internal networks allows to address these challenges.

The devices on the current market have different characteristics, which need a common system of references. Therefore there is a need for this document in order to facilitate the choices of the end-users in terms of performance, safety, interpretation of the indications, etc. This document provides a basis by which such devices can be specified and described, and their performance evaluated.

In order to fulfil the requirements of the energy efficiency project, many PMD measuring electrical parameters can also collect data (water, air, gas, temperature...) coming from other sensors or meters inside building or plant areas. In order to be able to transmit all these data to a supervision software it will be relevant to equip the PMD with a communication bus. The supervision software will then manage all the collected data in order to monitor them and produce useful reports for energy usage and consumption analysis.

ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies requirements for power metering and monitoring devices (PMD) that measure and monitor the electrical quantities within electrical distribution systems, and optionally other external signals. These requirements also define the performance of PMD in single- and three-phase AC or DC systems having rated voltages up to 1 000 V AC or up to 1 500 V DC.

These devices are fixed or portable. They are intended to be used indoors and/or outdoors.

Power metering and monitoring devices (PMD), as defined in this document, give additional safety information, which aids the verification of the installation and enhances the performance of the distribution systems.

Additionally, this document specifies requirements for measurement functions dedicated to metering and monitoring of electrical parameters called power metering and monitoring function (PMF) which can be embedded in equipment (EPMF) that is not classified as PMD and for which the main function is not power metering and monitoring.

Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF) are described in Annex H.

The power metering and monitoring devices (PMD) for electrical parameters described in this document are used for general industrial and commercial applications.

The power metering and monitoring devices (PMD) can be associated with sensing devices such as but not limited to instruments transformers compliant to IEC 61869 series of standards or with transducers compliant to IEC 60688.

This document does not address functional safety and cyber security aspects.

This document is not applicable to:

- electricity metering equipment that complies with IEC 62053-21, IEC 62053-22, IEC 62053-23 and IEC 62053-24. Nevertheless, uncertainties defined in this document for active and reactive energy measurement are derived from those defined in IEC 62053 (all parts);
- the measurement and monitoring of electrical parameters defined in IEC 61557-2 to IEC 61557-9 and IEC 61557-13 or in IEC 62020;
- power quality instrument (PQI) according IEC 62586 (all parts);
- devices covered by IEC 60051 (all parts) (direct acting analogue electrical measuring instrument).

NOTE 1 Generally such types of devices are used in the following applications or for the following general needs:

- energy management inside the installation, such as facilitating the implementation of documents such as ISO 50001 and IEC 60364-8-1;
- monitoring and/or measurement of electrical parameters;
- measurement and/or monitoring of the quality of energy inside commercial/industrial installations.

NOTE 2 A measuring and monitoring device of electrical parameters usually consists of several functional modules. All or some of the functional modules are combined in one device. Examples of functional modules are:

- measurement and monitoring of several electrical parameters simultaneously;
- energy measurement and/or monitoring, as well as sometimes compliance with aspects of building regulations;
- alarms functions;
- demand side quality (current and voltage harmonics, over/under voltages, voltage dips and swells, etc.).

NOTE 3 PMD are historically called power meter, power monitor, power monitor device, power energy monitoring device, power analyser, multifunction meter, measuring multifunction equipment, energy meters.

NOTE 4 Metering, measuring and monitoring applications are explained in Annex A.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30 – Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-4-30:2015, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits*

IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 62053-31:1998, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 31: Pulse output devices for electromechanical and electronic meters (two wires only)*

3 Terms, definitions and notations

For the purposes of this document, the following terms, definitions and notations apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 General definitions

3.1.1

power metering and monitoring device

PMD

combination in one or more devices of several functional modules dedicated to metering and monitoring electrical parameters in energy distribution systems or electrical installations, used for applications such as energy efficiency, power monitoring and network performance

Note 1 to entry: Under the generic term “monitoring” are also included functions of recording, alarm management, etc.

Note 2 to entry: These devices may include demand side quality functions for monitoring inside commercial/industrial installations.

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.2

power quality assessment function

power quality functions whose measurement methods are defined in IEC 61000-4-30

3.1.3

supply side

part of the grid where electric energy is generated, transmitted and distributed to end-use customers through the public supply network

Note 1 to entry: This definition encompasses micro-grids, decentralised generators or renewable energy generators.

3.1.4

demand side

part of the grid where electric energy is consumed by end-use customers within their electric distribution system

3.1.5

point of common coupling

PCC

point of a power supply network, electrically nearest to a particular load, at which other loads are, or may be, connected

Note 1 to entry: These loads can be either devices, equipment or systems, or distinct customer's installations.

Note 2 to entry: In some applications, the term “point of common coupling” is restricted to public networks.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-07-15]

3.1.6

power quality

characteristics of the electric current, voltage and frequencies at a given point in an electric power system, evaluated against a set of reference technical parameters

Note 1 to entry: These parameters might, in some cases, relate to the compatibility between electricity supplied in an electric power system and the loads connected to that electric power system

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-01-05]

3.1.7

dedicated external sensor

proprietary external sensor able to operate only with a range of PMD specified by the manufacturer

3.1.8
current sensor
CS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the current flowing through the primary circuit of this device

Note 1 to entry: A current transformer (CT) is in general a magnetic current sensor.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.9
compliance voltage

value of the voltage that can be developed at the current analog output while conforming to the requirement of the uncertainty specification for that output

Note 1 to entry: This definition applies to current analog output signals.

3.1.10
voltage sensor
VS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the voltage across the primary terminals of this device

Note 1 to entry: A voltage transformer (VT) is in general a magnetic voltage sensor.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.11
self-powered PMD

equipment where measuring terminals are also used for power supply

3.1.12
auxiliary power supply

external power supply, either AC or DC, that powers the PMD through dedicated terminals separated from the measurement inputs of the PMD

3.1.13
transformer operated PMD

PMD intended to be connected to the circuit(s) being measured via external instrument transformer(s)

Note 1 to entry: Transformer operated PMD corresponds to PMD Sx or PMD xS in this document.

3.1.14
primary register

register of an instrument transformer-operated meter which takes into account the ratios of all the transformers (voltage and current transformers) to which the meter is connected

Note 1 to entry: The value of the energy on the primary side of the transformers is obtainable from the direct reading of the register.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.4]

3.1.15
half-primary register

register of an instrument transformer-operated meter which takes into account either the ratio(s) of the current transformer(s) or the ratio(s) of the voltage transformer(s), but not both

Note 1 to entry: The value of the energy on the primary side of the transformer(s) is obtainable from the reading of the register multiplied by an appropriate factor.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.5]

3.1.16

power metering and monitoring function

PMF

measurement function dedicated to metering and monitoring electrical parameters within electrical distribution systems embedded in an equipment that is not a PMD and complies to another IEC product standard

3.1.17

equipment embedding PMF

EPMF

equipment or arrangement of equipment embedding PMF whose main function is not metering and monitoring of electrical parameters

Note 1 to entry: Such equipment are uninterruptible power systems (UPS), static transfer systems (STS), circuit breakers, transfer switching equipment (TSE), switches, disconnectors, switch-disconnectors, fuse-combination units, programmable controllers (PLC), inverter for use in photovoltaic power systems, adjustable speed electrical power drive systems, protection relay, residual current devices (RCDs, RCBOS), residual current monitoring devices (RCM), load-shedding equipment (LSE), bi-directional grid connected power converters.

3.2 Definitions related to uncertainty and performance

3.2.1

reference conditions

appropriate set of specified values and/or ranges of values of influence quantities under which the smallest permissible uncertainties of a measuring instrument are specified

Note 1 to entry: The ranges specified for the reference conditions, called reference ranges, are not wider, and are usually narrower, than the ranges specified for the rated operating conditions.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.2.2

measurand

quantity subjected to measurement, evaluated in the state assumed by the measured system during the measurement itself

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1, modified – the notes have been removed.]

3.2.3

uncertainty

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

Note 1 to entry: In this document, measurement uncertainty includes components arising from systematic effects and from random effects

3.2.4

intrinsic uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions

Note 1 to entry: In this document, it is a percentage of the measured value defined in its rated range and with the influence quantities under reference conditions, unless otherwise stated.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10, modified – a note has been added.]

3.2.5

influence quantity

quantity which is not the subject of the measurement and whose change affects the relationship between the indication and the result of the measurement

Note 1 to entry: Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment [IEV].

Note 2 to entry: As the calibration diagram depends on the influence quantities, in order to assign the result of a measurement it is necessary to know whether the relevant influence quantities lie within the specified range [IEV].

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14, modified – note 3 has been removed.]

3.2.6 variation

<under single influence quantity> difference between the value measured under reference conditions and any value measured within the influence range

Note 1 to entry: The other performance characteristics and the other influence quantities should stay within the ranges specified for the reference conditions.

3.2.7 rated operating conditions

set of conditions that must be fulfilled during the measurement in order that a calibration diagram may be valid

Note 1 to entry: Beside the specified measuring range and rated operating ranges for the influence quantities, the conditions may include specified ranges for other performance characteristics and other indications that cannot be expressed as ranges of quantities.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.2.8 operating uncertainty

calculated uncertainty taking into account the intrinsic uncertainty and the additional uncertainties due to the defined influence quantities

Note 1 to entry: The operating uncertainty, like the intrinsic one, is not evaluated by the user of the instrument, but is stated by its manufacturer or calibrator. The statement may be expressed by means of an algebraic relation involving the intrinsic uncertainty and the values of one or several influence quantities, but such a relation is just a convenient means of expressing a set of operating uncertainties under different operating conditions, not a functional relation to be used for evaluating the propagation of uncertainty inside the instrument.

Note 2 to entry: An operating uncertainty reflects the quality of the design of a device, and is not the same nature as a performance class or intrinsic uncertainty.

Note 3 to entry: Operating uncertainty can be greater than intrinsic uncertainty and greater than performance class.

Note 4 to entry: The concept of operating uncertainty is related to the concept of maximum permissible error developed in other documents, which is calculated from three influencing quantities only.

3.2.9 overall uncertainty

uncertainty including the uncertainty of several separated instruments (voltage sensor, current sensor and PMD)

3.2.10 function performance class

number accounting for the performance of a single function, depending on function intrinsic uncertainty, taking into account specified measurement range and limits for variations due to the specified influence quantities

Note 1 to entry: In this document, C stands for the numerical value of the function performance class (for instance $C = 0,2$).

3.2.11 rated frequency

f_n
value of the frequency at which the specification of the PMD is defined

3.2.12
rated current I_n

value of the current at which the specification of a PMD operated by an external current sensor (PMD Sx) is defined

3.2.13
basic current I_b

value of the current at which the specification of a direct connected PMD (PMD Dx) is defined

3.2.14
starting current I_{st}

lowest value of the current at which the PMD starts and continues to register

[SOURCE: IEC 62052-11:2003, 3.5.1.1, modified – "meter" has been replaced by "PMD".]

3.2.15
maximum current I_{max}

highest value of current at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.16
rated voltage U_n

value of the voltage in accordance with which the relevant performances of the PMD are fixed

Note 1 to entry: Depending on the distribution system and its connection to the PMD, this voltage can be either the phase to phase voltage or the phase to neutral voltage.

3.2.17
nominal voltage U_{nom}

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.2.18
minimum voltage U_{min}

lowest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.19
maximum voltage U_{max}

highest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this document

3.2.20
residual voltage U_{res}

minimum value of U recorded during a voltage dip or interruption

Note 1 to entry: The residual voltage is expressed as a value in volts, or as a percentage or a fraction of the rated voltage.

3.2.21
declared input voltage

U_{din}
value obtained from the declared supply voltage by a transducer ratio

[SOURCE: IEC 61000-4-30:2015, 3.2]

3.2.22
sliding reference voltage

U_{sr}
voltage magnitude averaged over one minute, representing the voltage preceding a voltage dip or swell

3.2.23
demand value

average value of a quantity over a specified period of time

3.2.24
peak demand value

highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset

3.2.25
thermal demand

emulation of a thermal demand meter that provides an exponentially time lagged demand, given a constant load, the indication reading 90 % of the actual demand in a specified time

Note 1 to entry: The time is specified by the manufacturer, usually 15 min.

3.2.26
three-phase average value

in a three- or four-wire system, the arithmetical average of all phase value

3.2.27
maximum value

highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset

3.2.28
minimum value

lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or last reset

3.2.29
interval

period of time used by the PMD to integrate RMS or instantaneous values in order to calculate demand values

3.3 Definitions related to electric phenomena

3.3.1
phase current

I
value of the current flowing in each phase of an electrical distribution system

3.3.2
neutral current

I_{N}
value of neutral current of an electrical distribution system

3.3.3**phase to phase voltage
line to line voltage** U

voltage between phases

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-29]

3.3.4**phase to neutral voltage
line to neutral voltage** V

voltage between a phase in a polyphase system and the neutral point

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-30]

3.3.5**frequency** f

value of measured frequency in an electrical distribution system

3.3.6**power factor** PF

under periodic conditions, ratio of the value of the active power to the apparent power

Note 1 to entry: This power factor is not the displacement power factor. Both are not equal in presence of harmonics.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 60050-131:2002 131-11-46, modified – the formula in the definition has not been included, note 1 has been changed and a note 2 has been added.]

3.3.7**amplitude of harmonic current** I_h

value of the amplitude of the current at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.8**amplitude of harmonic voltage** U_h

value of the amplitude of the voltage at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.9**stationary harmonics**<voltage and current> harmonic content of the signal with the amplitude variation of each harmonic component remaining constant within $\pm 0,1$ % of the amplitude of the fundamental**3.3.10****quasi-stationary harmonics**<voltage and current> harmonic content of the signal in which the amplitude variation of each harmonic for contiguous 10 (50 Hz systems) or 12 (60 Hz systems) cycles remains within $\pm 0,1$ % of the amplitude of the fundamental

3.3.11

sub-harmonics

<voltage and current> interharmonic component of harmonic order lower than one

Note 1 to entry: In this document, sub-harmonic components are restricted to ranks being reciprocal of integers.

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-10, modified – the term has been changed from "sub-harmonic component" to "sub-harmonics" and the domain has been indicated.]

3.3.12

flicker

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.3.13

voltage dip

temporary reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined threshold

Note 1 to entry: Interruptions are a special case of a voltage dip. Post-processing may be used to distinguish between voltage dips and interruptions.

Note 2 to entry: In some areas of the world a voltage dip is referred to as sag. The two terms are considered interchangeable; however, this document will only use the term voltage dip.

3.3.14

voltage swell

temporary increase of the voltage at a point in the electrical distribution system above a defined threshold

3.3.15

RMS voltage refreshed each half-cycle

$U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$

value of the RMS voltage measured over 1 cycle, commencing at a fundamental zero crossing, and refreshed each half-cycle

Note 1 to entry: This technique is independent for each channel and will produce RMS values at successive times on different channels for polyphase systems

Note 2 to entry: This RMS voltage value may be a phase to phase value or a phase to neutral value.

3.3.16

RMS voltage refreshed each cycle

$U_{\text{rms}(1)}$

value of the RMS voltage measured over 1 cycle and refreshed each cycle

Note 1 to entry: In contrast to $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$, this technique does not define when a cycle commences.

Note 2 to entry: This RMS voltage value can be a phase to phase value or a phase to neutral value.

3.3.17

voltage interruption

reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined interruption threshold

3.3.18

amplitude and phase voltage unbalance

condition in a three-phase system in which the RMS values of the line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line voltages, are not all equal

Note 1 to entry: The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative-sequence and zero-sequence components to the positive-sequence component.

Note 2 to entry: In this document, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

3.3.19

amplitude voltage unbalance

condition in a three-phase system in which the RMS values of the line voltages (fundamental component) are not all equal.

Note 1 to entry: The relative phase between the line voltages is not taken into account.

Note 2 to entry: In this document, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

3.3.20

transient overvoltage

short-duration overvoltage of few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped.

Note 1 to entry: Transient overvoltages may be immediately followed by temporary overvoltages. In such cases the two overvoltages are considered as separate events.

Note 2 to entry: IEC 60071-1 defines three types of transient overvoltages, namely slow-front overvoltages, fast-front overvoltages and very fast-front overvoltages according to their time to peak, tail or total duration, and possible superimposed oscillations.

[SOURCE: IEC 60050-604:2016, 604-03-14]

3.3.21

crest factor

peak to RMS ratio

3.4 Definitions related to measurement techniques

3.4.1

measurement window

interval during which a single measurement is performed, expressed in seconds or in number of fundamental cycles

Note 1 to entry: Depending on the measurement technique the duration of the measurement window may be fixed or variable.

3.4.2

gapless measurement

measurement technique where the measurement is performed continuously without gap, that is, using contiguous measurement windows

Note 1 to entry: For digital techniques and for a given sampling rate, no sample is missing in the measurement processing.

Note 2 to entry: When gapless measurement techniques are used, no assumption is made regarding the stability of the signal, as opposed to non-gapless measurement techniques, where the signal is considered to be stable during the time where no measurement is done.

3.5 Notations

3.5.1 Functions

Symbol	Function
P	total active power
E_a	total active energy
Q_A / Q_V	total reactive power arithmetic / total reactive power vector
E_{rA} / E_{rV}	total reactive energy arithmetic / total reactive energy vector
S_A / S_V	total apparent power arithmetic / total apparent power vector
E_{apA} / E_{apV}	total apparent energy arithmetic / total apparent energy vector
f	frequency
I	phase current (I_p : current on line p)
I_N / I_{Nc}	measured neutral current / calculated neutral current
U	line to line voltage (U_{pg} : line p to line g)
V	line to neutral voltage (V_p : line p to neutral)
PF_A / PF_V	arithmetic power factor / vector power factor
	NOTE $PF_V = \cos(\phi)$ when no harmonics are present
P_{st} / P_{lt}	short term flicker / long term flicker
U_{dip}	voltage dips line to line ($U_{pg\ dip}$: line p to line g)
V_{dip}	voltage dips line to neutral ($V_{p\ dip}$: line p to neutral)
U_{swl}	voltage swells line to line ($U_{pg\ swl}$: line p to line g)
V_{swl}	voltage swells line to neutral ($V_{p\ swl}$: line p to neutral)
U_{tr}	transients overvoltage line to line ($U_{pg\ tr}$: line p to line g)
V_{tr}	transients overvoltage line to neutral ($V_{p\ tr}$: line p to neutral)
U_{int}	voltage Interruption line to line ($U_{pg\ int}$: line p to line g)
V_{int}	voltage interruption line to neutral ($V_{p\ int}$: line p to neutral)
U_{nb}	amplitude and phase voltage unbalance line to line ($U_{pg\ nb}$: line p to line g)
V_{nb}	amplitude and phase voltage unbalance line to neutral ($V_{p\ nb}$: line p to neutral)
I_{nb}	current unbalance phase and amplitude
U_{nba}	amplitude voltage unbalance line to line ($U_{pg\ nba}$: line p to line g)
V_{nba}	amplitude voltage unbalance line to neutral ($V_{p\ nba}$: line p to neutral)
I_{nba}	current unbalance amplitude
U_h	voltage harmonics line to line ($U_{pg\ h}$: line p to line g)
V_h	voltage harmonics line to neutral ($V_{p\ h}$: line p to neutral)
THD_u	total harmonic distortion voltage line to line related to fundamental
$THD-R_u$	total harmonic distortion voltage line to line related to RMS value
THD_v	total harmonic distortion voltage line to neutral related to fundamental
$THD-R_v$	total harmonic distortion voltage line to neutral related to RMS value
$THD-R$	total harmonic current related to RMS value

3.5.2 Symbols and abbreviations

$\%U_n$	percentage of U_n
$\%I_n$	percentage of I_n
$\%I_b$	percentage of I_b

3.5.3 Indices

a	active
r	reactive
ap	apparent
n	rated
b	basic
nom	nominal
N	neutral
c	calculated
h	harmonic
i	current
u	voltage
dip	dips
swl	swells
tr	transient
int	interruption
nb	unbalance
nba	amplitude unbalance
A	arithmetic
V	vectorial
min	minimum value
max	maximum value
avg	average value
peak	peak value
res	residual

4 Requirements**4.1 General requirements**

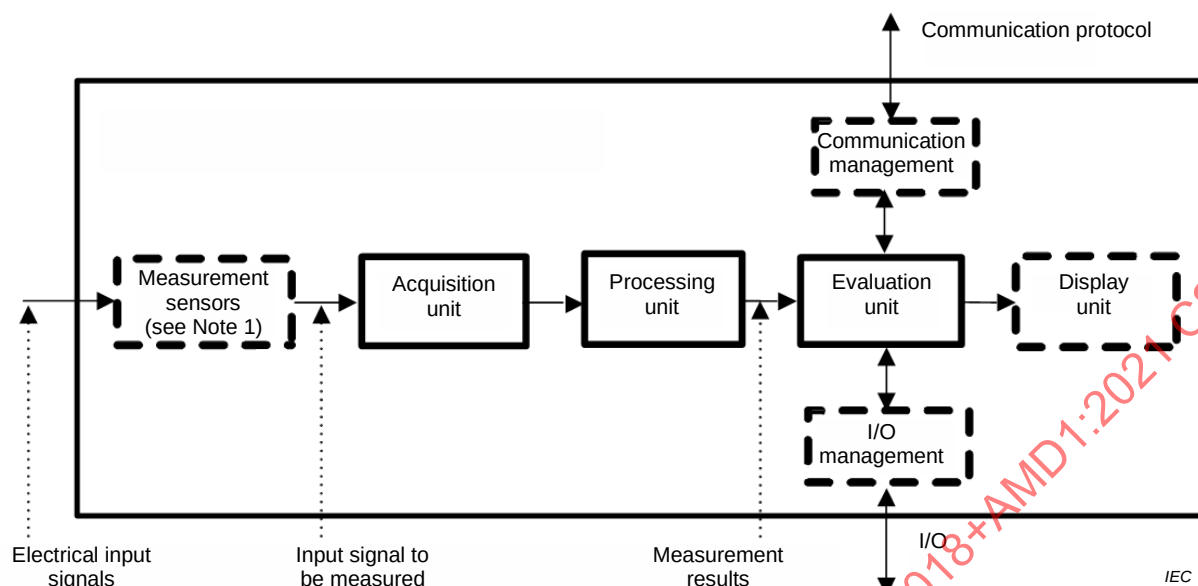
The following requirements shall apply unless otherwise specified hereafter.

4.2 PMD general architecture

Organization of the measurement chain: the electrical quantity to be measured may be either directly accessible, as it is generally the case in low-voltage systems, or accessible via measurement sensors like voltage sensors (VS) or current sensors (CS).

Figure 1 shows the common organization of a PMD.

In some cases when a PMD does not include the sensors, their associated uncertainties are not considered. When a PMD includes the sensors, their associated uncertainties are considered.



NOTE 1 It is not necessary that the parts in the dotted lines be included in the PMD.

NOTE 2 I/O are analog and/or digital signals with alarms.

Figure 1 – PMD generic measurement chain

4.3 Classification of PMD

PMD are classified according to the applications as defined in Table 1.

Table 1 – Functional classification of PMD with minimal required functions

Functionalities symbol ^a	PMD type ^b		
	PMD-I Energy efficiency	PMD-II Basic power monitoring	PMD-III Advanced power monitoring /network performance
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■
I_N			■
U and/or V		■	■
PF		■	■
THD_u and/or THD_v and/or $THD-R_u$ and/or $THD-R_v$			■
THD_i and/or $THD-R_i$			■

^a Only total quantities are mandatory

^b For PMD other than PMD-I, PMD-II and PMD-III, called PMD-x, other combinations of functions are allowed and shall be specified by the manufacturer.

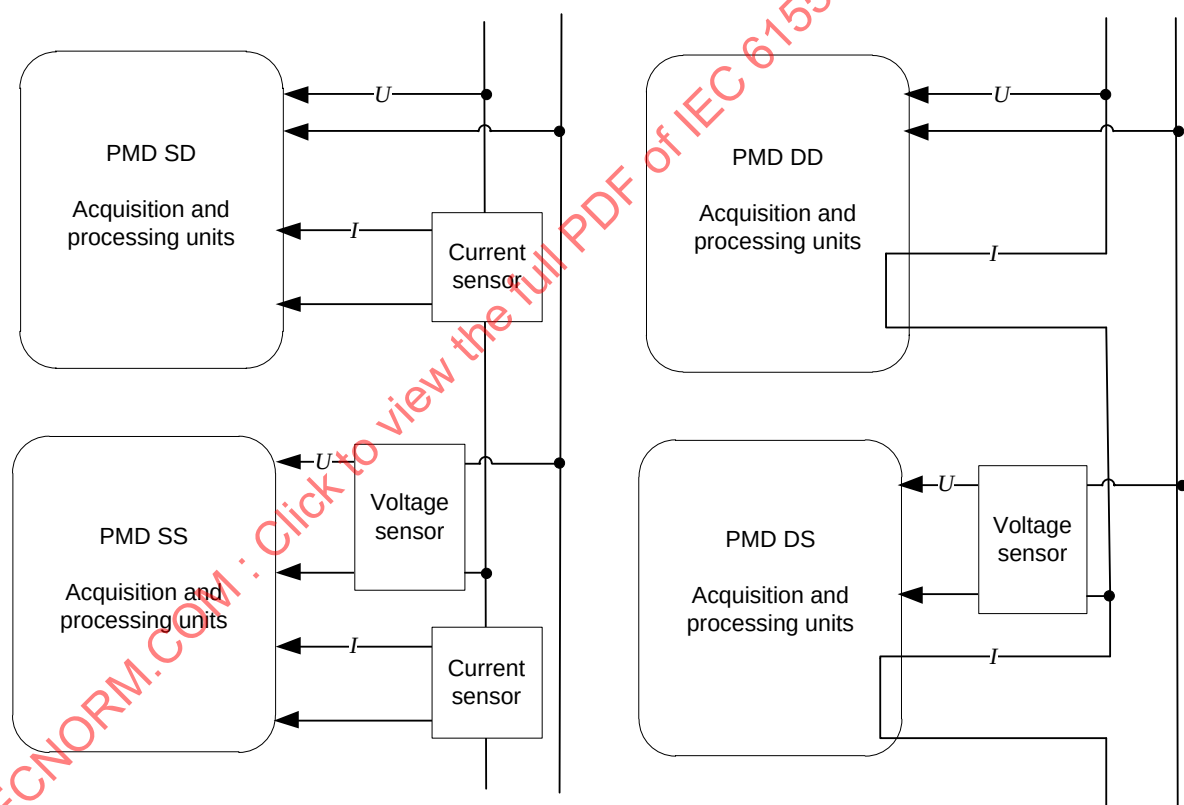
4.4 Structure of PMD

4.4.1 Structure of PMD related to sensors

PMD can have either an internal sensor, or may need an external sensor, as shown in Figure 2. Depending on these characteristics, PMD can be split in four categories as defined in Table 2.

Table 2 – Structure of PMD

		Current measurement	
		Sensor operated PMD (current sensors out of PMD) → PMD Sx	Direct connected PMD (current sensors in PMD) → PMD Dx
Voltage measurement	Direct connected PMD (voltage sensors in PMD) → PMD xD	PMD SD (Semi-direct insertion)	PMD DD (Direct insertion)
	Sensor operated PMD (voltage sensors out of PMD) → PMD xS	PMD SS (Indirect insertion)	PMD DS (Semi-direct insertion)



IEC

NOTE A PMD specified as a PMD Dx (respectively PMD xD) can sometimes, under certain conditions, be used as a PMD Sx (respectively PMD xS) when used with external sensors provided that it complies with both requirements of PMD Sx and Dx (respectively PMD xS and xD).

Figure 2 – Description of different types of PMD

4.4.2 Requirements for self-powered PMD

Three-phase self-powered PMD shall measure within the specified accuracy limits even in the event one of the three phases or two of the three phases are disconnected.

4.5 List of applicable performance classes

Table 3 specifies the list of allowed performance classes.

Table 3 – List of applicable performance classes

Active energy				0,2	0,5	1	2			
Active power			0,1	0,2	0,5	1	2	2,5		
Reactive energy							2		3	
Reactive power						1	2		3	
Apparent energy				0,2	0,5	1	2			
Apparent power				0,2	0,5	1	2			
Frequency	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5					
Phase current		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Measured neutral current				0,2	0,5	1	2			
Calculated neutral current			0,1	0,2	0,5	1	2			
Voltage		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Power factor					0,5	1	2			5
Flicker										5
Dips and swells measurement					0,5	1	2			
Voltage interruption					0,5	1	2			
Voltage unbalance				0,2	0,5	1				
Voltage harmonics						1	2		3	5
Voltage THD						1	2		3	5
Current unbalance				0,2	0,5	1				
Current harmonics						1	2		3	5
Current THD						1	2		3	5

The requirements for the performance for a PMD associated with a dedicated external sensor are the same as for a direct connected PMD. Each combination of a PMD associated with a dedicated external sensor shall be considered as a PMD DD that needs to comply with the performance requirements of this document.

EXAMPLE If a manufacturer provides three different types of dedicated sensors (for example, a 100 A dedicated CT, a 500 A dedicated CT and a 1 000 A dedicated CT), then the manufacturer would provide three separate performance type test reports (one for the tests related to the PMD associated with the 100 A dedicated sensor, one for the tests related to the PMD associated with the 500 A dedicated sensor and one for the tests related to the PMD associated with the 1 000 A dedicated sensor). The manufacturer shall provide proper justification (e.g. simulation results, existing tests results, design notes, schematics...) for extrapolating performance if some physical tests are not performed.

NOTE Guidance related to the association of a PMD with a sensor is provided in Annex E and Annex F.

4.6 Operating and reference conditions for PMD

4.6.1 Reference conditions

Table 4 gives the reference conditions for testing:

Table 4 – Reference conditions for testing

Conditions	Reference conditions
Operating temperature	23 °C ± 2 °C or otherwise specified by manufacturer
Relative humidity	40 % to 60 % RH
Auxiliary supply voltage	Rated power supply voltage ± 1 %
Phases	Three phases available ^a
Voltages unbalance	≤ 0,1 % ^a
External continuous magnetic field	≤ 40 A/m DC ≤ 3 A/m AC at 50/60 Hz
DC component on voltage and current	None
Waveform	Sinusoidal
Frequency	Rated frequency (50 Hz or 60 Hz) ± 0,2 % ^b
^a Required only in the case of three-phase systems.	
^b PMD should use the standard rated frequencies of 50 Hz or 60 Hz, where possible, although other rated frequencies, or rated frequency ranges, including DC, may be specified.	

4.6.2 Rated operating conditions

4.6.2.1 General

Tables 5 to 7 give the conditions in which functions shall be performed according to their specifications.

4.6.2.2 Rated temperature operating conditions for portable equipment

Table 5 gives the rated operating temperature for portable PMD:

Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment

	K40 temperature class of PMD
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 °C to +40 °C
Limit range of operation (no hardware failures)	–10 °C to +55 °C
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C

4.6.2.3 Rated temperature operating conditions for fixed installed equipment

Table 6 gives the rated operating temperature for fixed installed PMD:

Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment

	K55 temperature class of PMD	K70 temperature class of PMD	Kx^b temperature class of PMD
Rated operating range ^c (with specified uncertainty)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range of operation (no hardware failures)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C	–40 °C to +85 °C	According to manufacturer's specification ^a
^a Limits are to be defined by the manufacturer according to the application. ^b Kx stands for extended conditions. ^c The operating temperature is the highest temperature of the air in close proximity to the PMD.			

4.6.2.4 Rated humidity and altitude operating conditions

Table 7 gives the rated operating humidity and altitude conditions for portable and fixed installed PMD:

Table 7 – Humidity and altitude operating conditions

	Standard conditions	Extended conditions
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 % to 75 % RH ^b	0 % to above 75 % RH ^{a b}
Limit range of operation for 30 days/year	0 % to 90 % RH ^b	0 % to above 90 % RH ^{a b}
Limit range for storage and shipping	0 % to 90 % RH ^b	0 % to above 90 % RH ^{a b}
Altitude	0 m to 2 000 m	0 m to above 2 000 m ^a
^a Limits are to be defined by manufacturer according to the application. ^b Relative humidity values are specified without condensation.		

The limits of relative humidity as a function of ambient temperature are shown in Figure 3.

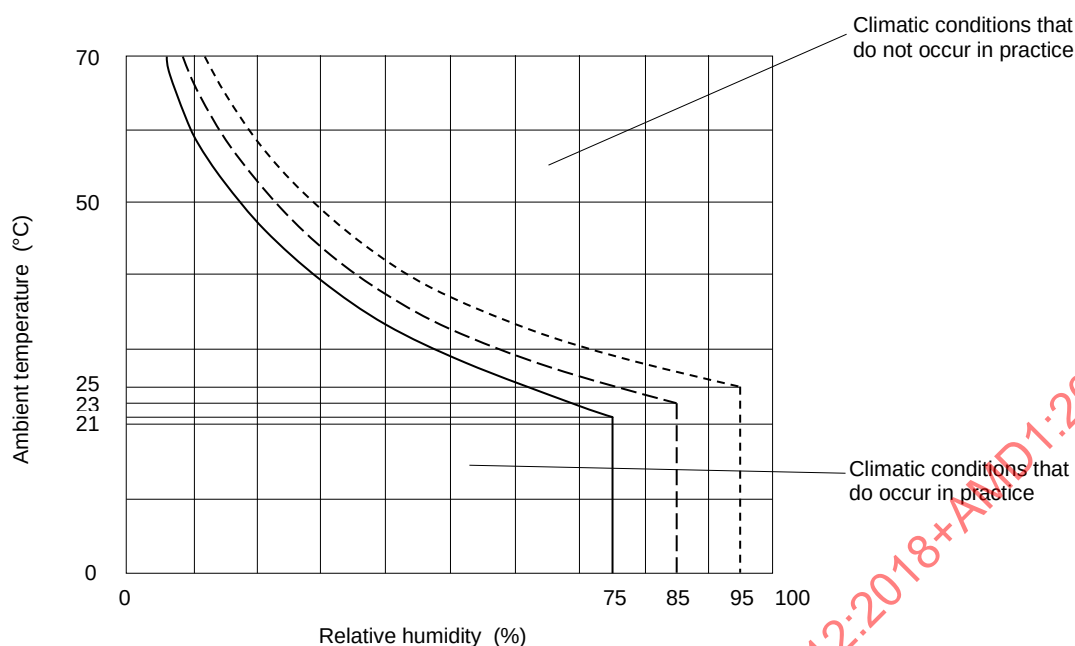


Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity

4.7 Start-up conditions

Measurement readings shall be available via a communication or local user interface 15 s after applying power supply. If the start-up is longer than 15 s, manufacturers shall specify the maximum time until measurement quantities shall be available via a communication or local user interface after power supply is applied.

When no communication or local user interface is available, this requirement shall be verified according to the test procedure given in 6.2.17.

4.8 Requirements for PMD functions

4.8.1 General requirements

4.8.1.1 Coverage requirements

Subclause 4.8 describes a list of functions. Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed shall be measured.

All functions implemented in the product and covered by this document shall comply with the requirements of this document.

4.8.1.2 Requirements for the measurement window

Unless specified otherwise, the measurement window of a measured quantity shall not be longer than 3 s or 150/180 cycles at rated frequency.

For THD and harmonics, this requirement may not be met. In such case the measurement window for THD and harmonics shall be declared by the manufacturer.

This requirement does not apply to energies and demands, which are obtained by integrating or averaging basic quantities measured on the measurement window.

4.8.1.3 Requirements for the line to neutral voltage quantities

Unless specified otherwise, if line to neutral voltage functions are implemented they shall comply with the same requirements as the line to line voltage functions.

4.8.1.4 Requirement on variation limits under influence quantities

For practical reasons, if a calculated variation limit requirement is less than 0,02 %, the requirement shall be set at 0,02 %.

4.8.1.5 Maximum current

When the PMD is operated from (a) current transformer(s), attention is drawn to the need to match the current range of the PMD in relation to that of the secondary of the current transformer(s). The maximum current of the PMD shall be 120 % I_n at least.

4.8.2 Active power (P) and active energy (E_a) measurements

4.8.2.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.2.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.2.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 8:

Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement

Specified measuring range		Power factor ^c	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx		for C < 1	for C ≥ 1	
2 % $I_b \leq I < 10 \% I_b$	1 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 2,0 \times C$	No requirement	%
5 % $I_b \leq I < 10 \% I_b$	2 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
5 % $I_b \leq I < 20 \% I_b$	2 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,7 \times C + 0,15)$ $\pm (1,7 \times C + 0,15)$	No requirement No requirement	%
10 % $I_b \leq I < 20 \% I_b$	5 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	No requirement No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$ $\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,0 \times C + 0,1)$ $\pm (1,0 \times C + 0,1)$	$\pm 1,0 \times C$ $\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b For active energy measurement classes 1 and 2 of this document, the uncertainty limits of classes 1 and 2 defined in Table 6 of IEC 62053-21:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement classes 0,2 and 0,5 of this document, the uncertainty limits of classes 0,2S and 0,5S defined in Table 4 of IEC 62053-22:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. ^c In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = cos φ.					

4.8.2.4 Limits of variations due to influence quantities

The additional variations due to influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 9:

Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement (1 of 3)

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^{a,b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D _x	Value of current for sensor operated PMD S _x		for C < 1	for C ≥ 1	
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 and Table 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,05 x C 0,1 x C	0,05 x C 0,07 x C	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a,b}		
					for C < 1	for C ≥ 1	
Auxiliary power supply voltage ⁱ	rated voltage ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 x C	0,1 x C	%
Voltage	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,6 x C + 0,08	0,3 x C + 0,4 0,5 x C + 0,5	%
Frequency	rated frequency ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,3 x C + 0,04	0,3 x C + 0,2 0,3 x C + 0,4	%
Reversed phase sequence	---	10 % I_b	10 % I_n	1	0,15 x C + 0,02	1,5	%
Voltage unbalance	0 % to 10 %	I_b	I_n	1	1,5 x C + 0,2	2,0 x C	%
Phase missing ^f	one or two phases missing	I_b	I_n	1	2,0 x C	2,0 x C	%
Harmonic components in the current and voltage circuits	voltage, 5 th harmonic: 10 % current, 5 th harmonic: 40 %	50 % I_{max}	50 % I_{max}	1	0,4 x C + 0,3	0,2 x C + 0,6	%

Table 9 (2 of 3)

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D _{x f} ^f	Value of current for sensor operated PMD S _{x f} ^f				
Odd harmonics in the AC current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Sub-harmonics in the AC current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Common mode voltage rejection on isolated current inputs ^k	0 to maximum voltage to earth (depending on measuring category) ⁱ	10 % I_b	5 % I_n	1	1,0 x C	0,5 x C	%
Permanent AC magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{c d h}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	1,0 x C + 1,0	%
Electromagnetic RF fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%

Table 9 (3 of 3)

a	Applicable performance classes are listed in Table 3.
b	For active energy measurement classes 1 and 2 of this document, the variation limits of classes 1 and 2 defined in Table 8 of IEC 62053-21:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement classes 0,2 and 0,5 of this document, the variation limits of class 0,2 S and 0,5 S defined in Table 6 of IEC 62053-22:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.
c	EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.
d	The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.
e	Currents are balanced unless otherwise specified.
f	Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted: – in a three-phase, four-wire network one or two phases; – in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases. This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures. In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply. For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.
g	See Clause 6.
h	A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.
i	Measuring category is defined in IEC 61010-2-030, for instance 300 V common mode voltage for 300 V cat III.
j	In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor $\approx \cos \varphi$.
k	If current inputs are connected internally or externally to the ground, this requirement is not applicable.
l	These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.8.2.5 Starting and no-load condition**4.8.2.5.1 Start-up of the PMD**

See 4.7.

4.8.2.5.2 No-load condition (only for energy measurement)

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

In the case of an outside shunt, only the input circuit of the PMD shall be opened.

The minimum test period Δt shall be as described in Table 10:

Table 10 – Minimum test period

PMD types	Minimum test period Δt (min) for no-load condition	
	for $C < 1$	for $C \geq 1$
PMD	$\Delta t = \frac{((100 / C) + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilowatt-hour (impulse/kWh);

m is the number of measuring elements;

NOTE A measuring element is a part of the meter which produces an output proportional to the energy.

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.8.2.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in the case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 11.

When starting conditions are met (according to Table 11), intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 11 – Starting current for active power and active energy measurement

PMD types	Power factor ^a	Starting current for PMD of function performance class C	
		for $C < 1$	for $C \geq 1$
PMD Dx	1	$2 \times 10^{-3} \times I_b$	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$1 \times 10^{-3} \times I_n$	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$

^a In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \varphi$.

4.8.3 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements

4.8.3.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.3.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.3.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 12:

Table 12 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement

Specified measuring range		$\sin \varphi$ (inductive or capacitive)	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		for $C < 3$	for $C \geq 3$	
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b For reactive energy measurement classes 2 and 3 of this document, the uncertainty limits of classes 2 and 3 defined in Table 6 of IEC 62053-23:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

4.8.3.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 13:

Table 13 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^d		sin φ (inductive or capacitive)	Temperature coefficient for PMD of function performance class $C^{a e}$		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for direct connected PMD D_x	Value of current for sensor operated PMD S_x		for $C < 3$	for $C \geq 3$	
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5	0,05 $\times C$ 0,075 $\times C$	0,05 $\times C$ 0,08 $\times C$	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class $C^{a b}$		
					for $C < 3$	for $C \geq 3$	
Auxiliary power supply voltage ^f	Rated voltage ± 15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 $\times C$	0,1 $\times C$	%
Voltage	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,5 $\times C$ 0,75 $\times C$	0,66 $\times C$ 1,0 $\times C$	% %
Frequency	Rated frequency ± 2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	1,25 $\times C$ 1,25 $\times C$	2,5 2,5	%
Permanent AC magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Electromagnetic RF fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 $\times C$	3,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I	1	1,5 $\times C$	3,0	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e For reactive energy measurement classes 2 and 3 of this document, the variation limits of classes 2 and 3 defined in Table 8 of IEC 62053-23:2003 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, the PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.8.3.5 Starting and no-load condition

4.8.3.5.1 Start-up of the PMD

See 4.7.

4.8.3.5.2 No-load condition

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

In case of an outside shunt, only the input circuit shall be open circuited.

The minimum test period Δt shall be as described in Table 14:

Table 14 – Minimum test period

PMD types	Minimum test period Δt (min) for no-load condition	
	for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$	$\Delta t = \frac{((1\,080 / C) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilovar-hour (impulse/kvarh);

m is the number of measuring elements;

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.8.3.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 15.

When starting conditions are met (according to Table 15) intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 15 – Starting current for reactive energy measurement

PMD types	$\sin \phi$ (inductive or capacitive)	Starting current for PMD of function performance class C	
		for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD Dx	1	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$	$(5 \times C - 5) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$	$(2 \times C - 1) \times 10^{-3} \times I_n$

4.8.4 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements**4.8.4.1 Techniques**

See Annex B.

Gapless measurement is required.

4.8.4.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.8.4.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 16:

Table 16 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a		Unit
Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx	for $C < 1$	for $C \geq 1$	
$5 \% I_b < I \leq 10 \% I_b$	$2 \% I_n < I \leq 5 \% I_n$	$\pm 2,0 \times C$	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b < I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n < I \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.4.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 17:

Table 17 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement

Influence quantities Influence type	Influence range	Specified measuring range ^d		Power factor ^e	Temperature coefficient for PMD of function performance class C^a		Unit
		Value of current for direct connected PMD Dx	Value of current for sensor operated PMD Sx		for $C < 1$	for $C \geq 1$	
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$10\% I_b \leq I \leq I_{max}$	$5\% I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$0,05 \times C$	$0,05 \times C$	% / K
					Limits of variation for PMD of function performance class $C^{a,b}$		
					for $C < 1$	for $C \geq 1$	
Auxiliary power supply voltage ^f	Rated voltage $\pm 15\%$	$10\% I_b$	$10\% I_n$	1	$0,1 \times C$	$0,1 \times C$	%
Voltage	$80\% U_n < U < 120\% U_n$	$5\% I_b \leq I \leq I_{max}$ $10\% I_b \leq I \leq I_{max}$	$2\% I_n \leq I \leq I_{max}$ $5\% I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	$0,3 \times C + 0,04$ $0,6 \times C + 0,08$	$0,3 \times C + 0,4$ $0,5 \times C + 0,5$	%
Continuous magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	$1,0 \times C + 1,0$	%
Electromagnetic RF fields ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c,d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326-1 relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \varphi$.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.5 Frequency (f) measurements

4.8.5.1 Techniques

Gapless measurement is not required.

The measurement window for the frequency measurement may be longer than 3 s but cannot exceed 20 s at rated frequency.

4.8.5.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- Voltage: 50 % U_n to U_{max} .

If the frequency measure is using the current the following range shall apply:

- Current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max} , for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max} .

NOTE Frequency is usually measured from the voltage function of the PMD; the current rated range of operation is considered only if this function does not exist in the PMD.

4.8.5.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 18:

Table 18 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
45 Hz to 55 Hz or 55 Hz to 65 Hz	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		

4.8.5.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 19:

Table 19 – Influence quantities for frequency measurement

Influence quantities		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range or influence level		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$0,1 \times C$	% / K
		Limits of variation for PMD of function performance class C^a	
Voltage	50 % U_n to U_{max}	$0,2 \times C$	%
Harmonics in the voltage circuits ^b	3 rd harmonic 10 % 5 th harmonic 12 % 7 th harmonic 10 % 9 th harmonic 3 % 11 th harmonic 7 % 13 th harmonic 6 % 15 th harmonic 1 %	$0,2 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b All harmonics components should have zero phase referred to the fundamental. The resulting waveform and equation are shown in 6.2.9.			

4.8.6 RMS phase current (I) and neutral current (I_N , I_{Nc}) measurements

4.8.6.1 Techniques

See Annex B.

Gapless measurement is not required.

4.8.6.2 Rated range of operation

4.8.6.2.1 General

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 20 and Table 21:

4.8.6.2.2 Rated range of operation for phase current

Table 20 – Rated range of operation for phase current measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

4.8.6.2.3 Rated range of operation for measured neutral current (with a sensor) and calculated neutral current (from phase currents)

Table 21 – Rated range of operation for neutral current (calculated or measured)

PMD types	Specified measuring range ^a	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

^a The nominal current of the neutral current sensor can be different from the one for the phase current sensor.

4.8.6.3 Intrinsic uncertainty table

4.8.6.3.1 General

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 22, Table 23 and Table 24.

4.8.6.3.2 Intrinsic uncertainty table for phase current

Table 22 – Intrinsic uncertainty table for phase current

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.6.3.3 Intrinsic uncertainty table for measured neutral current (with a sensor)

Table 23 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
20 % $I_b \leq I_N \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I_N \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

4.8.6.3.4 Intrinsic uncertainty table for calculated neutral current (from phase currents)

Table 24 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b c}	Unit
value of current for direct connected PMD Dx	value of current for sensor operated PMD Sx		
$20 \% I_b \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\% I^b$
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b Uncertainty shall be expressed as a percentage of the phase current, whose current is the largest. ^c Performance class C refers to the phase current performance class.			

4.8.6.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 25:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Table 25 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	For current direct connected PMD Dx	For current sensor operated PMD Sx		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$20 \% I_b \leq I \leq I_{max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage $\pm 15 \%$	$20 \% I_b$	$10 \% I_n$	$0,1 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b Influence quantities for phase current are defined with balanced currents in the three-phase distribution system.

^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.7 RMS voltage (U) measurements

4.8.7.1 Technique

See Annex B.

Gapless measurement is not required.

4.8.7.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 26:

Table 26 – Rated range of operation for RMS voltage measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor ^a
PMD xS	20 % U_n to 120 % U_n ^a	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5
PMD xD	As specified by manufacturer	45 Hz to 15 times rated frequency or DC and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5

^a The PMD using frequency detection circuits not operating in all the rated range can measure voltage with the last consistent measured value of frequency between 20 % of U_n and 50 % of U_n .

4.8.7.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 27:

Table 27 – Intrinsic uncertainty table for RMS voltage measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
Value of voltage for direct connected PMD xD	Value of voltage for sensor operated PMD xS		
$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ^b	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.
^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the minimum measuring range of Table 26.

4.8.7.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 28:

Table 28 – Influence quantities for RMS voltage measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	value of voltage for direct connected PMD xD	value of voltage for sensor operated PMD xS		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.					
^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the specified measuring range of Table 26.					
^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a large dynamic supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.					

4.8.8 Power factor (PF_A , PF_V) measurements

4.8.8.1 Techniques

See Annex B for methods and Annex C for conventions related to the sign of Power factor.

4.8.8.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated ranges:

- voltage: 50 % U_n to U_{max} ; or
- current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max}
for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max}

4.8.8.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 29:

Table 29 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
From 0,5 inductive to 0,8 capacitive	$\pm 0,01 \times C$	No unit ^b
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		
^b No unit because power factor is a ratio.		

4.8.8.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations from intrinsic uncertainties shall be calculated according to Table 9 and Table 17 for power factor 1 and 0,5 inductive, within the rated ranges of operation, taking into account the worst case combination of uncertainties.

4.8.9 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements

4.8.9.1 Techniques

See IEC 61000-4-15.

4.8.9.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- voltage: 80 % U_n to U_{max}

4.8.9.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 30:

Table 30 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
From 0,4 to 2	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Applicable performance classes are listed in Table 3.		

4.8.10 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements

NOTE Requirements for voltage dip and voltage swell are equivalent to Class S in IEC 61000-4-30.

4.8.10.1 Measurement method

Gapless measurement is required.

The basic measurement U_{rms} of a voltage dip and swell shall be either the $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ on each measurement channel (see 3.3.15), or the $U_{\text{rms}(1)}$ on each measurement channel (see 3.3.16). The manufacturer shall specify which measurement is used.

NOTE The $U_{\text{rms}(1)}$ or $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ value includes, by definition, harmonics, interharmonics, mains signalling voltage, etc.

4.8.10.2 Detection and evaluation of a voltage dip

4.8.10.2.1 Voltage dip detection

The dip threshold is a percentage of either U_{din} or the sliding voltage reference U_{sr} (see 4.8.10.4).

NOTE The sliding voltage reference U_{sr} is generally not used in LV systems. See IEC TR 61000-2-8 for further information and advice.

- On single-phase systems, a voltage dip begins when the U_{rms} voltage falls below the dip threshold, and ends when the U_{rms} voltage is equal to or above the dip threshold plus some hysteresis voltage.
- On polyphase systems, a dip begins when the U_{rms} voltage of one or more channels is below the dip threshold and ends when the U_{rms} voltage on all measured channels is equal to or above the dip threshold plus some hysteresis voltage.

The dip threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application.

4.8.10.2.2 Voltage dip evaluation

A voltage dip is characterized by a pair of data, either residual voltage (U_{res}) or depth, and duration:

- the residual voltage of a voltage dip is the lowest U_{rms} value measured on any channel during the dip;
- the depth is the difference between the reference voltage (either U_{din} or U_{sr}) and the residual voltage. It is generally expressed in percentage of the reference voltage.

NOTE 1 During the dip it can be useful to also record the lowest U_{rms} on each channel, in addition to the residual voltage of the dip. The duration spent below the dip threshold on each channel can also be useful.

NOTE 2 If voltage waveforms are recorded before, during, and after a dip, useful information about phase angle changes can be available in the recorded data.

The start time of a dip shall be time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event and the end time of the dip shall be the time stamped with the

time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold plus the hysteresis.

The duration of a voltage dip is the time difference between the start time and the end time of the voltage dip.

NOTE 3 For polyphase measurements, the dip duration can start on one channel and terminate on a different channel.

NOTE 4 Voltage dip envelopes are not necessarily rectangular. As a consequence, for a given voltage dip, the measured duration is dependent on the selected dip threshold value. The shape of the envelope can be assessed using several dip thresholds set within the range of voltage dip and voltage interruption thresholds.

NOTE 5 Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

NOTE 6 Dip thresholds are typically in the range of 85 % to 90 % of the fixed voltage reference for troubleshooting or statistical applications.

NOTE 7 Residual voltage is often useful to end-users, and can be preferred because it is referenced to zero volts. In contrast, depth is often useful to electric suppliers, especially on HV systems or in cases when a sliding reference voltage is used.

NOTE 8 Phase shift can occur during voltage dips.

NOTE 9 When a threshold is crossed, a time stamp can be recorded.

4.8.10.3 Detection and evaluation of a voltage swell

4.8.10.3.1 Voltage swell detection

The swell threshold is a percentage of either U_{din} or the sliding reference voltage U_{sr} (see 4.8.10.4). The user shall declare the reference voltage in use.

NOTE Sliding reference voltage U_{sr} is generally not used in LV systems. See IEC TR 61000-2-8 for further information and advice.

- On single-phase systems, a swell begins when the U_{rms} voltage rises above the swell threshold, and ends when the U_{rms} voltage is equal to or below the swell threshold minus the hysteresis voltage.
- On polyphase systems, a swell begins when the U_{rms} voltage of one or more channels is above the swell threshold and ends when the U_{rms} voltage on all measured channels is equal to or below the swell threshold minus the hysteresis voltage.

The swell threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application.

4.8.10.3.2 Voltage swell evaluation

A voltage swell is characterized by a pair of data: maximum swell voltage magnitude and duration:

- the maximum swell magnitude voltage is the largest U_{rms} value measured on any channel during the swell;
- the start time of a swell shall be time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event, and the end time of the swell shall be the time stamped with the time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold minus the hysteresis;
- the duration of a voltage swell is the time difference between the beginning and the end of the swell.

NOTE 1 For polyphase measurements, the swell duration measurement can start on one channel and terminate on a different channel.

NOTE 2 It is possible that the voltage swell envelope is not rectangular. As a consequence, for a given swell, the measured duration is dependent on the swell threshold value.

NOTE 3 Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

NOTE 4 Typically, the swell threshold is greater than 110 % of U_{din} .

NOTE 5 Phase shift can also occur during voltage swells.

NOTE 6 When a threshold is crossed, a time stamp can be recorded.

4.8.10.4 Calculation of a sliding reference voltage

The sliding reference voltage implementation is optional. If a sliding reference is chosen for voltage dip or swell detection, this shall be calculated using a first-order filter with a 1-min time constant.

When the measurement is started, the initial value of the sliding reference voltage is set to the declared input voltage.

The sliding reference voltage is not updated during a voltage dip or swell or interruption.

4.8.10.5 Measurement uncertainty and measuring range

4.8.10.5.1 Residual voltage and swell voltage magnitude measurement uncertainty

The measurement uncertainty shall not exceed $\pm 1,0$ % of U_{din} .

NOTE If $U_{\text{rms}(1)}$ is used, this uncertainty is only valid for rectangular dips or swell lasting at least 4 cycles.

4.8.10.5.2 Duration measurement uncertainty

If $U_{\text{rms}(\frac{1}{2})}$ is used, then the uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (half a cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (half a cycle). If $U_{\text{rms}(1)}$ is used, then the uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (one cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (one cycle).

4.8.10.6 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 31:

Table 31 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement

PMD types	Minimum threshold range settable for voltage dip	Minimum threshold range settable for voltage swell
PMD xS	from 5 % U_n to 100 % U_n	from 100 % U_n to 120 % U_n
PMD xD	as specified by manufacturer	as specified by manufacturer

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.8.10.7 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 32:

Table 32 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
Dips, residual voltage and swells overvoltage	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Dips duration and swells duration	One period at the network frequency	ms ^c
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b The uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (half a cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (half a cycle). ^c This is a fixed uncertainty.		

4.8.10.8 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to the change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.6.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 33:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Table 33 – Influence quantities for dips and swells measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	value of voltage for direct connected PMD xD	value of voltage for sensor operated PMD xS		
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	% U_n
Frequency	rated frequency ± 10 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,5 \times C$	% U_n

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b The manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account the minimum measuring range of Table 31.

^c These limits are settled for a PMD powered by a mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage AC or DC, tests shall be done at least at the lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirements for all the specified supply voltage ranges.

4.8.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements

NOTE Requirements for voltage interruption are equivalent to Class S in IEC 61000-4-30.

4.8.11.1 Measurement method

Gapless measurement is required.

The basic measurement of the voltage shall be as defined in 4.8.10.1.

4.8.11.2 Evaluation of a voltage interruption

The voltage interruption threshold is a percentage of U_{din} .

On single-phase systems, a voltage interruption begins when the U_{rms} voltage falls below the voltage interruption threshold and ends when the U_{rms} value is equal to, or greater than, the voltage interruption threshold plus the hysteresis.

On polyphase systems, a voltage interruption begins when the U_{rms} voltages of all channels fall below the voltage interruption threshold, and ends when the U_{rms} voltage on any one channel is equal to, or greater than, the voltage interruption threshold plus the hysteresis.

The voltage interruption threshold and the hysteresis voltage are both set by the user according to the application. The voltage interruption threshold shall not be set below the uncertainty of the residual voltage measurement plus the value of the hysteresis. Typically, the hysteresis is equal to 2 % of U_{din} .

The start time of a voltage interruption shall be the time stamped with the time of the start of the U_{rms} of the channel that initiated the event and the end time of the voltage interruption shall be the time stamped with the time of the end of the U_{rms} that ended the event, as defined by the threshold plus the hysteresis.

The duration of a voltage interruption is the time difference between the beginning and the end of the voltage interruption.

NOTE 1 The voltage interruption threshold can, for example, be set to 5 % or to 10 % of U_{din} .

NOTE 2 IEC 60050-161:1990, 161-08-20, considers an interruption to have occurred when the voltage magnitude is less than 1 % of the nominal voltage. However, it is difficult to correctly measure voltages below 1 % of the nominal voltage. Therefore, the user could consider setting an appropriate voltage interruption threshold.

NOTE 3 The interruption of one or more phases on a polyphase system can be seen as an interruption of the supply to single-phase customers connected to that system, even though this would not be classified as an interruption in a polyphase measurement.

4.8.11.3 Measurement uncertainty and measuring range

For duration measurement uncertainty, see 4.8.10.5.2.

4.8.11.4 Rated range of operation

The manufacturer shall choose at least one value for the threshold of voltage interruption detection included in the range of 1 % to 5 % of U_{n} .

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.8.11.5 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 34.

Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
Interruptions from 0 % to 5 % of U_n	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Interruption duration	Less than two periods at the network frequency	ms ^b

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b This is a fixed uncertainty.

4.8.12 Transient overvoltage (U_{tr}) measurements**4.8.12.1 Techniques**

See Annex A of IEC 61000-4-30:2015.

Gapless measurement is required.

Reference waveform: 1,2/50 μ s as defined in IEC 61000-4-5.

4.8.12.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 35.

4.8.12.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 35:

Table 35 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement

Specified measuring range for PMD of function performance class C	Intrinsic uncertainty limits for PMD	Resolution for duration measurement ^b
0 to U_{tr} ^a	$\pm 3,0 \% \times U_{tr}$	5 μ s

^a The recommended values for the specified measuring range are 6 kV – 4 kV – 2,5 kV – 1,5 kV – 0,8 kV.

^b Duration measurement is optional. If it is provided, it shall be made at 50 % of the peak value of the transient.

4.8.13 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements**4.8.13.1 Techniques**

Gapless measurement is not required.

According to the manufacturer specification, one of the following functions shall be implemented:

- amplitude voltage unbalance (U_{nba} , V_{nba}): see Annex B
- amplitude and phase voltage unbalance (U_{nb} , V_{nb}): see IEC 61000-4-30

4.8.13.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- between 80 % and 120 % of U_n

4.8.13.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 36:

Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement

Indicated range of U_{nb} or U_{nba}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Resolution	Unit
0 % to 10 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	point

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b The diagram below shows an example of uncertainty limits for class 0,5:

Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5

4.8.14 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_u and $THD-R_u$) measurements

4.8.14.1 Techniques

The manufacturer shall specify the standard with which the product complies or, alternatively, shall specify the number of ranks, and if applicable filtering methods and aggregation method.

Gapless measurement is not required.

NOTE THD_u and $THD-R_u$ is a generic notation. This is also applied to THD_v and $THD-R_v$.

4.8.14.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 37:

Table 37 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times the rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.8.14.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 38 and Table 39 applies for a single tone stationary harmonic signal over the whole working conditions.

Table 38 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Unit
$U_h > 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% U_h
$U_h \leq 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 0,15 \times C$	% U_n

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

Table 39 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_u or $THD-R_u$ measurement

Specified measuring range for voltage THD	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Unit
$3 \times C \% < THD \leq 20 \%$	± 5	%
$THD \leq 3 \times C \%$	$\pm 0,15 \times C$	point ^b
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b $0,15 \times C$ is a constant uncertainty. For example with 1 % of THD , if $C = 1$, the measured value may be between 0,85 % and 1,15 %.		

4.8.15 Current unbalance (I_{nb} , I_{nba}) measurements**4.8.15.1 Techniques**

Gapless measurement is not required.

According to the manufacturer specification, one of the following functions shall be implemented:

- amplitude current unbalance (I_{nba}): see Annex B
- amplitude and phase current unbalance (I_{nb}): see IEC 61000-4-30, only replacing voltage by current.

4.8.15.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- between 10 % and 120 % of I_n
- between 20 % of I_b and I_{max}

4.8.15.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 40:

Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current unbalance measurement

Indicated range of I_{nb} or I_{nba}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C^a	Resolution	Unit
0 % to 50 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	Points
^a Applicable performance classes are listed in Table 3. ^b The diagram below shows an example of uncertainty limits for class 0,5:			

Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5

4.8.16 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements

4.8.16.1 Techniques

The manufacturer shall specify the standard with which the product complies or, alternatively, shall specify the number of ranks, and if applicable filtering methods and aggregation method.

Gapless measurement is not required.

4.8.16.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 41:

Table 41 – Rated range of operation for current harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times the rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.8.16.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 42 and Table 43 applies for a single tone stationary harmonic signal over the whole working condition.

Table 42 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement

PMD types	Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
PMD-Sx	$I_h > 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_n
PMD-Dx	$I_h > 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 5,0$	% I_h
	$I_h \leq 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	% I_b

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

Table 43 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement

PMD types	Specified measuring range ^{c d}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
PMD Sx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_n/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_n/I_1)$	Point ^b
PMD Dx	$200 \% \geq THD > 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 5,0$	%
	$THD \leq 10 \times (I_b/I_1) \times C \%$	$\pm 0,5 \times C \times (I_b/I_1)$	Point ^b

^a Applicable performance classes are listed in Table 3.

^b $0,5 \times C$ is an absolute uncertainty. For example with 10 % of THD , if $C = 10$, and $I_1 = I_n$ the measured value may be between 5 % and 15 %.

^c THD is the measured value of current THD expressed in %.

^d I_1 is the fundamental (50 Hz or 60 Hz).

4.8.17 Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements

4.8.17.1 Rated range of operation

The manufacturer shall specify the rated range of operation.

4.8.17.2 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty on these values (minimum, maximum, ...) shall be the same as that from the corresponding measurements used to calculate these values.

For instance, a PMD claiming a class C performance on power measurement shall have to comply with the same performance class C for the power demand measurement if any.

Calculation methods are specified in Annex D.

4.9 General mechanical requirements

4.9.1 Vibration requirements

In addition to the mechanical resistance test specified in IEC 61010-1, the PMD shall pass the following vibration test:

- amplitude: 0,35 mm for fixed equipment, 1 mm for portable equipment;
- frequency: 25 Hz;
- duration: 20 min in each 3 directions;
- PMD under test shall be powered on.

The PMD functions shall remain in their specifications during the test.

4.9.2 IP requirements

The manufacturer shall document equipment IP according to IEC 60529. The minimum requirements are given in Table 44, which specifies minimum IP requirements for the different kind of housings of PMD:

Table 44 – Minimum IP requirements for PMD

Type of PMD	Front panel	Housing, except front panel
Fixed installed PMD → panel mounted devices.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → modular devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → housing devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 2X	IP 2X
Portable PMD	IP 40	IP 40

4.10 Safety requirements

4.10.1 Protection against electrical hazards

4.10.1.1 General

PMD shall comply with the applicable safety requirements of IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 and with additional requirements specified hereafter.

4.10.1.2 Clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances shall be selected at least in accordance with:

- pollution degree 2;
- measurement category III for measuring input circuits;
- overvoltage category III for mains circuits.

For portable equipment, overvoltage category II is acceptable only for mains circuits powered from socket outlets.

For plug-in PMD for socket outlets, overvoltage category II and measurement category II are acceptable.

NOTE Measurement category is defined in IEC 61010-2-030.

4.10.1.3 Connection of a fixed installed PMD with a current transformer

When a hazardous situation can be the result of an unintended disconnection of a current transformer from its PMD, connections of the current inputs shall be designed in such a way to prevent open circuit condition. This condition may be achieved either by removable auto short-circuiting connectors, screwable connectors, fixed connections, external protective devices, or protective devices integrated in the current transformer.

4.10.1.4 Connection of a PMD with a sensor in high voltage networks

The connection of a PMD xS or a PMD xD with external high voltage sensors (e.g. for systems with rated voltages higher than 1 000 V AC and 1 500 V DC) is allowed, provided that design features of such sensors prevent any hazards.

NOTE IEC 61010-1 gives guidance for system safety aspects including the sensors used with the PMD.

4.10.1.5 Accessible parts

Requirements for accessible parts as defined in IEC 61010-1 apply.

Circuits intended to be connected to an external accessible circuit shall be considered as accessible conductive parts, for example communication circuits.

A communication port that may be connected to a data system shall also be considered as an accessible conductive part.

These accessible conductive parts require protection against single fault condition.

NOTE Basic insulation is not a sufficient protection against single fault condition. An example of relevant insulation is double insulation or reinforced insulation, etc., see IEC 61010-1.

4.10.1.6 Hazardous live parts

In a distribution system, a neutral conductor shall be considered as a hazardous live part.

4.10.2 Protection against mechanical hazards

The requirements of IEC 61010-1 apply.

4.10.3 Protection against other hazards

PMDs shall be assessed against potential hazards specified in IEC 61010-1. If any hazard is deemed to be relevant, then it shall be covered by the corresponding IEC 61010-1 requirements.

Special attention will be paid to devices embedding batteries.

4.11 EMC requirements

4.11.1 Immunity

For immunity, Table 2 of IEC 61326-1:2012 shall apply. For testing, see 6.2.16.

4.11.2 Emission

For emissions either class A or class B limits as defined in IEC 61326-1 shall apply.

4.12 Inputs and/or outputs

4.12.1 General

The manufacturer shall specify the characteristics and the performance of the inputs and outputs of the PMD.

NOTE Digital and analog inputs/outputs are defined in IEC 61131-2.

4.12.2 Analog outputs

4.12.2.1 General requirements

The global uncertainty of each analog output representing a measured parameter shall be in the uncertainty limits specified for the measurement of that parameter in Clause 4 unless otherwise specified.

For testing of analog outputs, see 6.2.14. For a PMD fitted with analog outputs the requirements specified in 4.12.2.5 apply.

The current analog output signal is 4 mA to 20 mA, but 0 mA to 20 mA is also possible.

The preferred voltage output signal is 0 V to 10 V. Voltages 0 V to ± 1 V and 0 V to -10 V are also possible.

4.12.2.2 Compliance voltage

Current output signals shall have a compliance voltage of at least 10 V. The actual compliance voltage shall be specified in the accompanying documentation (see 5.3).

When tested in accordance with the compliance voltage tests of 6.2.14.2 the uncertainty of the analog output shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale for a PMD with an analog output of performance class C.

4.12.2.3 Analog output ripple content

When tested in accordance with 6.2.14.3 the maximum ripple content in the output signal for an output of performance class *C* shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale of the maximum specified output signal.

4.12.2.4 Analog output response time

The response time of the analog output, in accordance with 6.2.14.4, for both increasing and decreasing inputs if different, shall be specified in the accompanying documentation (see 5.3).

4.12.2.5 Limiting value of the analog output signal

The output signal shall be limited to a maximum of twice the rated maximum output signal. For bipolar outputs, this shall apply in both directions.

When tested in accordance with 6.2.14.5 and when the measurement is not between the lower and upper values represented by the maximum and minimum output signals, the PMD shall not, under any conditions of operation except loss of auxiliary power, produce an output having a value between its maximum and minimum output signals.

4.12.3 Pulse outputs

For these outputs, 4.1 of IEC 62053-31:1998 (functional requirements) shall apply.

However for some specific applications, deviations are possible and the level of these outputs has to be declared and compliance to IEC 62053-31 cannot be declared.

4.12.4 Control outputs

When such output is available, the level shall be declared in the documentation.

4.12.5 Analog inputs

The current analog input should be 4 mA to 20 mA, but 0 mA to 20 mA is also possible.

For testing of analog inputs, the product should be able to measure signals transmitted by analog output as specified in 4.12.2.

4.12.6 Pulse and control inputs

For these inputs, PMD shall accept signals as defined in IEC 62053-31.

However for some specific applications, deviations are possible and the level of these outputs has to be declared and compliance to IEC 62053-31 cannot be declared.

5 Marking and operating instructions

5.1 General

Marking and operating instructions shall comply with IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030, unless otherwise specified in Clause 5.

5.2 Marking

Marking requirements as defined in IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 shall apply. In addition the equipment shall be marked with:

- a) wiring diagrams or symbol 14 according to IEC 61010-1;
- b) serial number.

It is recommended to provide also the year of manufacturing.

5.3 Operating, installation and maintenance instructions

5.3.1 General

Operating instructions, including maintenance aspects, defined in IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 shall apply. In addition, the following requirements apply:

5.3.2 General characteristics

The following characteristics shall be documented:

- a) calibration period, if a periodic calibration is necessary;
- b) the rated voltage in one of the following forms:
 - 1) the number of active conductors of the connecting system, if more than one, and the applicable voltage at the PMD terminals of the voltage circuit(s);
 - 2) the nominal voltage of the system or the secondary voltage of the instrument transformer to which the PMD is intended to be connected;
- c) for direct connected PMD, the basic current (I_b) and the maximum current (I_{max}). For example: 10 A to 40 A or 10(40) A for a PMD having a basic current of 10 A and a maximum current of 40 A;
- d) for current transformer-operated PMD, the rated secondary current (I_n) of the transformer(s) and the maximum secondary current (I_{max}) of the transformer which the PMD should be connected to. For example: 5(6) A;
- e) for sensor-operated PMD, the main characteristics of the corresponding PMD input. For example: 1 V / 1 000 A;
- f) the rated frequency or frequency range in Hz;
- g) for energy measurement, the meter constant if any;
- h) start-up time, if it is longer than 15 s;
- i) for PMD with pulse inputs and/or outputs, the class A or class B classification;
- j) for PMD with control outputs, the maximum level of the outputs. For example: 1 A / 230 V AC;
- k) overcurrent protection specification.

5.3.3 Essential characteristics

5.3.3.1 Characteristics of PMD

The characteristics of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 45 with the following items:

- a) power quality assessment function (if any);
- b) classification of PMD according to 4.3 and to 4.4;
- c) temperature according to 4.6.2.2 and 4.6.2.3;
- d) humidity and altitude conditions according to 4.6.2.4;
- e) active power or active energy function (if existing) performance class according to 4.8.2.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 45 – PMD specification form

Type of characteristic	Examples of possible characteristic value	Other complementary characteristics
Classification of PMD according to 4.3	PMD-I or PMD-II or PMD-III or PMD-x	
Classification of PMD according to 4.4	SD or DS or DD or SS	
Temperature	K40 or K55 or K70 or Kx	
Humidity + altitude	Blank or extended values	
Active power or active energy function (if function available) performance class	0,1 or 0,2 or 0,5 or 1 or 2	

It is strongly recommended that all items be listed, and only existing ones be specified.

5.3.3.2 Characteristics of functions

The characteristics of functions of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 46 with the following items:

- function symbols as defined in Table 46;
- function performance class according to this document;
- measuring range for the specified performance class;
- other complementary characteristics.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 46 – Characteristics specification template

Function symbols	Function performance class according to IEC 61557-12	Measuring range	Other complementary characteristics
P			
Q_A or/and Q_V			
S_A or/and S_V			
E_a			
E_{rA} or/and E_{rV}			
E_{apA} or/and E_{apV}			
f			
I			
I_N or/and I_{Nc}			
U or/and V			
PF_A or/and PF_V			
U_{dip} or/and V_{dip}			
U_{swl} or/and V_{swl}			
U_{tr} or/and V_{tr}			
U_{int} or/and V_{int}			
U_{nba} or/and V_{nba}			
U_{nb} or/and V_{nb}			
U_h or/and V_h			
THD_U or/and THD_V			
$THD-R_U$ or/and $THD-R_V$			
I_h			
THD_i			
$THD-R_i$			
P_{st}			
P_{lt}			

It is strongly recommended that all functions be listed, and only existing ones be specified.

6 Tests

6.1 General

All tests shall be carried out under reference conditions unless otherwise specified. The reference conditions are stated in 4.6.1.

6.2 Type tests of PMD

6.2.1 General

Type tests shall be executed to check the compliance with the requirements of Clauses 4 and 5.

6.2.2 Tests of intrinsic uncertainty

6.2.2.1 General requirements

As a general principle, each line of the intrinsic uncertainty tables in Clause 4 shall be associated to a test.

6.2.2.2 Minimum test points

The intrinsic uncertainty shall be verified at least at the limits of the measuring range specified in the intrinsic uncertainty tables in Clause 4.

6.2.2.3 Acceptance criterion

For each test, the absolute value of the measurement uncertainty shall be less than the specified intrinsic uncertainty limit.

NOTE See G.3.2 and G.4.1 for more information.

6.2.3 Tests of variation of uncertainty with influence quantities

6.2.3.1 General requirements

As a general principle, each line of the uncertainty with influence quantities tables in Clause 4 shall be associated to a test.

Tests of the influence quantities on several functions can be combined if applicable (e.g. the test of influence of temperature done on active power measurement can be done at the same time as those of voltage and current).

6.2.3.2 Minimum test points

The variation of uncertainty with influence quantities shall be verified at least at the limits of the specified influence range and measuring range.

6.2.3.3 Acceptance criterion

For each test, the absolute value of the variation of the measurement uncertainty shall be less than the limits of variation specified in the influence quantities tables in Clause 4.

NOTE See G.3.2 and G.4.1 for more information.

6.2.4 Test of temperature influence

The temperature coefficient shall be determined for the whole operating range. The operating temperature range shall be divided into 20 K wide ranges. The temperature coefficient shall then be determined for each of these ranges, by taking measurements 10 K above and 10 K below the middle of the range. During the test, the temperature shall be in no case outside the specified operating temperature range.

The indicated temperature coefficient shall be the greatest one.

6.2.5 Active power

6.2.5.1 Influence of harmonics in current and voltage circuits

Test conditions shall be:

- fundamental frequency current: $I_1 = 50\%$ of $I_{\max}$;
- fundamental frequency voltage: $U_1 = U_n$;
- fundamental frequency power factor: 1;
- content of 5th harmonic voltage: $U_5 = 10\%$ of U_n ;
- content of 5th harmonic current: $I_5 = 40\%$ of I_1 ;
- harmonic power factor: 1;
- fundamental and harmonic voltages in phase, at positive zero crossing;
- total active power: $1,04 \times P_1 = 1,04 \times U_1 \times I_1$.

6.2.5.2 Influence of odd harmonics in the current circuit

The peak value of the test waveform shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$.

The current test waveform shall be generated according to Figure 4 and Figure 5.

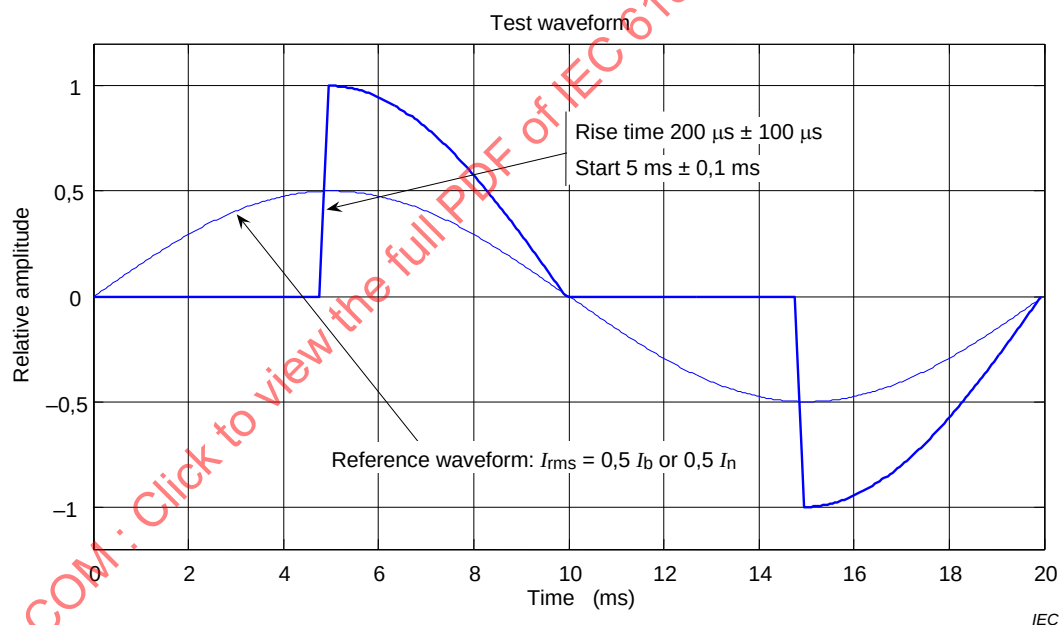


Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement

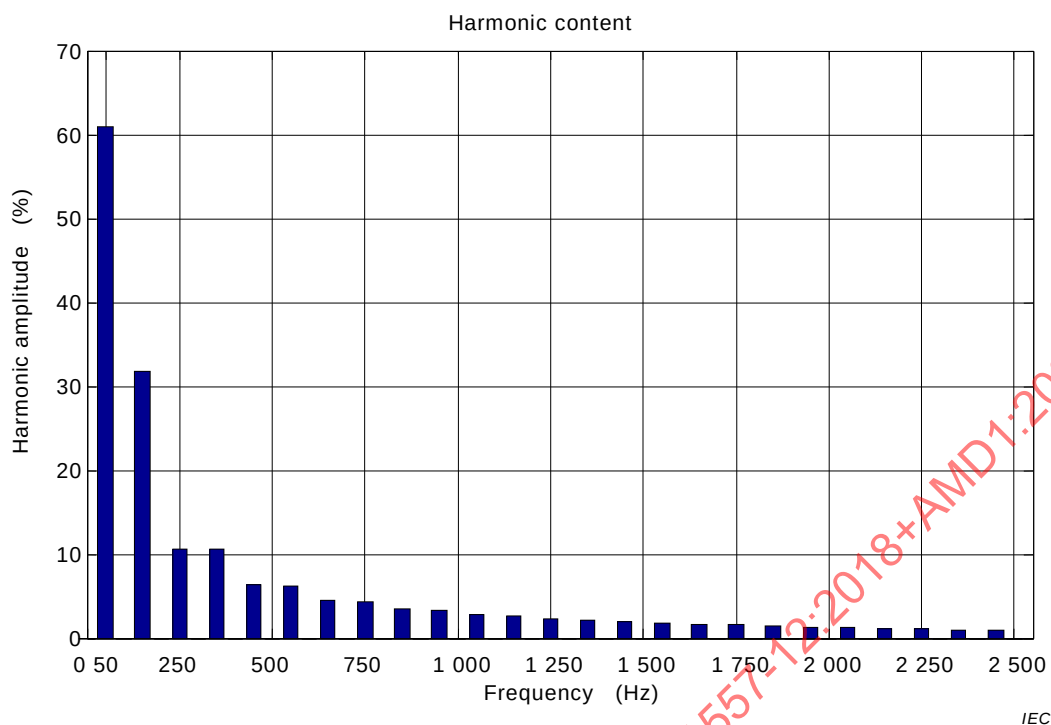


Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement

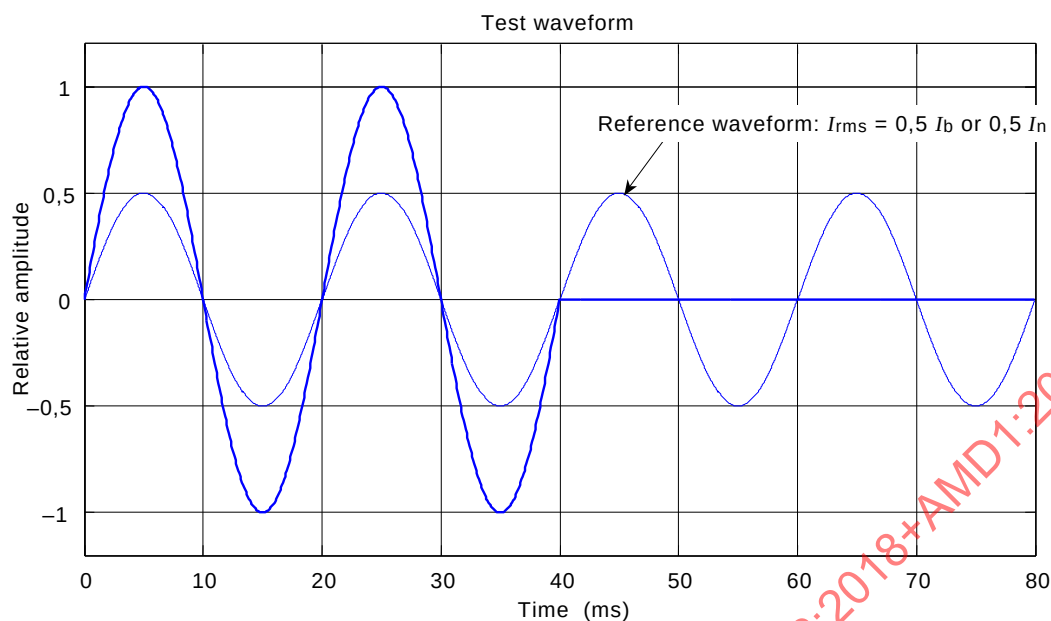
The reference waveform and the distorted waveform result in approximately the same active power or active energy, but some variation is expected due to the variation in rise time and start time shown in Figure 4. It is recommended to use a reference meter to verify test results.

The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they shall be adapted accordingly.

6.2.5.3 Influence of sub-harmonics

The peak value shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$. The cycle of the signal is made of two full waves followed by two non-signal periods.

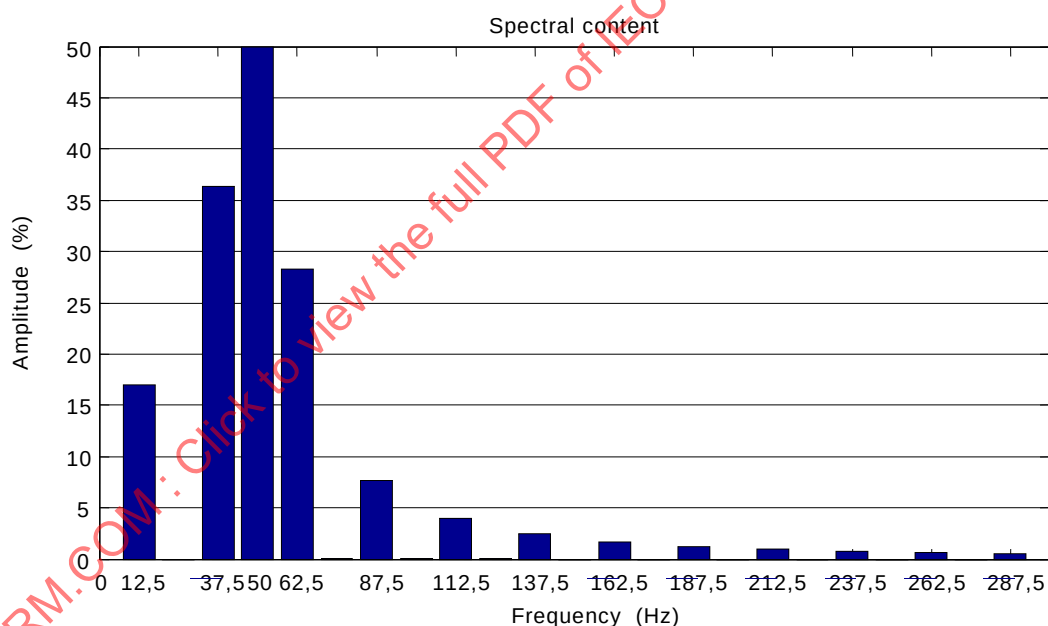
The test waveform shall be generated according to Figure 6 and Figure 7.



NOTE The reference results in the same active power or active energy.

IEC

Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement



IEC

Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement

The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they shall be adapted accordingly.

6.2.6 Apparent power

The test on the apparent power is not mandatory if at least two of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- power factor.

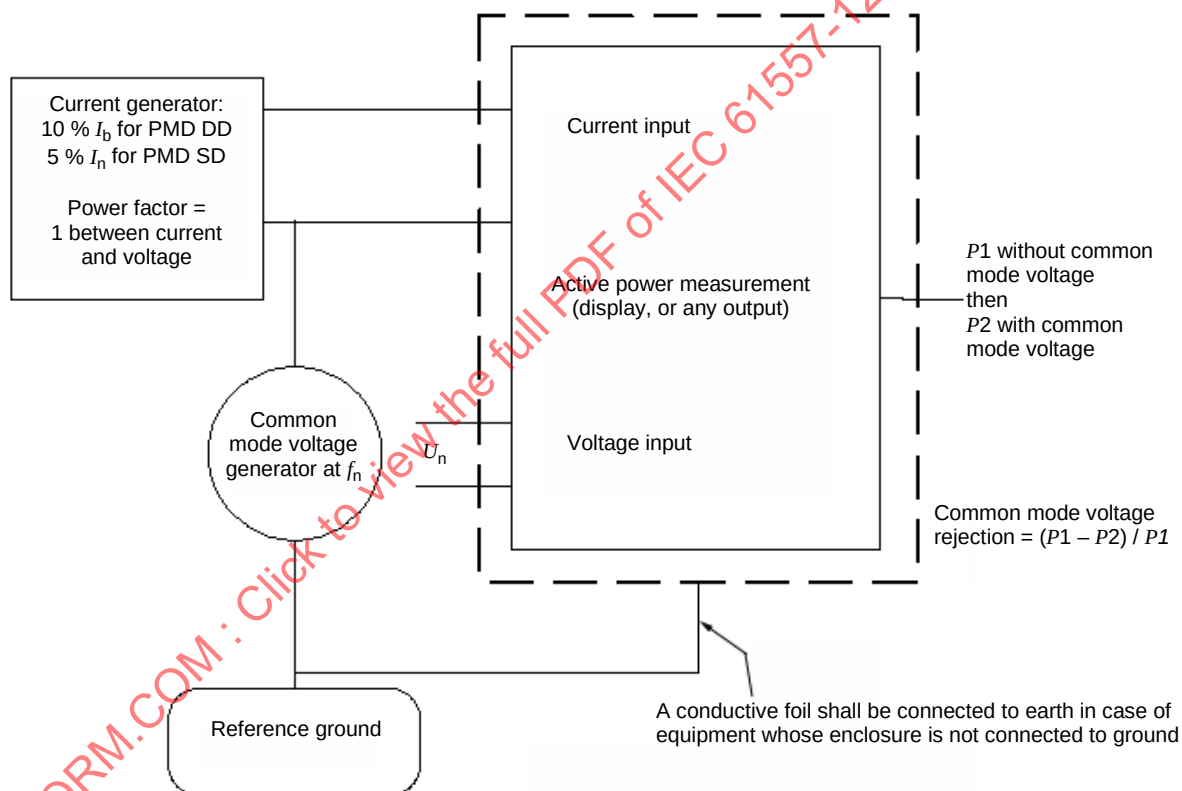
6.2.7 Power factor

The test on the power factor is not mandatory if at least two of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- apparent power.

6.2.8 Common mode voltage rejection test

For each isolated current input, the following test (as described in Figure 8) shall be made. It consists in calculating the difference between two measurements, $P1$ without common mode voltage and $P2$ with a common mode voltage applied between the current inputs and the reference ground.

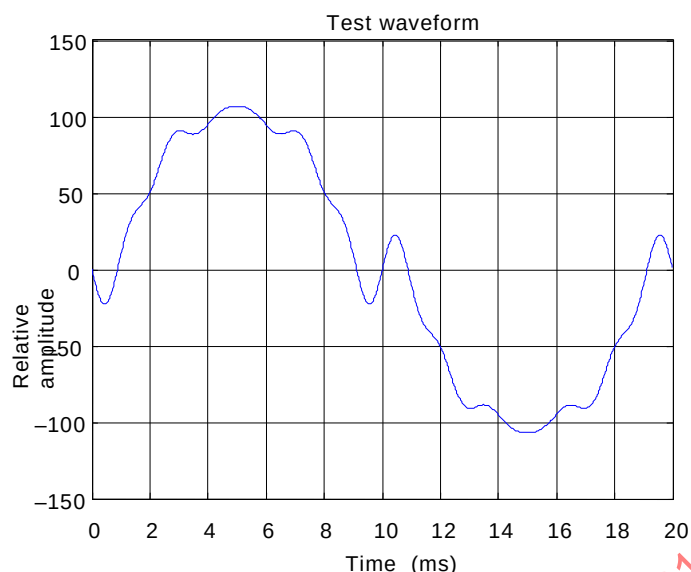


IEC

Figure 8 – Common mode voltage influence testing

6.2.9 Frequency

With the set-up of Table 19, the waveform in Figure 9 is generated:



The relative amplitude is expressed in percent of fundamental peak value.

The curve is given at 50 Hz. For other frequencies, it shall be adapted accordingly.

The curve has the following expression:

$$x(t) = 100 \sin(\omega t) - \sum_{k=1}^7 a_{2k+1} \sin((2k+1)\omega t)$$

with $a_3 = 10$, $a_5 = 12$, $a_7 = 10$, $a_9 = 3$, $a_{11} = 7$, $a_{13} = 6$, $a_{15} = 1$

Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement

6.2.10 Measurement of voltage harmonics and THD_u

6.2.10.1 General

The following tests shall be performed at rated voltage U_n at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.2.10.2 Test with a sinusoidal waveform

The test shall be performed with a pure sinusoidal voltage waveform, with frequencies taken from 6.2.10. The PMD shall not measure any voltage harmonics component and THD_u with amplitude above $0,0015 \times C \times U_n$ (C is the function performance class).

6.2.10.3 Test with a distorted waveform

The test shall be performed with at least one distorted waveform with fundamental frequencies taken from 6.2.10. All the specified harmonics and THD shall be tested with respect to the uncertainty limits defined in Table 38 and Table 39 respectively.

6.2.11 Measurement of current harmonics and THD_i

6.2.11.1 General

The following tests shall be performed at rated current I_n or I_b and at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.2.11.2 Test with a sinusoidal waveform

The test shall be performed with a pure sinusoidal current waveform, with frequencies taken from 6.2.11. The PMD shall not measure any current harmonics component and THD_i with amplitude above $0,005 \times C \times I_n$ (or I_b). (C is the function performance class).

6.2.11.3 Test with a distorted waveform

The test shall be performed with at least one distorted waveform with fundamental frequencies taken from 6.2.11. All the specified harmonics and THD shall be tested with respect to the uncertainty limits defined in Table 42 and Table 43 respectively.

6.2.12 Dips and swells

The tests shall at least be done with rectangular dip or swell modulation and with a dip or swell duration of one full cycle.

The test of the influence quantities can be omitted if this test has been done during the voltage RMS measurements.

6.2.13 Voltage interruptions

The tests shall at least be done for a voltage interruption of one full cycle.

6.2.14 Outputs tests

6.2.14.1 General

PMD shall be tested under reference conditions.

6.2.14.2 Test of compliance voltage and effect of variation of load.

This test shall only be carried out on a PMD with analog outputs that are a current signal.

Testing shall be carried out at the minimum and maximum (low and high) values of the analog output. At each point the output load resistance shall be set at 10 % and 90 % of its specified maximum value:

- the supply voltage for the analog output, if supplied from a source external to the PMD, shall be set to its minimum and maximum specified values;
- the supply of the PMD shall be set to its specified minimum and maximum values or in accordance with the rated voltage ± 15 %.

The worst case maximum and minimum readings at the low and high outputs shall be noted. The percentage uncertainty E shall be determined using the following formula:

$$E = \frac{N - W}{U} \times 100$$

where N is the rated signal, W is the worst case signal and U is the output span.

6.2.14.3 Test of ripple content

The ripple content of the analog output shall be tested at rated minimum and maximum values of the output. The ripple content shall be measured as a peak-to-peak value.

6.2.14.4 Tests of analog output response time

The response time for an increasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 0 % to 100 % of the output range as the time for the output to reach 90 % of the output range.

The response time for a decreasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 100 % to 0 % of the output range as the time for the output to reach 10 % of the output range.

6.2.14.5 Test of limit value of analog output

The limit value of the analog output shall be tested by varying the input parameter between minimum and maximum values. Any programmable features of the output, such as input offset or full-scale value, shall be set so as to provide the maximum overloads.

6.2.15 Climatic tests

6.2.15.1 General

After an appropriate recovering time after each climatic test, the PMD shall show no damage or change of the information and shall operate within its specifications.

6.2.15.2 Dry heat test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-2, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: +70 °C ± 2 °C for K40 PMD and K55 PMD;
+85 °C ± 2 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.2.15.3 Cold test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-1, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: –25 °C ± 3 °C for K40 PMD and K55 PMD;
–40 °C ± 3 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.2.15.4 Damp heat cyclic test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-30, under the following conditions:

- voltage and auxiliary circuits energised with rated voltage;
- without any current in the current circuits;
- variant 1;
- upper temperature: +40 °C ± 2 °C for K40 PMD;
+55 °C ± 2 °C for K55 PMD;
+70 °C ± 2 °C for K70 PMD;
- no special precautions shall be taken regarding the removal of surface moisture;
- duration of the test: 6 cycles.

The damp heat test also serves as a corrosion test. The result is judged visually. No trace of corrosion likely to affect the functional properties of the PMD shall be apparent.

6.2.16 EMC tests

For EM RF fields and conducted RF the following requirements apply:

- the auxiliary circuits of the PMD shall be energised with the rated voltage,
- the PMD shall be tested in its operating conditions,

with basic current I_b , respectively rated current I_n , rated voltage, power factor equal to 1 (or equal to 0 for reactive power) whichever is applicable.

Variations due to the EM influence quantities as defined in Table 9, Table 13 and Table 17 (limits of variation due to influence quantities) apply.

6.2.17 Start-up tests

The starting time of PMD without communication or local user interface shall be tested with the following procedure:

- configure PMD scales to maximum possible values without causing calculation overflows;
- set up the kWh/pulse value to the minimum possible value;
- set up the optical pick up probe or other pulse pick-up device; a solid state relay or a mechanical relay may be used as the energy pulse output device;
- power down the PMD;
- apply U_{max} and I_{max} , $PF = 1,0$ on all voltage and current measurement inputs;
- power up the PMD and measure the time from the application of power until the first energy pulse registered by the probe.

6.2.18 Gapless measurement test

The gapless nature of the measurement process shall be tested using:

- a) voltage waveform as in reference conditions
- b) current varying between two levels:
 - 1) I_b or I_n over periods of 1 s
 - 2) 50 % I_b or 50 % I_n over periods of 0,2 s

The measurement uncertainty of the following quantities shall be checked against the intrinsic uncertainty limits after a test period of at least 1 min: active energy, reactive energy, apparent energy according to Table 8, Table 12, Table 16.

It is recommended to use a reference meter to perform the test.

6.2.19 Safety tests

Tests shall be conducted according to IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 test requirements.

6.3 Routine tests

6.3.1 Protective bonding test

The PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010.

6.3.2 Dielectric strength test

The PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010.

6.3.3 Uncertainty test

The intrinsic uncertainty of each main function (e.g. voltage, current or power measurement) which is accessible to the user shall be verified throughout the measuring range.

For each test, it is recommended to verify the intrinsic uncertainty at a minimum of three test points spanning the measurement range.

The operating uncertainty can be evaluated according to Annex G on a statistical basis.

It is recommended to record the test results of the routine test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex A (informative)

Metering, measuring and monitoring applications

A.1 Applications on demand side and supply side

Measurement applications can be roughly summarized according to Figure A.1.

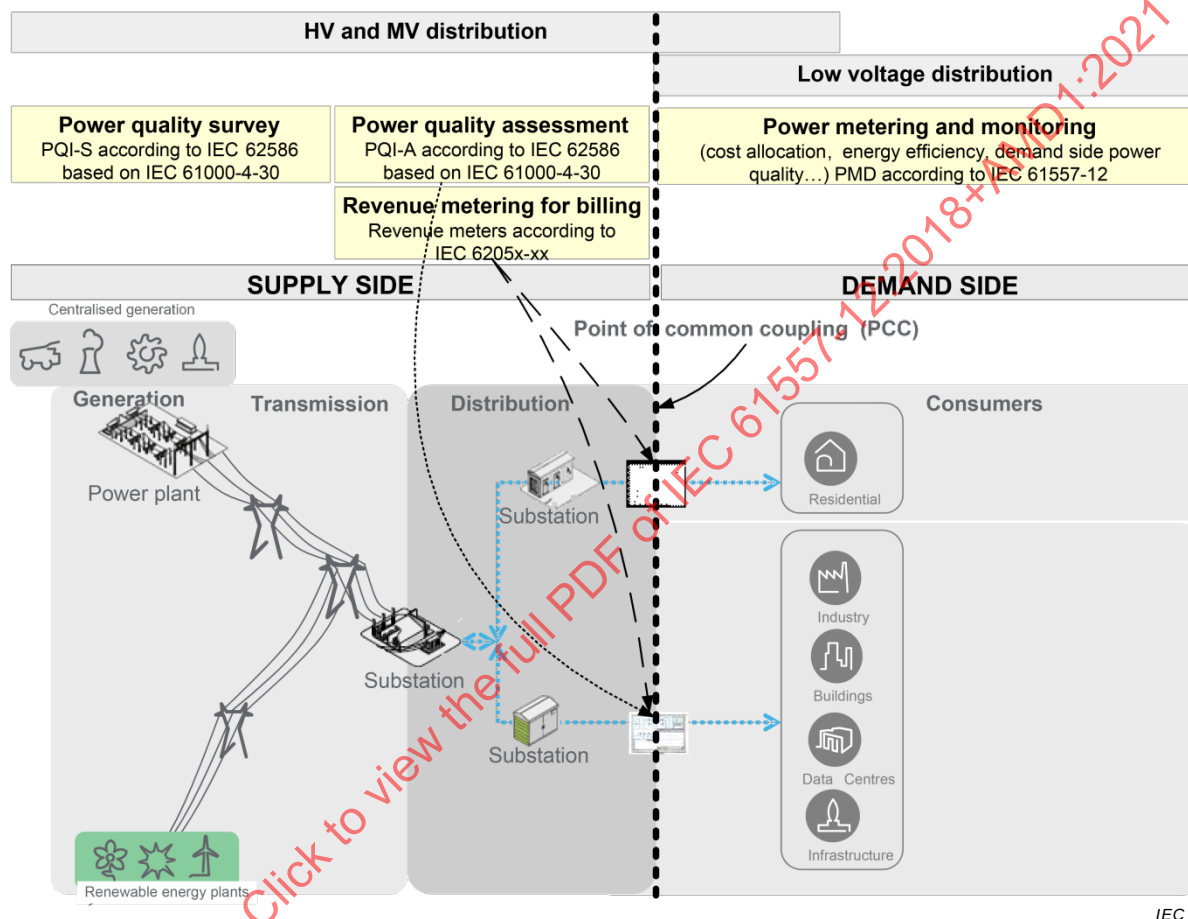


Figure A.1 – Simplified overview of measurement applications on supply side and demand side

A.2 Link between applications, devices and standards

Table A.1 shows the relevant device and associated standards related to the main measurement applications.

Table A.1 – Main measurement applications

Measurement Application	Relevant IEC product standards	Device name according to standards	Usual device name	Complementary explanations
Billing	IEC 62052-11 and IEC 62053-2x ^a	Electricity metering equipment	Revenue meter Electricity meter for billing Utility meter Billing meter	Energy metering for billing applications (e.g. utility billing a landlord or a mall owner). Transmission grid-level metering. Shadow-billing
Energy usage analysis	IEC 61557-12 ^b	Power metering and monitoring device (PMD-I)	Power meter Energy meter	Energy cost and usage analysis (for cost allocation within a company or for energy efficiency purposes)
Basic power monitoring	IEC 61557-12	Power metering and monitoring device (PMD-II)	Power meter Power monitor Power monitor device Power energy monitoring device Power analyser Multifunction meter Measuring multifunction equipment	Basic demand side quality analysis + energy cost and usage analysis
Advanced power monitoring	IEC 61557-12	Power metering and monitoring device (PMD-III)	Power meter Power monitor Power monitor device Power energy monitoring device Power analyser Multifunction meter Measuring multifunction equipment	Advanced demand side quality analysis + energy cost and usage analysis
Power quality analysis	IEC 62586-1	Power quality instrument (PQI)	Power quality instrument Power quality analyser Power analyser Network analyser	Power quality analysis according to IEC 61000-4-30 for power quality survey (e.g. according to EN 50160)
^a Regional regulations or standards may apply, for example MID, ANSI,... as well as utility specifications. ^b Energy meters complying with IEC 62052-11 and IEC 62053-2x can also be used for energy usage analysis applications.				

Annex B (informative)

Definitions of electrical parameters

B.1 General

Annex B gives the common definitions and methods for measuring electrical quantities. Some of these definitions can be found in IEEE 1459. Manufacturers using other methods should specify their own methods in the technical documentation.

B.2 Definitions in the presence of a neutral

Table B.1 gives the list of symbols used in Annex B. Table B.2 specifies how to calculate the parameters.

Table B.1 – Definition of symbols

Symbol	Definition
N	Number of samples in one fundamental period
M	Number of samples used for measurement (length of measurement window)
Δt	Duration of the measurement window in seconds
k	Index of a sample within the measurement window ($0 \leq k \leq M-1$)
p	Index of a phase ($p = 1, 2$ or 3 ; or $p = a, b, c$; or $p = r, s, t$; or $p = R, Y, B$)
g	Index of a phase ($g = 1, 2$ or 3 ; or $g = a, b, c$; or $g = r, s, t$; or $g = R, Y, B$)
N_{ph}	Number of phases excluding neutral (generally 1 or 3)
i_{pk}	Phase p current sample number k
i_{Nk}	Measured neutral current sample number k
v_{pk}	Phase p to neutral voltage sample number k
v_{gk}	Phase g to neutral voltage sample number k
u_{pgk}	Phase p to phase g voltage sample number k : $u_{pgk} = v_{pk} - v_{gk}$
φ_p	Phase angle between the fundamental current and the fundamental voltage for phase p
h_{max}	Maximum harmonic rank used for harmonic measurements
$I_{i,p}$	Harmonic current of rank i in phase p (RMS value)
$I_{N,i}$	Harmonic current of rank i in the neutral (RMS value)
$V_{i,p}$	Harmonic phase p to neutral voltage of rank i (RMS value)
$\varphi_{i,p}$	Phase angle between harmonic current and harmonic voltage at rank i on phase p
$U_{i,pg}$	Harmonic phase p to phase g voltage of rank i (RMS value)
$I_{1,p,maxdem}$	Maximum 15 min or 30 min demand value of fundamental current for phase p
X	Generic symbol of an electrical quantity within a formula, to be replaced by I , I_p or I_N for current, by V or V_p for phase to neutral voltage, or by U or U_{pg} for phase to phase voltage
X_{neg}	Negative-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components
X_{pos}	Postive-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components

Symbol	Definition
X_{zero}	Zero-sequence component of electrical quantity X considering its decomposition into symmetrical components
$X_{1\text{cy}} (X_{1/2\text{cy}})$	RMS value of electrical quantity X (current or voltage) measured over 1(1/2) fundamental cycle and refreshed each cycle
X_{ref}	Reference r.m.s value used to detect and characterize dips and swells, may be a fixed value or a time-varying value
X_{res}	Lowest $X_{1\text{cy}}$ or $X_{1/2\text{cy}}$ value measured during a dip event
X_{swell}	Highest $X_{1\text{cy}}$ value measured during a swell event

The calculation methods in Table B.2 are reference algorithms for computing electrical quantities in the general case.

Depending on the characteristics of a PMD, different implementations are possible. Manufacturers of PMD not using these formulas should document the calculation methods used in the product.

Table B.2 – Calculation definitions for electrical parameters

Item	Symbol and definition
RMS values	
RMS current in phase p	$I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} i_{p_k}^2}{M}}$
Phase p to neutral RMS voltage	$V_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} v_{p_k}^2}{M}}$
Phase p to phase g RMS voltage	$U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (u_{pg_k})^2}{M}}$
Total (or average) RMS current or voltage	$X = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} X_p}{N_{ph}}$
Calculated RMS neutral current	$I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{M-1} (i_{1_k} + i_{2_k} + i_{3_k})^2}{M}}$
Phase powers	
Active power for phase p	$P_p = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_k} \times i_{p_k})$
Apparent power for phase p	$S_p = V_p \times I_p$

Item	Symbol and definition
Reactive power for phase p , power triangle formula (also known as Fryze's definition) ^a	$Q_p = Q_{p_{\text{trian}}} = \text{Sign}Q(\phi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ with $\text{Sign}Q(\phi_p) = +1 \text{ if } \phi_p \in [0^\circ - 180^\circ]$ $\text{Sign}Q(\phi_p) = -1 \text{ if } \phi_p \in [180^\circ - 360^\circ]$ NOTE This quantity is sometimes referred to as the non-active power.
Reactive power for phase p , quadrature phase shift formula ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{quad}}} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (v_{p_{k-N/4}} \times i_{p_k})$
Reactive power for phase p , Budeanu's harmonic definition ^{a,c}	$Q_p = Q_{p_{\text{harm}}} = \sum_{i=1}^{h_{\text{max}}} I_{i,p} \cdot V_{i,p} \cdot \sin(\phi_{i,p})$
Distortion power	$D_p = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$
Phase energies	
Active energy for phase p	$E_p = P_p \cdot \Delta t$
Reactive energy for phase p	$E_{rp} = Q_p \cdot \Delta t$
Apparent energy for phase p	$E_{ap} = S_p \cdot \Delta t$
Total powers	
Total active power	$P = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} P_p$
Total reactive power (vector)	$Q_V = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} Q_p$
Total apparent power (vector)	$S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$
Total apparent power (arithmetic)	$S_A = \sum_{p=1}^{N_{\text{ph}}} S_p$
Total reactive power (arithmetic) ^b	$Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2}$
Power factors	
Power factor for phase p	$PF_p = \frac{P_p}{S_p}$ NOTE The power factor is sometimes defined with an absolute value on the numerator.
Displacement power factor for phase p	$DPF_p = \cos(\phi_p)$
Total power factor (vector)	$PF_V = \frac{P}{S_V}$
Total power factor (arithmetic)	$PF_A = \frac{P}{S_A}$
Fundamental powers	
Fundamental active power on phase p	$P_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \cos(\phi_p)$
Fundamental reactive power on phase p	$Q_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p} \cdot \sin(\phi_p)$

Item	Symbol and definition
Fundamental apparent power on phase p	$S_{1,p} = I_{1,p} \cdot V_{1,p}$
Distortion indicators	
Harmonic distortion of electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity	$THDX_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_{1,p}}$
Harmonic distortion referred to RMS of electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity	$THD\_RX_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} X_{i,p}^2}}{X_p}$
Total harmonic distortion of electrical quantity X (I , V , or U)	$THDX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THDX_p}{N_{ph}}$
Total harmonic distortion referred to RMS of electrical quantity X (I , V , or U)	$THD\_RX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} THD\_RX_p}{N_{ph}}$
Total distortion ratio of electrical quantity X (I , V , or U) – Phase quantity	$TDRX_p = \frac{\sqrt{X_p^2 - X_{1,p}^2}}{X_{1,p}}$ NOTE Unlike the THD, this distortion ratio contains the contribution of interharmonic components.
Total distortion ratio of electrical quantity X (I , V , or U)	$TDRX = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} TDRX_p}{N_{ph}}$
Distortion active power on phase p	$PD_p = P_p - P_{1,p}$
Total distortion active power	$PD = \sum_{p=1}^{N_{ph}} PD_p$
Total demand distortion (current) on phase p	$TDD_p = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{h_{\max}} I_{i,p}^2}}{I_{1,p,maxdem}}$
Unbalance indicators	
Amplitude unbalance for electrical quantity X (I_p , V_p , or U_{pg}) – Phase quantity, in percent	$X_{nba,p} = 100 \cdot \frac{X_p - X_{avg}}{X_{avg}} \quad \text{where} \quad X_{avg} = \frac{\sum_{p=1}^{N_{ph}} X_p}{N_{ph}}$
Total amplitude unbalance for electrical quantity X (I , V , or U), in percent	$X_{nba} = \max \left\{ \left X_{nba,p} \right \right\}_{p=1..N_{ph}}$
Amplitude and angle unbalance for electrical quantity X (I , V , or U)	$X_{nb} = 100 \cdot \frac{X_{neg}}{X_{pos}}$
NOTE There is no phase quantity for this type of unbalance.	

Item	Symbol and definition
Internal power quality indicators	
1-cycle RMS value of electrical quantity X (generally voltage) on phase p .	$X_{p1cy} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} x_{p_k}^2}{N}}$
Dip depth for electrical quantity X (generally voltage)	$X_{dip}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{ref} - X_{resid}}{X_{ref}}$
Swell depth for electrical quantity X (generally voltage)	$X_{swl}(\%) = 100 \cdot \frac{X_{swell} - X_{ref}}{X_{ref}}$
^a See Figure B.1. Reactive power is a controversial notion, there is no “true” definition in non-sinusoidal conditions. This table only gives the most common definitions. Different standards or measurement products may use different definitions for the reactive power, or consider only the fundamental reactive power. Under sinusoidal voltage and current these definitions are equivalent. ^b This power is unsigned. ^c Under sinusoidal voltage, these definitions are equivalent even with non-sinusoidal current.	

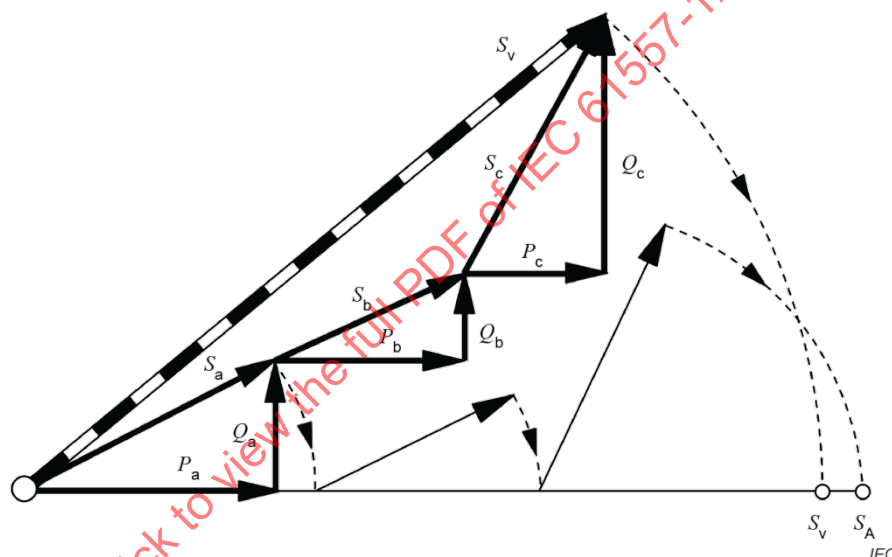


Figure B.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation

B.3 Power measurement in three-phase three-wire systems using the two-wattmeter method

B.3.1 General

If no neutral is present, the three-phase techniques in Clause B.2 may still be used to compute the total powers provided a virtual neutral is used in the measurement process. Otherwise, for three-phase systems without neutral the two-wattmeter method can be used.

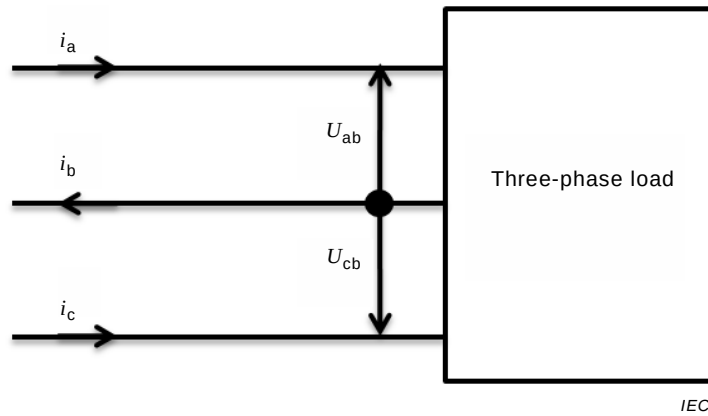


Figure B.2 – Three-phase circuit without neutral

Considering the circuit in Figure B.2, the measurement device can measure the current in all three phases (i_a , i_b and i_c) but, since no neutral is present, can only measure line to line voltages. Taking phase b as a reference, let's consider the measured voltages are U_{ab} and U_{cb} .

If a neutral were present, these line to line voltages would write:

$$u_{ab} = v_a - v_b \quad \text{and} \quad u_{cb} = v_c - v_b$$

Furthermore, since there is no neutral, the following property is always true:

$$i_a + i_b + i_c = 0$$

The purpose is to use the available quantities and these properties to obtain an accurate measurement of the total powers consumed by the load.

B.3.2 Total active power

Suppose the measuring instrument measures two-phase active powers using the available line to line voltages:

$$P_1 = \mu(i_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad P_2 = \mu(i_c \cdot u_{cb})$$

where the μ operator stands for the averaging over the measurement window of M samples.

These phase active powers are physically meaningless in the sense that they are not individually related to the total active power drawn by the load.

However, using the properties in B.3.1, it can be shown that:

$$P_1 + P_2 = \mu(i_a \cdot v_a) + \mu(i_b \cdot v_b) + \mu(i_c \cdot v_c) = P_a + P_b + P_c = P$$

The total active power drawn by the load can be determined as the algebraic sum of the phase active powers measured using the two currents and the two line to line voltages.

B.3.3 Total vector reactive power using quadrature phase shift definition

If the phase reactive powers are measured using the quadrature formula, the total vector reactive power can be determined from the phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{quad}} = \mu(i'_a \cdot u_{ab}) \quad \text{and} \quad Q_{2,\text{quad}} = \mu(i'_c \cdot u_{cb})$$

where i'_a and i'_c stand for the phase a current in quadrature and the phase b current in quadrature. Using the properties in B.3.1, it can be shown that:

$$Q_{1,\text{quad}} + Q_{2,\text{quad}} = \mu(i'_a \cdot v_a) + \mu(i'_b \cdot v_b) + \mu(i'_c \cdot v_c) = Q_{a,\text{quad}} + Q_{b,\text{quad}} + Q_{c,\text{quad}} = Q_v$$

B.3.4 Total vector reactive power using Budeanu's definition

If the phase reactive powers are measured using Budeanu's formula, the total vector reactive power can be determined from the phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{harm}} = \sum_{i=1}^{h_{\max}} I_{i,a} \cdot U_{i,ab} \cdot \sin(\varphi_{i,ab}) \quad \text{and} \quad Q_{2,\text{harm}} = \sum_{i=1}^{h_{\max}} I_{i,c} \cdot U_{i,cb} \cdot \sin(\varphi_{i,cb})$$

It can be shown that the total reactive power using Budeanu's definition is the sum of both measured phase reactive powers:

$$Q_{1,\text{harm}} + Q_{2,\text{harm}} = Q_{a,\text{harm}} + Q_{b,\text{harm}} + Q_{c,\text{harm}} = Q_v$$

NOTE There is no simple formula for the total vector reactive power in the general case if the phase reactive powers are measured using the triangle formula definition.

B.4 Additional relationships in case of sinusoidal voltage

If the voltage can be considered sinusoidal, the power comes from the fundamental current and the fundamental voltage only.

The following additional relationships between the electrical quantities hold, even if the current is not sinusoidal and/or in the presence of current and/or voltage unbalance:

$$P_p = P_{1p}$$

$$Q_{p,\text{harm}} = Q_{p,\text{quad}} = Q_{1p}$$

$$V_a = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{ac}^2 - \frac{U_{bc}^2}{2}}$$

$$V_b = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ab}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ac}^2}{2}}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{U_{ac}^2 + U_{bc}^2 - \frac{U_{ab}^2}{2}}$$

Annex C (informative)

Convention about the sign of the power factor

C.1 General

The formatting of the power factor is just a question of convention. Manufacturers need to define the convention used on their devices, or need to let customers know the conventions selectable on their devices.

Table C.1 shows the conventions IEC-C and IEEE-C available with a consumer perspective, according to a scheme given in Figure C.1.

Table C.2 shows the conventions IEC-P available with a producer perspective, according to a scheme given in Figure C.2.

C.2 Convention for power factor (consumer perspective)

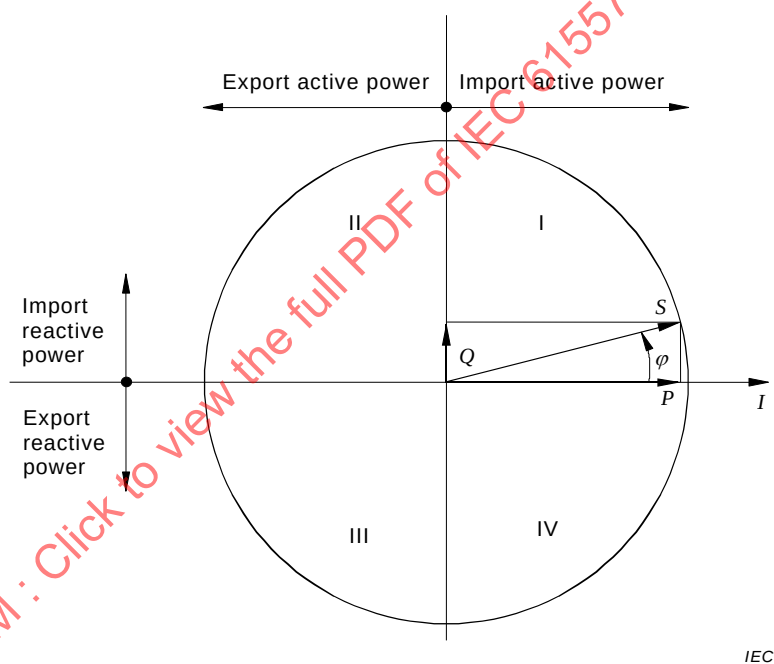


Figure C.1 – Formatting of power factor with a consumer perspective

Table C.1 – Conventions for the sign of Power factor with a Consumer perspective

Quadrant	Meaning with a consumer perspective	IEC consumer convention for sign (IEC-C convention)	IEEE consumer convention for sign (IEEE-C convention)
Quadrant I	Import P ; Import Q	+ (Inductive)	- (Lagging)
Quadrant II	Export P ; Import Q	- (Capacitive)	+ (Leading)
Quadrant III	Export P ; Export Q	- (Inductive)	- (Lagging)
Quadrant IV	Import P ; Export Q	+ (Capacitive)	+ (Leading)

C.3 Convention for power factor (producer reference frame)

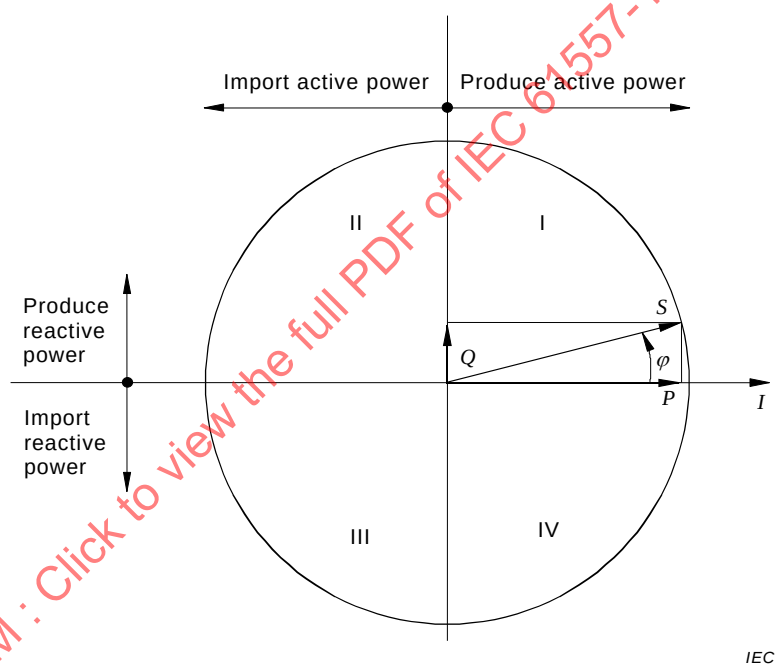


Figure C.2 – Convention for power factor with a producer perspective

**Table C.2 – Conventions for the sign of power factor
with a producer perspective**

Quadrant	Meaning with a producer perspective	IEC producer convention for sign (IEC-P convention)
Quadrant I	Produce P ; Produce Q	+ (Overexcited)
Quadrant II	Import P ; Produce Q	- (Overexcited)
Quadrant III	Import P ; Import Q	- (Under excited)
Quadrant IV	Produce P ; Import Q	+ (Under excited)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex D (normative)

Definitions of minimum, maximum, peak and demand values

D.1 Demand quantities

D.1.1 General

A demand is the average value of a quantity over a specified period of time.

D.1.2 Power demand

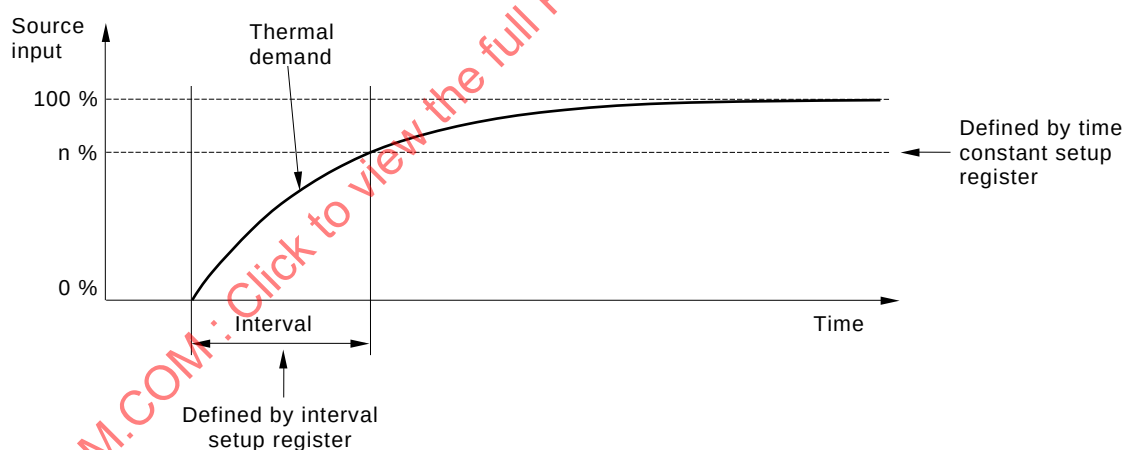
Power demand is calculated using arithmetical integration of power values during a period of time divided by the length of the period. The result is equivalent to the energy accumulated during the period of time divided by the length of the period.

D.1.3 Current demand

Current demand is calculated using arithmetical integration of the current RMS values during a period of time, divided by the length of the period.

D.1.4 Thermal current demand (or bi-metal current demand)

Thermal current demand calculates the demand based on a thermal response, which mimics the analog thermal demand meters as described in Figure D.1.



IEC

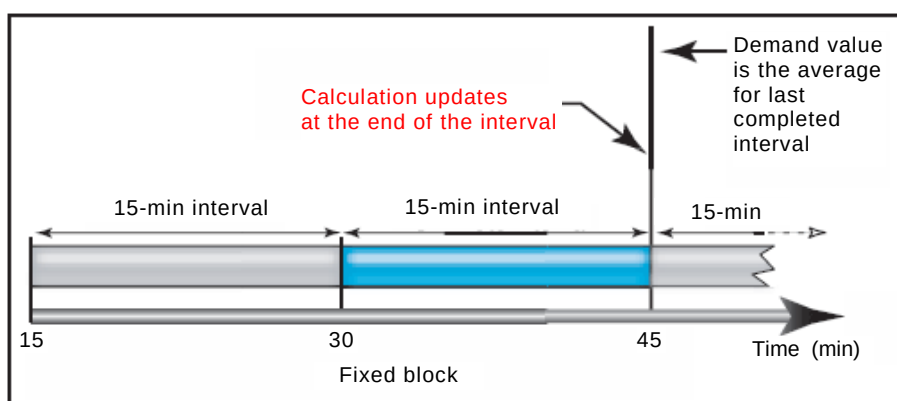
NOTE The value of n is usually 90 %; the time interval is usually 15 min.

Figure D.1 – Thermal current demand

D.1.5 Specified intervals for demand calculation

The PMD handle the duration of intervals to calculate the demand. PMD can implement several methods:

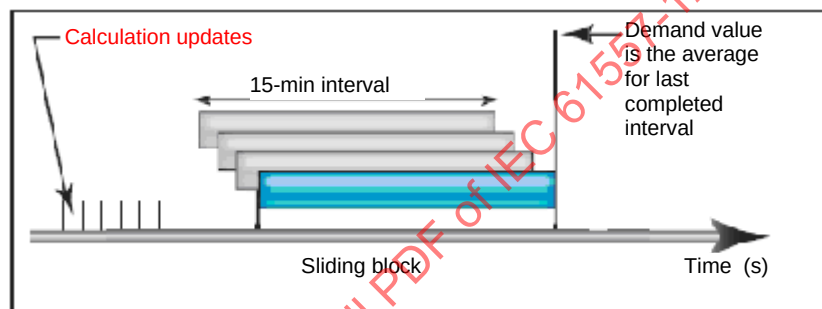
- fixed block interval: the intervals are consecutive; the PMD calculates and updates the demand at the end of each interval as described in Figure D.2;



NOTE 15 min is only an example.

Figure D.2 – Fixed block interval

- sliding block interval: the intervals are sliding; the PMD calculates and updates the demand at the sliding speed as described in Figure D.3.



NOTE 15 min is only an example.

Figure D.3 – Sliding block interval

D.2 Peak demand quantities

Peak demand is the highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset.

D.3 Three-phase average quantities

In a three- or four-wire system, the average value of a quantity is the arithmetical average of each phase value.

EXAMPLE: Three-phase average line to neutral voltage = $(V_1 \text{ RMS voltage} + V_2 \text{ RMS voltage} + V_3 \text{ RMS voltage}) / 3$

D.4 Maximum and minimum quantities

The maximum value of a quantity is the highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

The minimum value of a quantity is the lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

Annex E (informative)

Intrinsic uncertainty and operating uncertainty

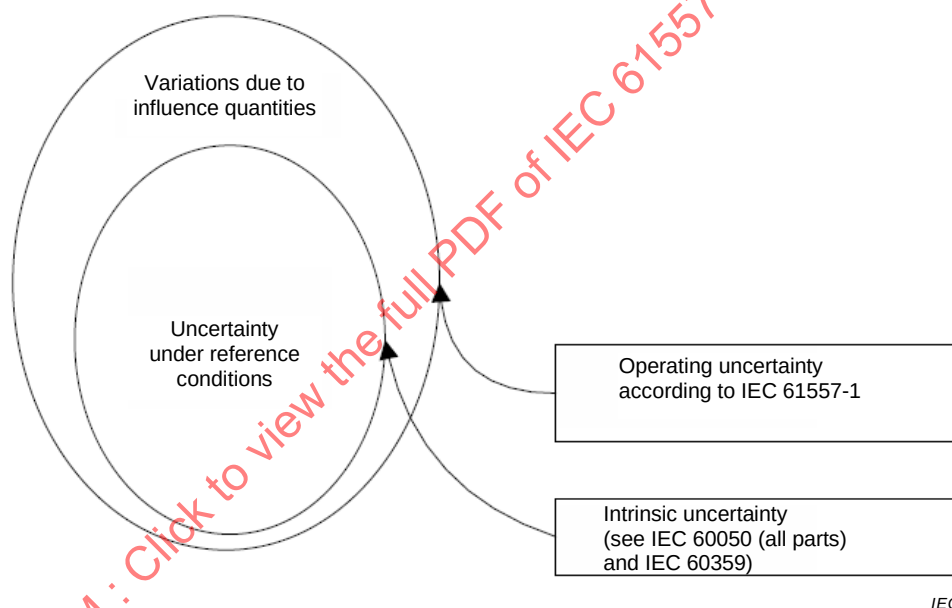
E.1 General

The operating uncertainty of a monitoring instrument is defined by a specification of:

- uncertainty limits over a measuring range;
- maximum deviations in the presence of influencing quantities (power system parameters or external conditions).

Annex E provides guidance on the calculation of operating uncertainty and does not address the additional concept of a measurement performance class. An operating uncertainty is a quality indicator, not comparable with a measurement performance class, because they are different in nature and are not used for the same purposes.

Figure E.1 below describes different kinds of uncertainties:



IEC

Figure E.1 – Different kinds of uncertainties

E.2 Operating uncertainty calculation

Operating uncertainty includes intrinsic uncertainty (under reference conditions) and variation due to influence quantities.

$$\text{Operating uncertainty} = \sqrt{(\text{PMD intrinsic uncertainty})^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^{NIQ} (\text{variation due to influence quantity})^2}$$

NOTE 1 NIQ = number of influence quantities.

NOTE 2 This formula is derived from ISO/IEC Guide 98-3:2008, 6.2, taking into account a coverage probability of 95 %.

In this formula the PMD intrinsic measurement uncertainty is determined at two standard deviations as described in G.3.2. In order to take into account a coverage factor of 95,45 % in the formula, the variation of the uncertainty due to the influence quantity shall be determined at one standard deviation. The process of determining the operating uncertainty is shown in Figure E.2. The correction factors to be applied to the calculated standard deviations are tabulated in Table G.1.

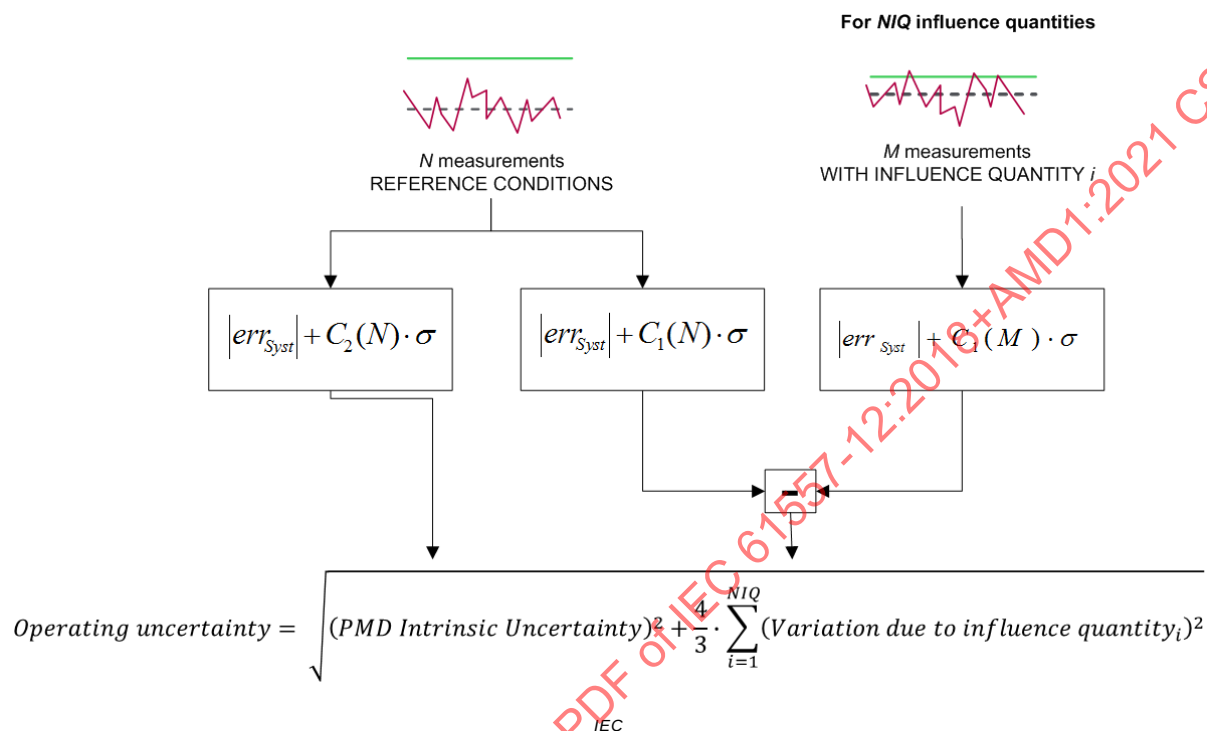


Figure E.2 – Flowchart for the determination of the operating uncertainty

Annex F (informative)

Recommended sensor classes for the different kinds of PMD

F.1 General considerations

The association of a PMD Sx, PMD xS and PMD SS with external current and/or voltage sensors builds a system. The performance of that system depends on the measurement itself (active energy, frequency, harmonic voltage ...), the sensor class and the PMD performance class.

Overall uncertainty of the measurement chain formed by this association includes uncertainty due to the PMD and uncertainty due to the sensors under reference conditions.

For PMD DD: overall uncertainty = intrinsic uncertainty

For PMD xS, PMD Sx and PMD SS, typical overall uncertainty values for relevant combinations are shown in Table F.1.

F.2 Specific case of an active power and energy measurement, achieved by a PMD associated with an external current sensor or/and a voltage sensor

Table F.1 provides information about associating a PMD with external sensors.

Table F.1 – PMD SD associated with current sensor or PMD DS associated with voltage sensor or PMD SS associated with voltage and current sensors

Performance class of the PMD (for active power and energy measurement) without external sensors (PMD-Sx or PMD-xS or PMD SS)	Recommended sensor class to associate to the PMD ^{a b c}	Typical overall uncertainty (for active power and energy measurement)
0,1	0,1 or better	0,2 %
0,2	0,2 or better	0,5 %
0,5	0,5 or better	1 %
1	1 or better	2 %
2	2 or better	5 %

For other combinations, manufacturers should provide information or recommended sensors for association.

^a This induces an acceptable loss of performance of the system.

^b For power and energy measurements 0,2 S and 0,5 S class sensors are usually required.

^c Class sensor refers to classes defined in IEC 61869-2, IEC 61869-3, IEC 60044-7 and IEC 60044-8. When transducers replace sensors, class sensor refers to intrinsic uncertainty of the transducer.

F.3 List of functions affected by uncertainty of external sensors

Table F.2 defines the influence of each kind of sensor on each function of a PMD.

Table F.2 – List of functions affected by uncertainty of external sensors

Symbol	Function	Current sensor	Voltage sensor
P_a	Total active power	x	x
Q_A, Q_V	Total reactive power (arithmetic or vector)	x	x
S_A, S_V	Total apparent power (arithmetic or vector)	x	x
E_a	Total active energy	x	x
E_{rA}, E_{rV}	Total reactive energy (arithmetic or vector)	x	x
E_{apA}, E_{apV}	Total apparent energy (arithmetic or vector)	x	x
f	Frequency	-	-
I	Phase current	x	-
I_N, I_{Nc}	Neutral current (measured, calculated)	x	-
U or V	Voltage (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
PF_A, PF_V	Power factor (arithmetic, vector)	x	x
P_{st}, P_{lt}	Flicker (short term, long term)	-	-
U_{dip} or V_{dip}	Voltage dips (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{swl} or V_{swl}	Voltage swells (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{int} or V_{int}	Voltage interruption (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{nba} or V_{nba}	Amplitude voltage unbalance (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_{nb} or V_{nb}	Amplitude and phase voltage unbalance (L_p-L_g or L_p-N)	-	x
U_h or V_h	Voltage harmonics	-	x
$THD_U, THD-R_U$ or $THD_V, THD-R_V$	Voltage <i>THD</i> (referred to fundamental, referred to RMS value)	-	x
I_h	Current harmonics	x	-
$THD_i, THD-R_i$	Current <i>THD</i> (THD_i referred to the fundamental, $THD-R_i$ referred to the RMS value respectively)	x	-
NOTE "x" means "affects the function", "-" means "does not affect the function".			

Annex G (informative)

Notion of measurement uncertainty

G.1 General considerations

Annex G is intended to become normative for the next edition of this document.

For this document, the level of confidence is 95,45 %, meaning that 95,45 % of the measurements are expected to lie within the interval defined by the average of the measurements plus or minus the calculated expanded uncertainty. This corresponds to two times the standard deviation.

Annex G provides information about how a number N of values measured on one PMD can be used to determinate the measurement uncertainty of that device. Using measurements to derive the uncertainty is generally referred to as “Type A” method of evaluation of uncertainty. Qualifying a product typically requires applying this procedure on several product samples.

The uncertainty of a measurement under certain operating conditions is a value that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand. It is a measure of the bounds within which a value may be reasonably (with a certain level of confidence) presumed to lie.

The measurement uncertainty is not the measurement error, which characterizes the difference between a measured value and the conventional true value.

In the calculations below, it is assumed that the distribution of the measurements around their mean reasonably follows a normal distribution. If this is not the case, the estimated standard deviation shall be corrected appropriately (e.g. by dividing by $\sqrt{3}$ if the actual distribution is uniform).

G.2 Computing the expanded uncertainty

G.2.1 General

The expanded uncertainty is an estimate of the uncertainty taking into account important parameters such as:

- the number N of measured values available from the test
- the level of confidence desired for the uncertainty results

G.2.2 Estimated standard deviation

The sample standard deviation of the set of N measurements $\{x_i\}_{i=1..N}$ is computed as follows:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad \text{with} \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N x_i$$

G.2.3 Expanded uncertainty

The expanded uncertainty takes into account both the number N of measurements and the desired level of confidence in the final uncertainty. The level of confidence indicates how many of the measurements are likely to be within the calculated uncertainty limits.

The correction factor $C(N)$ to be applied to the estimated standard deviation for the number of measurements N is the Student t-factor. It compensates for the underestimation of the standard deviation when calculated on a reduced set of measurements. It is specified in Table G.1. Values not tabulated can be recalculated or interpolated from the tabulated values.

Table G.1 – Correction factor $C(N)$ for sample size N

Number of measurements N	Correction factor $C_1(N)$ for one standard deviation	Correction factor $C_2(N)$ for two standard deviations
3	1,321	4,527
4	1,197	3,307
5	1,142	2,869
6	1,111	2,649
7	1,091	2,517
8	1,077	2,429
9	1,067	2,366
10	1,059	2,320
11	1,053	2,284
12	1,048	2,255
13	1,043	2,231
14	1,040	2,212
15	1,037	2,195
16	1,034	2,181
17	1,032	2,169
18	1,030	2,158
19	1,029	2,149
20	1,027	2,140
30	1,018	2,090
40	1,013	2,066
50	1,010	2,052
100	1,005	2,026

The expanded uncertainty is calculated as:

$$unc_{Exp} = C_2(N) \cdot \sigma$$

The estimated standard deviation and the expanded uncertainty are measures of the dispersion of the measurements (taken in identical conditions) around their average value. It characterizes the random error, sometimes called the precision of the measurement.

G.3 Determining the measurement uncertainty

G.3.1 Systematic error

The systematic error is the difference between the conventional true value and the average of the measured values. It can be determined as:

$$err_{Syst} = x_{true} - \bar{x}$$

It can be positive or negative. It can be expressed in physical units or as a percentage of the true value. In statistics, the systematic error is also called a bias.

The conventional true value is typically estimated using a reference power meter. The accuracy of the reference meter should typically be better than the expected accuracy of the PMD under test, by at least a factor 10.

The systematic error is a measure of the accuracy of the measurement. Values of the systematic error significantly different from zero typically result from imperfect or invalid calibration in the operating conditions of the test, or from considering too small a number of measurements.

G.3.2 Measurement uncertainty

The difference between the measurements and the true value of the measurand is characterized by both the systematic error and the random error. A good measurement is a measurement that is both true and precise.

Both indicators can be combined to provide an estimate of the overall uncertainty, which will be considered as the measurement uncertainty. The measurement uncertainty in absolute value can be computed as:

$$unc_{Meas} = |err_{Syst}| + unc_{Exp}$$

This concept is shown in Figure G.1.

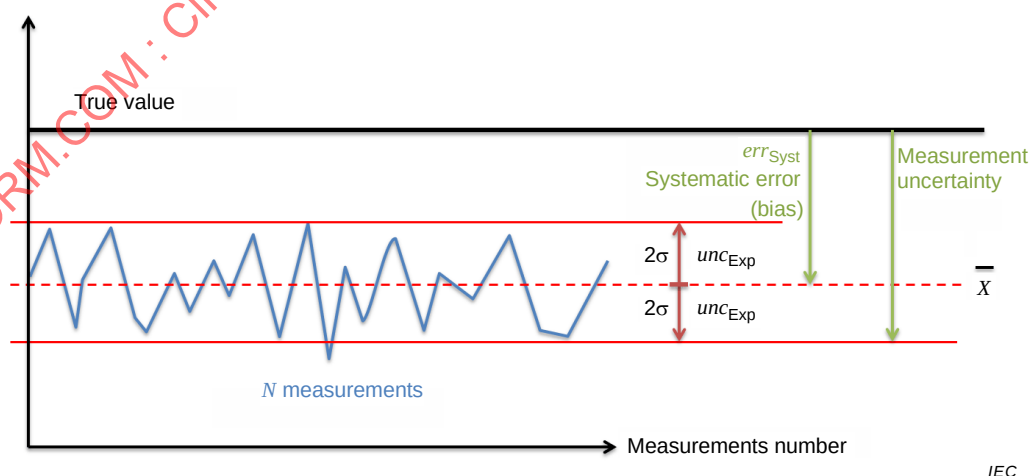


Figure G.1 – Illustration of the notion of measurement uncertainty

The value of the measurement uncertainty depends on:

- the systematic error, reflecting the quality of the calibration of the product in the operating conditions of the test,
- the random error, reflecting the quality of the measurement process and the level of noise in the operating conditions of the test,
- the number N of measurements made during the test,
- the resolution of the measurement

and therefore provides a good indicator of the overall quality of the measurement.

NOTE Other sources of uncertainty are normally taken into account but are disregarded in this edition:

- uncertainty of the reference meter,
- uncertainty on the estimated mean $\bar{x}$ due to a limited number of measurements.

G.4 Using the measurement uncertainty as a pass/fail criterion

G.4.1 Intrinsic uncertainty tests

The measurement uncertainty calculated for each intrinsic uncertainty test conducted needs to be compared to the uncertainty limit specified in the intrinsic uncertainty table, in order to assess the class of the measurement.

- If the measurement uncertainty is smaller than the specified uncertainty limit of class C for all the intrinsic uncertainty tests, then compliance to class C for intrinsic uncertainty is granted.
- Otherwise, i.e. if the measurement uncertainty is greater than the specified uncertainty limit for at least one of the intrinsic uncertainty tests, compliance to class C is not granted and a larger class should be considered.

G.4.2 Tests with influence quantities

The measurement uncertainty calculated for a test with influence quantities can be compared to the intrinsic measurement uncertainty.

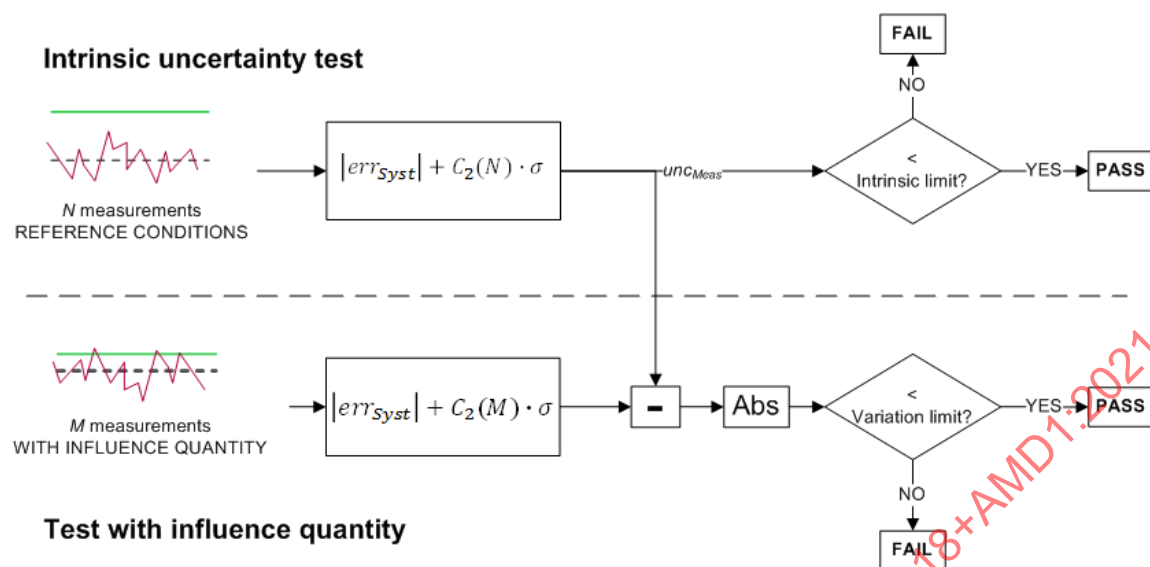
- If the variation of measurement uncertainty is smaller than the specified limit of variation of class C for all the tests with influence quantity, then compliance to class C is granted for the uncertainty under influence quantities.
- Otherwise, compliance to class C is not granted and a larger class should be considered.

G.4.3 Overall pass/fail criterion

Compliance to a class requires that the product meet the performance requirements in terms of both intrinsic uncertainty and variation of uncertainty under influence quantities. Therefore:

- If compliance to class C is granted as described above for both the intrinsic uncertainty tests and the tests with influence quantities, then compliance to class C is granted.
- Otherwise, compliance to class C is not granted, a larger class shall be considered.

This process is illustrated in Figure G.2.



IEC

Figure G.2 – Overview of the uncertainty test procedure

Annex H (normative)

Requirements for power metering and monitoring function (PMF) and additional requirements for equipment embedding power metering and monitoring function (EPMF)

H.1 Scope

This annex specifies additional requirements and tests for equipment embedding a power metering and monitoring function (EPMF) whose main function is not measurement and its embedded power metering and monitoring function (PMF).

When not otherwise stated in this annex, the core of this document is applied to EPMF or PMF as appropriate when reading “PMD” in the core document.

NOTE The annex follows the same structure as the core document.

H.2 Normative references

Clause 2 applies.

In addition, the following standards apply:

IEC 60255 (all parts), *Measuring relays and protection equipment*

IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60898 (all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-6-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-19, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*

IEC 61008 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*

IEC 61009 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)*

IEC 61131 (all parts), *Programmable controllers*

IEC 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IEC 62020 (all parts), *Electrical accessories – Residual current monitors (RCMs)*

IEC 62040 (all parts), *Uninterruptible power systems (UPS)*

IEC 62109-2, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters*

IEC 62310 (all parts), *Static transfer systems (STS)*

IEC 62423, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

IEC 62909 (all parts), *Bi-directional grid connected power converters*

IEC 62962, *Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)*

H.3 Terms, definitions and notations

Clause 3 applies.

H.4 Requirements for PMF and additional requirements for EPMF

H.4.1 General requirements

The equipment that may embed EPMF shall be chosen in the equipment list defined in Table H.1.

Table H.1 – List of equipment that may embed EPMF

Equipment	IEC Standard
Uninterruptible power systems (UPS)	IEC 62040 series
Static transfer systems (STS)	IEC 62310 series
Circuit-breakers	IEC 60947-2, IEC 60898 series
Transfer switching equipment (TSE)	IEC 60947-6-1
Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units	IEC 60947-3
Programmable controllers (PLC)	IEC 61131 series
Inverter for use in photovoltaic power systems	IEC 62109-2
Adjustable speed electrical power drive systems	IEC 61800
Protection relay	IEC 60255
Residual current devices (RCD, RCBO)	IEC 61008 series, IEC 61009 series, IEC 62423, IEC 60947-2, IEC 60755 series
Residual current monitoring devices (RCM)	IEC 62020 series
Load-shedding equipment (LSE)	IEC 62962
Bi-directional grid connected power converters	IEC 62909 series

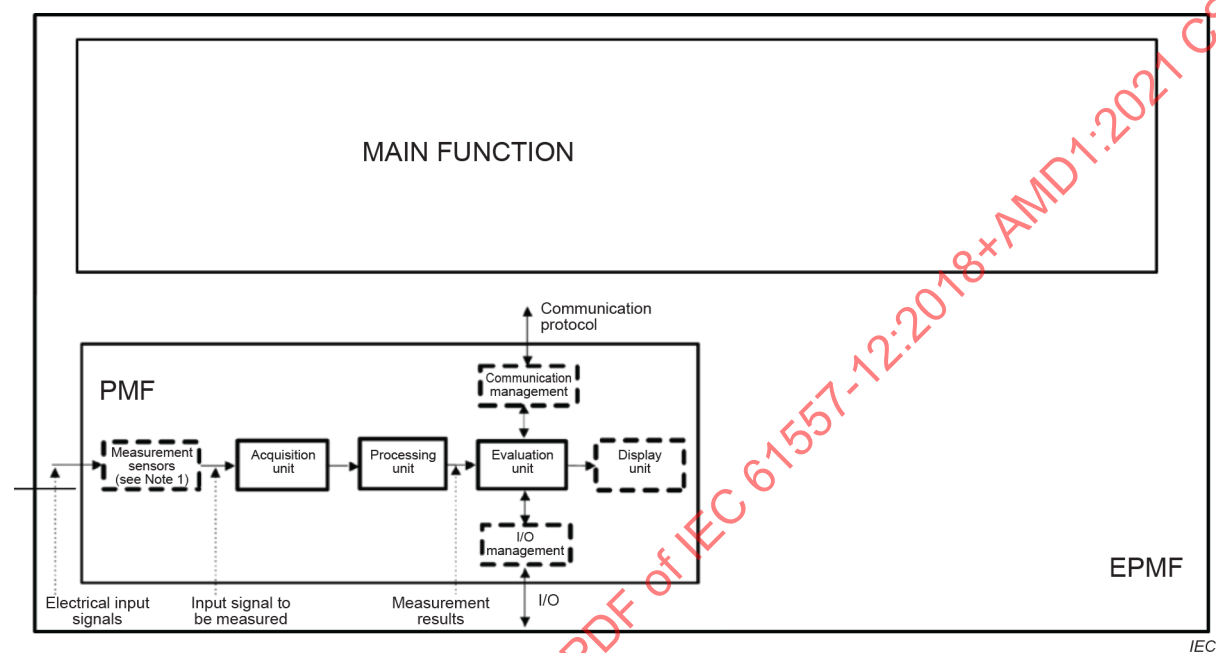
The requirements of 4.2 to 4.12 apply with the modifications specified in this annex.

H.4.2 EPMF general architecture

This subclause provides information about a possible implementation of a PMF in an EPMF.

Figure H.1 shows the common organization of an EPMF including its main function and PMF.

Organization of the measurement chain of EPMF: the electrical quantity can be measured either directly or via voltage and/or current sensors (see also H.4.4).



NOTE 1 It is not necessary that the parts in the dotted lines be included in PMF.

NOTE 2 I/O are analog and/or digital signals with alarms.

NOTE 3 Communications may be ensured by the EPMF or by the PMF part.

Figure H.1 – Example of architecture of EPMF

H.4.3 Classification of PMF

4.3 applies to PMF classified according to Table H.2.

Table H.2 – Functional classification of PMF with minimal required functions

Functionalities symbol ^a	PMF type ^b		
	PMF-I Energy efficiency	PMF-II Basic power monitoring	PMF-III Advanced power monitoring /network performance
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■

Functionalities symbol ^a	PMF type ^b		
	PMF-I Energy efficiency	PMF-II Basic power monitoring	PMF-III Advanced power monitoring /network performance
I_N			■
U and/or V		■	■
PF		■	■
THD_U and/or THD_V and/or $THD-R_U$ and/or $THD-R_V$			■
THD_I and/or $THD-R_I$			■
^a Only total quantities are mandatory. ^b For PMF other than PMF-I, PMF-II and PMF-III, called PMF-x, other combinations of functions are allowed and shall be specified by the manufacturer.			

H.4.4 Structure of EPMF

4.4 applies to EPMF with the following modification.

Depending on the EPMF, the electrical quantity can be measured either directly or via voltage and/or current sensors as shown in Table H.3.

Table H.3 – Structure of EPMF

		Current measurement	
		Sensor operated EPMF (current sensors out of EPMF) →EPMF Sx	Direct connected EPMF (current sensors in EPMF) →EPMF Dx
Voltage measurement	Direct connected EPMF (voltage sensors in EPMF) →EPMF xD	EPMF SD (Semi-direct insertion)	EPMF DD (Direct insertion)
	Sensor operated EPMF (voltage sensors out of EPMF) →EPMF xS	EPMF SS (Indirect insertion)	EPMF DS (Semi-direct insertion)

H.4.5 List of applicable performance classes for PMF

4.5 applies.

H.4.6 Operating and reference conditions

H.4.6.1 Reference conditions

4.6.1 applies for performance class tests of the PMF. For other tests, reference test conditions of the EPMF standard apply.

H.4.6.2 Rated operating conditions

If rated operating conditions are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.6.2 applies.

NOTE Rated operating conditions may be also called environmental conditions (or similar wording) in other standards.

H.4.7 Start-up conditions for EPMF

4.7 applies.

H.4.8 Requirements for PMF

All PMF embedded in an EPMF and covered by this document shall comply with the requirements of this document given in 4.8 with the following modifications or additions.

Subclause 4.8 describes a list of functions. Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed shall be measured by the PMF.

The starting current and the specified measuring range of current shall be chosen according to the structure of EPMF given in Table H.3 and Table H.4.

Table H.4 – Value of current according to the type of EPMF

Structure of EPMF	Starting current and specified measuring range of current identical to
EPMF Dx	PMD Dx
EPMF Sx	PMD Sx
In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case the power factor = $\cos \phi$, see Table 11.	

For EMC influence quantities:

- If EMC requirements are covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, EMC levels and test conditions defined in the EPMF standard apply;
- If EMC requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.8 applies.

For temperature influence quantities, the influence range is based on the rated operating range according to H.4.6.2.

H.4.9 General mechanical requirements

If mechanical requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.9 applies.

H.4.10 Safety requirements

An equipment safety standard required by the EPMF type shall apply. If safety requirements are not defined by the product standard of equipment where PMF is embedded, 4.10 applies.

In addition, a risk assessment of the PMF shall be done. In case of doubt, IEC 61010-2-30 or any relevant safety standard shall apply.

H.4.11 EMC requirements

If EMC requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.11 applies.

H.4.12 Inputs and/or outputs

If inputs and/or outputs requirements are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 4.12 applies.

H.5 Marking and operating instructions

H.5.1 General

If marking and operating instructions requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 5.1 applies.

H.5.2 Marking

At minimum if relevant, symbol 14 according to IEC 61010-1 shall be marked on the EPMF.

H.5.3 Operating, installation and maintenance instructions

H.5.3.1 General

If operating, installation and maintenance instructions requirements are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 5.3.1 applies.

In addition, the following requirements apply:

H.5.3.2 General characteristics

5.3.2 applies.

H.5.3.3 Essential characteristics

H.5.3.3.1 Characteristics of EPMF

The characteristics of the EPMF shall be specified in a table as specified in Table H.5 with the following items:

- power quality assessment function (if any);
- classification of the PMF and the EPMF according to H.4.3 and H.4.4;
- temperature of the EPMF according to H.4.6.2;
- humidity and altitude conditions of the EPMF according to H.4.6.2;
- active power or active energy function (if existing) performance class according to 4.8.2 and H.4.6.2.

The sequence of function symbols shall be the following, see Table H.5:

Table H.5 – EPMF specification form

Type of characteristic	Examples of possible characteristic value	Other complementary characteristics
Classification of PMF according to H.4.3	PMF-I or PMF-II or PMF-III or PMF-x	
Classification of EPMF according to H.4.4	SD or DS or DD or SS	
Temperature	K40 or K55 or K70 or Kx or specified range for EPMF	
Humidity + altitude	Blank or extended values or specified range for EPMF	
Active power or active energy function (if function available) performance class	0,1 or 0,2 or 0,5 or 1 or 2	

It is strongly recommended that all items be listed, and only existing ones be specified.

H.5.3.3.2 Characteristics of functions

The characteristics of PMF shall be specified in a table as specified in Table 46 with the following items:

- a) function symbols as defined in Table 46;
- b) function performance class according to this document;
- c) measuring range for the specified performance class;
- d) other complementary characteristics.

H.6 Tests

H.6.1 General

The tests of Clause 6 apply and shall be performed on EPMF with the following modifications or additions.

Except otherwise stated, tests of Clause H.6 apply with the EPMF wired and set under normal conditions of use.

Reference tests conditions of H.4.6.1 apply.

H.6.2 Type tests of EPMF

H.6.2.1 General

Type tests shall be executed to check the compliance with the requirements of Clause H.4 and Clause H.5.

H.6.2.2 Tests of intrinsic uncertainty

As a general principle, each line of the intrinsic uncertainty tables in Clause 4 with conditions defined in H.4.6 to H.4.8 shall be associated to a test with the minimum test points and acceptance criterion given in 6.2.2.

H.6.2.3 Tests of variation of uncertainty with influence quantities

As a general principle, each line of the uncertainty with influence quantities tables in Clause 4 with conditions defined in H.4.6 to H.4.8 shall be associated to a test with the minimum test points and acceptance criterion given in 6.2.3.

H.6.2.4 Test of temperature influence

6.2.4 applies with environmental conditions defined in H.4.6.

H.6.2.5 Active power

6.2.5 applies.

H.6.2.6 Apparent power

6.2.6 applies.

H.6.2.7 Power factor

6.2.7 applies.

H.6.2.8 Common mode voltage rejection test

No requirement.

H.6.2.9 Frequency

6.2.9 applies.

H.6.2.10 Measurement of voltage harmonics and THD_u

6.2.10 applies.

H.6.2.11 Measurement of current harmonics and THD_i

6.2.11 applies.

H.6.2.12 Dips and swells

6.2.12 applies.

H.6.2.13 Voltage interruptions

6.2.13 applies.

H.6.2.14 Outputs tests

If output tests are not covered by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.14 applies.

H.6.2.15 Climatic tests

Climatic tests of the standard of the equipment where PMF is embedded apply if defined.

After an appropriate recovering time, the PMF shall show no change of the information and shall operate within its specifications.

If climatic tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.15 applies but with temperatures based on environmental conditions defined in the product standard of the EPMF.

H.6.2.16 EMC tests

If EMC tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.16 applies taking into consideration levels and tests conditions as defined in H.4.11. In this case, performance criteria apply to the PMF only.

H.6.2.17 Start-up tests

6.2.17 applies.

H.6.2.18 Gapless measurement test

6.2.18 applies.

H.6.2.19 Safety tests

If safety tests are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.2.19 applies.

H.6.3 Routine tests of EPMF

H.6.3.1 Protective bonding test

If routine tests for safety aspects are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.3.1 applies.

H.6.3.2 Dielectric strength test

If routine tests for safety aspects are not defined by the standard of the equipment where PMF is embedded, 6.3.2 applies.

H.6.3.3 Uncertainty test

6.3.3 applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 CSV

Annex I (informative)

Potential new requirements derived from IEC 62053-2x series of standards

I.1 Scope

This informative annex provides information about future requirements for active and reactive energy measurement, in line with edition 2 of IEC 62053-2x series of standards.

It also provides information about future requirements for active and reactive power measurement based on the same influence quantities as for energy measurements.

This informative annex may replace in one of the future editions of IEC 61557-12 the current requirements specified in 4.8.2 and 4.8.3.

This annex may be used for active and reactive measurements instead of Tables 8, 9, 12 and 13.

PMDs compliant to IEC 61557-12 are intended to be used in distribution boards or in panels, while revenue meters compliant to IEC 62053-2x are intended to be used at or near the origin of the electrical supply to a building.

Compared to a revenue meter, a PMD:

- Tends to be used in a more severe temperature environment.
- Tends to be used in a less severe EMC environment.
- Tends to be used for power metering and monitoring applications, where sealing and other legal metrology features typically specified for billing applications are not necessary.

A PMD, operating in the environmental conditions specified in IEC 61557-12, will provide the same measurement results in terms of accuracy, as a revenue meter operating in the environmental conditions specified in IEC 62052-11:2020.

NOTE When the term sensor is used in this document, it is understood as “sensor” or “instrument transformer” or “transducer”. These aspects will be considered in a future edition of the document.

I.2 Future requirements for active power (P) and active energy (E_a) measurements

I.2.1 Future intrinsic uncertainty tables

Table I.1 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes > 0,5

Value of current		Power factor ($\cos \varphi$)	Percentage error limits for meters of class	
for direct connected PMD	for sensor operated PMD		1	2
$I_{\min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{\min} \leq I < 0,05 I_n$	1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductive	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
		0,8 capacitive	$\pm 1,5$	n/a
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductive	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
		0,8 capacitive	$\pm 1,0$	n/a

Table I.2 – Future intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement for classes $\leq 0,5$

Value of current		Power factor (cos φ)	Percentage error limits for PMD of class		
for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,1 ^{b, c}	0,2 ^c	0,5 ^a
$I_{\min} \leq I < 0,1 I_n$	$I_{\min} \leq I < 0,05 I_n$	1	±0,2	±0,4	±1,0
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	±0,1	±0,2	±0,5
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5 inductive	±0,25	±0,5	±1,0
		0,8 capacitive	±0,25	±0,5	±1,0
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductive	±0,15	±0,3	±0,6
		0,8 capacitive	±0,15	±0,3	±0,6

^a Class 0,5 of this table covers class 0,5 and 0,5S of IEC 62053-2x.

^b Class 0,1 applies only to active power.

^c Class 0,1 and Class 0,2 of this table covers Class 0,1S and Class 0,2S of IEC 62053-22.

1.2.2 Future limits of variations due to influence quantities

Table I.3 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes > 0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor (cos φ) ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD			1	2
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		2,0	3,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		4,0	6,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1		2,0	3,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n		1		4,0	6,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a		n/a	n/a
		---	I_n	1		2,0	3,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n		1		2,0	3,0
Power frequency magnetic fields of external origin ^{k, g}	IEC 61000-4-8 with level x = 0,5 mT	I_n		1		2,0	3,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	$0,5 I_{max}$		1		0,8	1,0
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1		3,0	6,0
Odd harmonics in the AC current circuit – 90-degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	$0,5 I_n$		1		3,0	6,0
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test	n/a	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	---	1		3,0	6,0
		---	n/a	n/a		n/a	n/a
Voltage variation	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1		0,5	1,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5		1,0	1,5
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1		0,05 ^b	0,10 ^b

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor ($\cos \varphi$) ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD			1	2
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5		0,07 ^b	0,15 ^b
Interruption of phase voltage	One or two phases missing ^f for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I_n		1		2,0	4,0
Frequency variation	rated frequency $\pm 2\%$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1		0,5	0,8
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5		0,7	1,0
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	$0,1 I_n$		1		0,5	1,0
Auxiliary voltage variation	rated voltage $\pm 15\%$	I_{min}		1		0,2	0,4
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	I_{min}		1		0,2	0,4
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1		1,5	1,5
		---	I_n			0,5	1,0
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	I_{max}		1		0,7	1,0
				0,5		1,0	1,5
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1		2,0	3,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a		n/a	n/a
		---	I_n	1		0,5	1,0
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I_n		1		0,5	1,0
Cold test ^e	6.2.15.3	I_n		1		0,5	1,0
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I_n		1		0,5	1,0

a	The test shall be carried out for at least 1 h, or until the variation of error during 20 min does not exceed 0,2 %.
b	These values shall be considered as mean temperature coefficients %/K.
c	Inductive.
d	Voltage transformer operated meters only.
e	For these tests, the PMD accuracy is measured before and after the test. The difference in percentage error before and after the test shall not exceed the error limits specified in this table. These errors limits may be interpreted as allowable PMD accuracy drift induced by the specified test conditions.
f	Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted: in a three-phase, four-wire network one or two phases; in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases. This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures. In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply. For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.
g	The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements. The differential voltage test does not apply.
h	This test does not apply to Power Metering and Monitoring environment.
i	This test does not apply to Power Metering and Monitoring applications, where anti-tampering features are not requested.
j	This test makes sense to verify gapless measurement
k	A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.
l	This test applies to three-phase four-wire transformer operated AC PMD, connected to distribution networks which are equipped with earth fault neutralizers or in which the star point is isolated.

Table I.4 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities for classes ≤ 0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)	Power factor	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n	1	0,5	1,0	2,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n	1	0,5	0,8	2,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	I_n	1	0,5	1,0	2,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n	1	2,0	2,0	2,0
Power frequency magnetic field of external origin ^{g, k}	IEC 61000-4-8 with level x = 0,5 mT	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	0,5 I_{max}	1	0,2	0,4	0,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)	Power factor	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	0,5 I_n	1	0,3	0,6	1,5
Odd harmonics in the AC current circuit – 90- degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	0,5 I_n	1	0,3	0,6	1,5
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test ⁱ	n/a	Not applicable	Not applicable	n/a	n/a	n/a
Voltage variation	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1	0,05	0,1	0,25
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5	0,1	0,2	0,5
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1	0,005	0,01	0,03
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5	0,01	0,02	0,05
Interruption of phase voltage	One or two phases missing [†] for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Frequency variation	rated frequency ± 2 %	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	1	0,05	0,1	0,2
		$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$ (I_n)	0,5	0,05	0,1	0,2
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	0,1 I_n	1	0,05	0,05	0,1
Auxiliary voltage variation	rated voltage ± 15 %	I_{min}	1	0,05	0,05	0,1
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	I_{min}	1	0,05	0,05	0,1
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	1	0,05	0,1	0,2
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	I_{max}	1	0,05	0,1	0,2
			0,5			
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n	1	0,25	0,5	1,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Cold test ^e	6.2.15.3	I_n	1	0,05	0,1	0,25
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I_n	1	0,05	0,1	0,25

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)	Power factor	Limits of variation in percentage error for PMD of class		
			(cos φ) ^c	0,1 ⁿ	0,2 ⁿ	0,5 ^m
a	The test shall be carried out for at least 1 h, or until the variation of error during 20 min does not exceed 0,05 %.					
b	These values shall be considered as mean temperature coefficients %/K.					
c	Inductive.					
d	Voltage transformer operated PMD only.					
e	For these tests, the PMD accuracy is measured before and after the test. The difference in percentage error before and after the test shall not exceed the error limits specified in this table. These error limits may be interpreted as allowable PMD accuracy drift induced by the specified test conditions.					
f	Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted: – in a three-phase, four-wire network one or two phases; – in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases. This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures. In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply. For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.					
g	The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements. The differential voltage test does not apply.					
h	This test does not apply to Power Metering and Monitoring environment.					
i	This test does not apply to Power Metering and Monitoring applications, where anti-tampering features are not requested.					
j	This test makes sense to verify gapless measurement.					
k	A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.					
l	This test applies to three-phase four-wire transformer operated AC PMD, connected to distribution networks which are equipped with earth fault neutralizers or in which the star point is isolated.					
m	Class 0,5 of this table covers class 0,5 and 0,5S of IEC 62053-2x.					
n	Class 0,1 and Class 0,2 of this table covers Class 0,1S and Class 0,2S of IEC 62053-22.					

I.3 Future requirements for reactive power (Q) and reactive energy (E_r) measurements

I.3.1 Future intrinsic uncertainty tables

Table I.5 – Future intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement

Value of current		Power factor $\sin \phi$ (inductive or capacitive)	Percentage error limits for PMD of class			
for direct connected PMD	for sensor operated PMD ^{a, b}		0,5 ^{a, d}	1 ^{a, d}	2 ^c	3 ^c
$0,02 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,01 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	n/a	n/a
$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	$0,02 I_n \leq I < 0,05 I_n$	1	n/a	n/a	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$
$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$0,1 I_n \leq I < 0,2 I_n$	$0,05 I_n \leq I < 0,1 I_n$	0,5	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$
^a It is recommended that current transformers of accuracy class 0,2S / 0,5S are used with PMD of accuracy class 0,5 / 1 respectively in order to keep the overall system error – due to the phase displacement – on a low level. See also Annex B. ^b The current transformers under IEC 61869-2 have a lowest load point at $0,05 I_n$ for class 0,1 to class 1, and $0,01 I_n$ for class 0,2S and 0,5S. ^c Class 2 and Class 3 of this table cover Class 2 and Class 3 of IEC 62053-23 and IEC 62053-24. ^d Class 0,5 and Class 1 of this table covers Class 0,5S and Class 1S of IEC 62053-24. Class 0,5 and Class 1 not present in the core document will be implemented in a next edition.						

I.3.2 Limits of variation in percentage error due to influence quantities

Table I.6 – Limits of variation in percentage error due to influence quantities

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \phi$ ^c	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Electromagnetic RF fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Fast transient burst ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields ^g	IEC 61326-1:2020, Table 2	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0
Differential mode current disturbances (2 kHz to 150 kHz) ^g	IEC 61000-4-19 level II	I_n		1	2,0	4,0	6,0	6,0
Damped oscillatory waves ^{d, g, h}	n/a	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	2,0	2,0	3,0	4,0
External static magnetic field ^h	n/a	I_n		1	2,0	2,0	3,0	3,0

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \varphi^c$	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Power frequency magnetic field of external origin ^{g, k}	IEC 61000-4-8 with level $x = 0,5 \text{ mT}$	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Harmonics in the current and voltage circuits – 5 th harmonic test	See 6.2.5.1	$0,5 I_{\max}$		1	0,5	0,8	1,0	1,5
Interharmonics in the AC current circuit – burst fired waveform test	See 6.2.5.3	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
Odd harmonics in the AC current circuit – phase fired waveforms test – 90-degree phase fired waveform test	See 6.2.5.2	$0,5 I_n$		1	1,5	3,0	6,0	6,0
DC and even harmonics – half-wave rectified waveform test ⁱ	n/a	$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$	---	1	n/a	n/a	6,0	6,0
		---	n/a	0,5	n/a	n/a	n/a	n/a
Voltage variation	$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,25	0,5	1,0	2,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	1,5	3,0
Ambient temperature variation ^b	according to rated operating range as defined in Table 5 and Table 6	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,03	0,05	0,10	0,15
		$0,2 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,05	0,07	0,15	0,25
Interruption of phase voltage	One or two phases missing ^f for PMD with auxiliary power supply n/a ⁱ for self-powered PMD	I_n		1	1,0	2,0	4,0	4,0
Frequency variation	rated frequency $\pm 2 \%$	$I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)		1	0,5	1,0	2,0	3,0
		$0,1 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	$0,05 I_n \leq I \leq I_{\max}$ (I_n)	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
Reversed phase sequence	any two of the three phases shall be interchanged	$0,1 I_n$		1	0,1	0,5	1,0	1,5
Auxiliary voltage variation	rated voltage $\pm 15 \%$	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Operation of auxiliary devices ^h	n/a	$I_{\min}$		1	0,1	0,2	0,4	0,6
Short-time overcurrents ^e	IEC 62052-11:2020, 9.4.10	I_n	---	1	n/a	n/a	1,5	1,5
		---	I_n	1	0,2	0,5	1,0	1,5

Influence quantity	Test reference, when applicable	Specified range or value and recommended value of test current (balanced unless otherwise stated)		Power factor $\sin \varphi^c$	Limits of variation in percentage error for PMD of class			
		for direct connected PMD	for sensor operated PMD		0,5	1	2	3
Self-heating ^a	IEC 62052-11:2020, 9.4.11	$I_{\max}$		1	0,2	0,7	1,0	1,5
				0,5	0,2	1,0	1,5	2,0
Fast load current variations ^j	IEC 62052-11:2020, 9.4.12	I_n		1	1,0	2,0	3,0	3,0
Earth fault ^{e, l}	IEC 62052-11:2020, 9.4.13	n/a	---	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
		---	I_n	1	0,25	0,5	1,0	1,5
Dry heat test ^e	6.2.15.2	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Cold test ^e	6.2.15.3	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5
Damp heat cyclic test ^e	6.2.15.4	I_n		1	0,25	0,5	1	1,5

^a The test shall be carried out for at least 1 h, or until the variation of error during 20 min does not exceed 0,2 %.

^b These values shall be considered as mean temperature coefficients %/K.

^c Inductive or capacitive.

^d Voltage transformer operated PMD only.

^e For these tests, the PMD accuracy is measured before and after the test. The difference in percentage error before and after the test shall not exceed the error limits specified in this table. These errors limits may be interpreted as allowable PMD accuracy drift induced by the specified test conditions.

^f Polyphase PMD with three measuring elements shall measure and register, within the limits of variation in percentage error shown in this table, if the following phases are interrupted:

- in a three-phase, four-wire network one or two phases;
- in a three-phase, three-wire network (if the PMD is designed for this service) one of the three phases.

This only covers phase interruptions and does not cover events such as transformer fuse failures.

In case of polyphase PMD with two measuring elements the test does not apply.

For PMD with auxiliary power supply, the auxiliary power supply is not interrupted during the test.

^g The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^h This test does not apply to Power Metering and Monitoring environment.

ⁱ This test does not apply to Power Metering and Monitoring applications, where anti-tampering features are not requested.

^j This test makes sense to verify gapless measurement

^k A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.

^l This test applies to three-phase four-wire transformer operated AC PMD, connected to distribution networks which are equipped with earth fault neutralizers or in which the star point is isolated.

Bibliography

IEC 60044-7:1999, *Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers*

IEC 60044-8:2002, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*

IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

IEC 60050-551-20, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60071-1:2006, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

IEC 60364-8-1, *Low voltage electrical installations – Part 8-1: Energy efficiency*

IEC 60688, *Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals*

IEC TR 61000-2-8:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-7:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

IEC 61010-2-030, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing or measuring circuits*

IEC 61010-2-031, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test*

IEC 61010-2-032, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-032: Particular requirements for hand-held and hand-manipulated current sensors for electrical test and measurement*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61557-2:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61557-3:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61557-4:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding*

IEC 61557-5:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 5: Resistance to earth*

IEC 61557-7:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 7: Phase sequence*

IEC 61557-8:2014, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems*

IEC 61557-9:2014, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems*

IEC 61557-13:2011, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems*

IEC 61869 (all parts), *Instrument transformers*

IEC 61869-2:2012, *Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers*

IEC 61869-3:2011, *Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers*

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

IEC 62052-11:2003, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62053 (all parts), *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements*

IEC 62053-21:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*
IEC 62053-21:2003/AMD1:2016

IEC 62053-22:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*
IEC 62053-22:2003/AMD1:2016

IEC 62053-23:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)*

IEC 62053-24:2014, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 24: Static meters for reactive energy at fundamental frequency (classes 0,5 S, 1S and 1)*

IEC 62586 (all parts), *Power quality measurement in power supply systems*

IEC 62586-1, *Power quality measurement in power supply systems – Part 1: Power quality Instruments (PQI)*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 50001, *Energy management systems – Requirements with guidance for use*

IEEE 1459-2000, *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*

EN 50160:2010, *Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	129
INTRODUCTION	131
1 Domaine d'application	132
2 Références normatives	133
3 Termes, définitions et notations	134
3.1 Définitions générales	134
3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance	136
3.3 Définitions relatives aux phénomènes électriques	140
3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure	143
3.5 Notations	144
3.5.1 Fonctions	144
3.5.2 Symboles et abréviations	144
3.5.3 Indices	145
4 Exigences	145
4.1 Exigences générales	145
4.2 Architecture générale d'un PMD	145
4.3 Classification des PMD	146
4.4 Structure des PMD	147
4.4.1 Structure des PMD avec capteurs	147
4.4.2 Exigences relatives au PMD autoalimenté	148
4.5 Liste des classes de performance applicables	148
4.6 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD	149
4.6.1 Conditions de référence	149
4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées	150
4.7 Conditions de démarrage	152
4.8 Exigences relatives aux fonctions des PMD	152
4.8.1 Exigences générales	152
4.8.2 Mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)	153
4.8.3 Mesurages de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})	159
4.8.4 Mesurages de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV})	164
4.8.5 Mesurages de la fréquence (f)	166
4.8.6 Mesurages en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc})	167
4.8.7 Mesurages de la tension efficace (U)	171
4.8.8 Mesurages du facteur de puissance (PF_A , PF_V)	173
4.8.9 Mesurages du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt})	173
4.8.10 Mesurages des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swi})	174
4.8.11 Mesurages de la coupure de tension (U_{int})	179
4.8.12 Mesurages des surtensions transitoires (U_{tr})	180
4.8.13 Mesurages du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})	180
4.8.14 Mesurages des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique total de la tension (THD_U et $THD-R_U$)	181
4.8.15 Mesurages du déséquilibre de courant (I_{nb} , I_{nba})	182

4.8.16	Mesurages des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique total du courant (THD_i et $THD-R_i$)	183
4.8.17	Mesurages des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes	184
4.9	Exigences mécaniques générales	184
4.9.1	Exigences relatives aux vibrations	184
4.9.2	Exigences relatives à l'indice IP.....	185
4.10	Exigences de sécurité	185
4.10.1	Protection contre les dangers électriques	185
4.10.2	Protection contre les dangers mécaniques.....	186
4.10.3	Protection contre d'autres dangers	186
4.11	Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)	186
4.11.1	Immunité	186
4.11.2	Émission.....	187
4.12	Sorties et/ou entrées.....	187
4.12.1	Généralités.....	187
4.12.2	Sorties analogiques	187
4.12.3	Sorties d'impulsions.....	188
4.12.4	Sorties commande	188
4.12.5	Entrées analogiques	188
4.12.6	Impulsions et entrées de commande.....	188
5	Marquage et instructions de fonctionnement.....	188
5.1	Généralités	188
5.2	Marquage	188
5.3	Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance	188
5.3.1	Généralités.....	188
5.3.2	Caractéristiques générales	189
5.3.3	Caractéristiques essentielles	189
6	Essais	191
6.1	Généralités	191
6.2	Essais de types des PMD	192
6.2.1	Généralités.....	192
6.2.2	Essais d'incertitude intrinsèque	192
6.2.3	Essais de variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence.....	192
6.2.4	Essai d'influence de la température	192
6.2.5	Puissance active.....	193
6.2.6	Puissance apparente	195
6.2.7	Facteur de puissance	196
6.2.8	Essai de réjection de tension de mode commun	196
6.2.9	Fréquence	196
6.2.10	Mesurage des harmoniques de tension et du THD_u	197
6.2.11	Mesurage des harmoniques de courant et du THD_i	198
6.2.12	Creux de tension et surtensions temporaires	198
6.2.13	Coupures de tension.....	198
6.2.14	Essais des sorties	198
6.2.15	Essais climatiques	199
6.2.16	Essais de CEM	200
6.2.17	Essais de démarrage	200

6.2.18	Essai de mesurage sans discontinuité	200
6.2.19	Essais de sécurité	201
6.3	Essais individuels de série	201
6.3.1	Essai de la liaison de protection	201
6.3.2	Essai de rigidité diélectrique	201
6.3.3	Essai d'incertitude	201
Annexe A (informative)	Applications de comptage, de mesure et de surveillance	202
A.1	Applications côté génération et côté consommation d'énergie	202
A.2	Relation entre applications, dispositifs et normes	202
Annexe B (informative)	Définitions des paramètres électriques	204
B.1	Généralités	204
B.2	Définitions en présence d'un neutre	204
B.3	Mesurage de la puissance dans un réseau triphasé à trois fils à l'aide de la méthode des deux wattmètres	208
B.3.1	Généralités	208
B.3.2	Puissance active totale	209
B.3.3	Puissance réactive totale vectorielle utilisant la définition du changement de phase en quadrature	210
B.3.4	Puissance réactive totale vectorielle selon la définition de Budeanu	210
B.4	Relations supplémentaires en cas de tension sinusoïdale	210
Annexe C (informative)	Convention sur le signe du facteur de puissance	212
C.1	Généralités	212
C.2	Convention sur le facteur de puissance (optique du consommateur)	212
C.3	Convention sur le facteur de puissance (optique du producteur)	213
Annexe D (normative)	Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne	215
D.1	Grandeurs moyennes	215
D.1.1	Généralités	215
D.1.2	Puissance moyenne	215
D.1.3	Courant moyen	215
D.1.4	Courant thermique moyen (ou courant moyen d'un bilame)	215
D.1.5	Intervalles spécifiés pour le calcul de la moyenne	215
D.2	Grandeurs crêtes moyennes	216
D.3	Grandeurs moyennes en triphasé	216
D.4	Grandeurs maximale et minimale	216
Annexe E (informative)	Incertitude intrinsèque et incertitude de fonctionnement	217
E.1	Généralités	217
E.2	Calcul de l'incertitude de fonctionnement	217
Annexe F (informative)	Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD	219
F.1	Considérations générales	219
F.2	Cas spécifique de mesurage de la puissance et de l'énergie actives, effectué par un PMD associé à un capteur de courant et/ou capteur de tension externes	219
F.3	Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes	220
Annexe G (informative)	Concept d'incertitude de mesure	221
G.1	Considérations générales	221
G.2	Calcul de l'incertitude élargie	221
G.2.1	Généralités	221
G.2.2	Écart type estimé	221

G.2.3	Incertitude élargie.....	222
G.3	Calcul de l'incertitude de mesure	223
G.3.1	Erreur systématique.....	223
G.3.2	Incertitude de mesure	223
G.4	Utilisation de l'incertitude de mesure comme critère de réussite/échec	224
G.4.1	Essais d'incertitude intrinsèque	224
G.4.2	Essais avec des grandeurs d'influence	224
G.4.3	Critère général de réussite/échec	224
Annexe H (normative) Exigences concernant la fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF) et exigences supplémentaires concernant les équipements incorporant une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF)		226
H.1	Domaine d'application.....	226
H.2	Références normatives	226
H.3	Termes, définitions et notations	227
H.4	Exigences concernant la PMF et exigences supplémentaires concernant les EPMF	227
H.4.1	Exigences générales	227
H.4.2	Architecture générale d'un EPMF	228
H.4.3	Classification de la PMF	228
H.4.4	Structure d'un EPMF	229
H.4.5	Liste des classes de performance applicables pour la PMF	230
H.4.6	Conditions de référence et de fonctionnement	230
H.4.7	Conditions de démarrage d'un EPMF	230
H.4.8	Exigences concernant la PMF.....	230
H.4.9	Exigences mécaniques générales.....	230
H.4.10	Exigences de sécurité.....	231
H.4.11	Exigences CEM	231
H.4.12	Entrées et/ou sorties.....	231
H.5	Marquage et instructions de fonctionnement	231
H.5.1	Généralités	231
H.5.2	Marquage	231
H.5.3	Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance	231
H.6	Essais	232
H.6.1	Généralités	232
H.6.2	Essais de type de l'EPMF	232
H.6.3	Essais individuels de série de l'EPMF.....	234
Annexe I (informative) Nouvelles exigences potentielles issues de la série de normes IEC 62053-2 x.....		235
I.1	Domaine d'application.....	235
I.2	Exigences futures pour les mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a).....	236
I.2.1	Tableaux d'incertitude intrinsèque future	236
I.2.2	Limites futures de variations du fait des grandeurs d'influence	237
I.3	Exigences futures pour les mesurages de la puissance réactive (Q) et de l'énergie réactive (E_r).....	243
I.3.1	Tableaux d'incertitude intrinsèque future	243
I.3.2	Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence	243
Bibliographie.....		247

Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD	146
Figure 2 – Description des différents types de PMD	148
Figure 3 – Relation entre la température de l'air ambiant et l'humidité relative	152
Figure 4 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active	193
Figure 5 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active	194
Figure 6 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active	195
Figure 7 – Contenu spectral pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active	195
Figure 8 – Essais d'influence de la tension de mode commun	196
Figure 9 – Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques sur le mesurage de la fréquence	197
Figure A.1 – Présentation simplifiée des applications de mesure du côté génération et du côté consommation d'énergie	202
Figure B.1 – Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale	208
Figure B.2 – Circuit triphasé sans neutre	209
Figure C.1 – Format du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	212
Figure C.2 – Convention sur le facteur de puissance selon l'optique du producteur	213
Figure D.1 – Courant thermique moyen	215
Figure D.2 – Période d'intégration fixe	216
Figure D.3 – Période d'intégration glissante	216
Figure E.1 – Différents types d'incertitudes	217
Figure E.2 – Diagramme du processus de détermination de l'incertitude de fonctionnement	218
Figure G.1 – Représentation du concept d'incertitude de mesure	223
Figure G.2 – Présentation de la procédure d'essai d'incertitude	225
Figure H.1 – Exemple d'architecture d'un EPMF	228
Tableau 1 – Classification fonctionnelle des PMD avec des fonctions minimales exigées	147
Tableau 2 – Structure des PMD	147
Tableau 3 – Liste des classes de performance applicables	149
Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais	150
Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables	150
Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe	151
Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude	151
Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active	154
Tableau 9 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active (1 de 3)	155
Tableau 10 – Période d'essai minimale	158
Tableau 11 – Courant de démarrage pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active	159

Tableau 12 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	160
Tableau 13 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	161
Tableau 14 – Période d'essai minimale	163
Tableau 15 – Courant de démarrage pour le mesurage de l'énergie réactive	164
Tableau 16 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente	164
Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente	165
Tableau 18 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de fréquence	166
Tableau 19 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de fréquence	167
Tableau 20 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage du courant de phase	167
Tableau 21 – Plage de fonctionnement assignée pour le courant de neutre (calculé ou mesuré)	168
Tableau 22 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de phase	168
Tableau 23 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du courant de neutre	168
Tableau 24 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre	169
Tableau 25 – Grandeurs d'influence pour le mesurage du courant de phase et du courant de neutre	170
Tableau 26 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage de la tension efficace	171
Tableau 27 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la tension efficace	171
Tableau 28 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la tension efficace	172
Tableau 29 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du facteur de puissance	173
Tableau 30 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du papillotement	174
Tableau 31 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	176
Tableau 32 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	177
Tableau 33 – Grandeurs d'influence pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	178
Tableau 34 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la coupure de tension	180
Tableau 35 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la surtension transitoire	180
Tableau 36 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de tension	181
Tableau 37 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de tension	182
Tableau 38 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de tension	182
Tableau 39 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_U ou $THD-R_U$ de la tension	182
Tableau 40 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de courant	183

Tableau 41 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de courant	183
Tableau 42 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de courant	184
Tableau 43 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_i et $THD-R_i$ du courant.....	184
Tableau 44 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD	185
Tableau 45 – Formulaire de spécification des PMD	190
Tableau 46 – Modèle de spécification des caractéristiques	191
Tableau A.1 – Principales applications de mesure	203
Tableau B.1 – Définition des symboles	204
Tableau B.2 – Formules de calcul des paramètres électriques	205
Tableau C.1 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	213
Tableau C.2 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du producteur	214
Tableau F.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS associé à un capteur de tension ou PMD SS associé à des capteurs de courant et de tension	219
Tableau F.2 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes	220
Tableau G.1 – Facteur de correction $C(N)$ pour l'effectif d'échantillon N	222
Tableau H.1 – Liste des équipements pouvant incorporer une EPMF	227
Tableau H.2 – Classification fonctionnelle de la PMF avec des fonctions minimales exigées	229
Tableau H.3 – Structure d'un EPMF	229
Tableau H.4 – Valeur du courant selon le type d'EPMF	230
Tableau H.5 – Formulaire de spécification des EPMF	232
Tableau I.1 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes $> 0,5$	236
Tableau I.2 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active pour les classes $\leq 0,5$	236
Tableau I.3 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence pour les classes $> 0,5$	237
Tableau I.4 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence pour les classes $\leq 0,5$	240
Tableau I.5 – Tableau d'incertitude intrinsèque future pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	243
Tableau I.6 – Limites de variation en pourcentage d'erreur du fait des grandeurs d'influence	243

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61557-12 édition 2.1 contient la deuxième édition (2018-10) [documents 85/644/FDIS et 85/649/RVD] et son amendement 1 (2021-05) [documents 85/755/FDIS et 85/764/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61557-12 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Suppression des PMD-A du fait que ces dispositifs sont à présent largement couverts par la série de normes IEC 62586.
- b) Création de trois catégories de PMD accompagnées d'une liste des fonctions minimales exigées pour chacune des catégories.
- c) Ajout d'une nouvelle Annexe A décrivant les différentes applications associées aux normes et dispositifs correspondants et d'une autre nouvelle Annexe C portant sur les conventions du facteur de puissance.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61557, publiées sous le titre général *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les réseaux de distribution d'énergie ont besoin de garantir l'efficacité énergétique, la disponibilité en énergie et les performances de réseau afin de faire face aux défis suivants:

- exigences de développement durable pour lesquelles le mesurage de l'énergie, par exemple, est reconnu comme un élément essentiel de la gestion énergétique, faisant partie de l'effort global pour réduire les émissions de gaz carbonique et pour améliorer le rendement commercial des organismes de fabrication, des organisations commerciales et des services publics;
- évolutions technologiques (charges électroniques, méthodes de mesure électroniques, etc.);
- besoins des utilisateurs finaux (économies de coûts, conformité aux aspects de la réglementation des constructions, etc.) par rapport à la gestion de l'énergie électrique ainsi que d'autres énergies, ou fluides. D'autres fonctionnalités impliquant plusieurs paramètres non électriques sont souvent nécessaires parallèlement;
- sécurité et continuité du service;
- évolutions des normes d'installation, par exemple la détection des surintensités est à présent une nouvelle exigence pour le conducteur de neutre en raison du contenu harmonique.

La surveillance des grandeurs électriques dans les réseaux internes permet de relever ces défis.

Les dispositifs sur le marché actuel ont différentes caractéristiques, qui nécessitent un système de références commun. Par conséquent, l'élaboration du présent document est nécessaire afin de faciliter les choix des utilisateurs finaux en matière de performances, de sécurité, d'interprétation des indications, etc. Le présent document fournit une base à la spécification et à la description de tels dispositifs ainsi qu'à l'évaluation de leurs performances.

Pour répondre aux exigences du projet d'efficacité énergétique, un bon nombre de dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD¹) chargés de mesurer les paramètres électriques peuvent aussi collecter des données (eau, air, gaz, température...) à partir d'autres capteurs ou compteurs situés à l'intérieur des bâtiments ou des zones d'implantation d'usines. Il est nécessaire d'équiper les PMD d'un bus de communication pour qu'ils soient en mesure de transmettre l'ensemble de ces données à un logiciel de surveillance. Le logiciel de surveillance traite toutes les données collectées en vue de les surveiller et de générer des rapports utiles à l'analyse de l'utilisation et de la consommation d'énergie.

¹ PMD = power metering and monitoring device,

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 spécifie des exigences relatives aux dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD - *power metering and monitoring device*) qui mesurent et surveillent les grandeurs électriques dans les réseaux de distribution électrique et, facultativement, d'autres signaux externes. Ces exigences définissent également les performances des PMD dans les réseaux alternatifs ou continus monophasés et triphasés avec des tensions assignées inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif ou inférieures ou égales à 1 500 V en courant continu.

Ces dispositifs sont fixes ou portables. Ils sont destinés à être utilisés à l'intérieur et/ou à l'extérieur.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) tels qu'ils sont définis dans le présent document donnent des informations supplémentaires sur la sécurité, ce qui facilite la vérification de l'installation et augmente les performances des réseaux de distribution.

Par ailleurs, le présent document spécifie des exigences pour les fonctions de mesure dédiées au comptage et à la surveillance des paramètres électriques, appelées fonctions de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF - *power metering and monitoring function*). Ces fonctions peuvent être incorporées dans des équipements (EPMF - *equipment embedding power metering and monitoring function*) non classés comme des PMD et dont le comptage et la surveillance du réseau électrique ne constituent pas la fonction principale.

Les exigences concernant la fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMF) et les exigences supplémentaires concernant les équipements qui incorporent une fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique (EPMF) sont décrites à l'Annexe H.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) relatifs aux paramètres électriques décrits dans le présent document sont utilisés pour des applications industrielles et commerciales générales.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) peuvent être associés, entre autres, aux capteurs tels que les transformateurs de mesure conformes à la série de normes IEC 61869 ou aux transducteurs conformes à l'IEC 60688.

Le présent document ne traite pas des aspects liés à la sécurité fonctionnelle et à la cybersécurité.

Le présent document n'est pas applicable:

- aux équipements de comptage d'électricité conformes à l'IEC 62053-21, l'IEC 62053-22, l'IEC 62053-23 et l'IEC 62053-24. Néanmoins, les incertitudes définies dans le présent

document pour le mesurage de l'énergie active et réactive sont tirées de celles définies dans l'IEC 62053 (toutes les parties);

- au mesurage et à la surveillance des paramètres électriques définis dans l'IEC 61557-2 à l'IEC 61557-9 et dans l'IEC 61557-13 ou dans l'IEC 62020;
- aux instruments de qualité de l'alimentation (PQI - *power quality instrument*) conformes à l'IEC 62586 (toutes les parties);
- aux dispositifs couverts par l'IEC 60051 (toutes les parties) (appareils de mesure électriques analogiques à action directe).

NOTE 1 Ces types de dispositifs sont généralement utilisés dans les applications ou pour les besoins généraux suivants:

- gestion énergétique à l'intérieur de l'installation, comme la facilitation de la mise en œuvre des documents tels que l'ISO 50001 et l'IEC 60364-8-1;
- surveillance et/ou mesurage des paramètres électriques;
- mesurage et/ou surveillance de la qualité de l'énergie à l'intérieur des installations commerciales/industrielles.

NOTE 2 Un dispositif de mesure et de surveillance des paramètres électriques se compose généralement de plusieurs modules fonctionnels. Tous les modules fonctionnels ou une partie de ces modules sont combinés en un dispositif. Exemples de modules fonctionnels:

- mesurage et surveillance de plusieurs paramètres électriques simultanément;
- mesurage et/ou surveillance de l'énergie ainsi que, parfois, conformité à la réglementation des constructions;
- fonctions d'alarmes;
- qualité du côté consommation d'énergie (harmoniques de courant et de tension, surtensions/sous-tensions, creux de tension et surtensions temporaires, etc.).

NOTE 3 Les PMD sont traditionnellement appelés wattmètres, contrôleurs de puissance, dispositifs de contrôle de la puissance, dispositifs de surveillance de l'énergie électrique, analyseurs de puissance, compteurs multifonctions, équipements de mesure multifonctions, compteurs d'énergie.

NOTE 4 Les applications de comptage, de mesure et de surveillance sont expliquées à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61000-4-30:2015, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61326-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62053-31:1998, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 31: Dispositifs de sortie d'impulsions pour compteurs électromécaniques et électroniques (seulement deux fils)*

3 Termes, définitions et notations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et notations suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions générales

3.1.1

dispositif de comptage et de surveillance du réseau électrique

PMD

combinaison en un ou plusieurs dispositifs de plusieurs modules fonctionnels destinés à mesurer et à surveiller les paramètres électriques dans les réseaux de distribution d'énergie ou les installations électriques, utilisés pour des applications telles que l'efficacité énergétique, la surveillance de l'alimentation et les performances du réseau

Note 1 à l'article: Le terme générique «surveillance» englobe également les fonctions d'enregistrement, de gestion d'alarme, etc.

Note 2 à l'article: Ces dispositifs peuvent inclure des fonctions de qualité du côté consommation d'énergie pour la surveillance à l'intérieur des installations commerciales ou industrielles.

Note 3 à l'article: L'abréviation «PMD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «*power metering and monitoring device*».

3.1.2

fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation

fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation dont les méthodes de mesure sont définies dans l'IEC 61000-4-30

3.1.3

côté génération d'énergie

partie du réseau où l'énergie électrique est produite, transmise et distribuée aux consommateurs finaux par le biais du réseau de distribution public

Note 1 à l'article: Cette définition englobe les microréseaux, les générateurs décentralisés ou les générateurs d'énergie renouvelable.

3.1.4

côté consommation d'énergie

partie du réseau où l'énergie électrique est utilisée par les consommateurs finaux dans leur système de distribution électrique

3.1.5

point de couplage commun

PCC

point d'un réseau d'alimentation électrique, le plus proche électriquement d'une charge particulière, auquel d'autres charges sont ou peuvent être connectées

Note 1 à l'article: Ces charges peuvent être soit des dispositifs, appareils ou systèmes, soit des installations distinctes de clients.

Note 2 à l'article: Pour certaines applications, le terme «point de couplage commun» s'applique uniquement aux réseaux publics.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-07-15]

3.1.6

qualité de l'alimentation

caractéristiques du courant, de la tension électrique et de la fréquence en un point donné d'un système d'énergie électrique évaluée selon un ensemble de paramètres techniques de référence

Note 1 à l'article: Ces paramètres pourraient, dans certains cas, se rapporter à la compatibilité entre l'électricité fournie sur un réseau d'énergie électrique et les charges raccordées à ce réseau d'énergie électrique.

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-01-05]

3.1.7

capteur externe dédié

capteur propriétaire externe capable de fonctionner seulement avec une gamme de PMD spécifiés par le fabricant

3.1.8

capteur de courant

CS

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant au courant circulant à travers le circuit primaire de ce dispositif

Note 1 à l'article: Un transformateur de courant (CT – *current transformer*) est en général un capteur de courant magnétique.

Note 2 à l'article: L'abréviation «CS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «current sensor».

3.1.9

tension disponible

valeur de la tension pouvant être développée à la sortie analogique de courant, tout en étant conforme à l'exigence de la spécification d'incertitude pour cette sortie

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique aux signaux de sortie analogiques de courant.

3.1.10

capteur de tension

VS

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant à la tension à travers les bornes primaires de ce dispositif

Note 1 à l'article: Un transformateur de tension (VT – *voltage transformer*) est en général un capteur de tension magnétique.

Note 2 à l'article: L'abréviation «VS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «voltage sensor».

3.1.11

PMD autoalimenté

équipement dont les bornes de mesure servent également de bornes pour son alimentation

3.1.12

alimentation auxiliaire

circuit d'alimentation externe, en courant alternatif ou courant continu, qui alimente le PMD par des bornes dédiées, séparées des entrées de mesure du PMD

3.1.13

PMD alimenté par transformateur

PMD destiné à être connecté au(x) circuit(s) mesuré(s) par un ou plusieurs transformateurs externes de mesure

Note 1 à l'article: Le PMD alimenté par transformateur correspond au PMD Sx ou PMD xS dans le présent document.

3.1.14

élément indicateur primaire

élément indicateur d'un compteur qui tient compte des rapports de transformation de tous les transformateurs de mesure (tension et courant) alimentant le compteur

Note 1 à l'article: La valeur de l'énergie du côté primaire des transformateurs est obtenue par la lecture directe de l'élément indicateur.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.4]

3.1.15

élément indicateur semi-primaire

élément indicateur d'un compteur qui tient compte du (des) rapport(s) de transformation du (des) transformateur(s), soit de courant, soit de tension alimentant le compteur

Note 1 à l'article: La valeur de l'énergie du côté primaire du (des) transformateur(s) est obtenue en multipliant par un facteur approprié la lecture de l'élément indicateur.

[SOURCE IEC 62053-52:2005, 3.5]

3.1.16

fonction de comptage et de surveillance du réseau électrique

PMF

fonction de mesure dédiée au comptage et à la surveillance des paramètres électriques des systèmes de distribution électriques incorporés dans un équipement qui n'est pas un PMD et est conforme à une autre norme de produit IEC

Note 1 à l'article: L'abréviation "PMF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*power metering and monitoring function*".

3.1.17

équipement incorporant la PMF

EPMF

équipement ou ensemble d'équipements incorporant la PMF dont la fonction principale n'est pas le comptage et la surveillance des paramètres électriques

Note 1 à l'article: Exemples de ce type d'équipement: alimentations sans interruption (ASI), systèmes de transfert statique (STS - *static transfer systems*), disjoncteurs, matériel de connexion de transfert (TSE - *transfer switching equipment*), interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs, combinés-fusibles, automates programmables (AP), onduleur utilisé dans les systèmes photovoltaïques, entraînements électriques de puissance à vitesse variable, relais de protection, dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR, DD), contrôleurs d'isolement à dispositif différentiel résiduel (RCM - *residual current monitoring*), délesteurs (LSE - *load-shedding equipment*), convertisseurs de puissance connectés aux réseaux bidirectionnels.

Note 2 à l'article: L'abréviation "EPMF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*equipment embedding PMF*".

3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance

3.2.1

conditions de référence

ensemble approprié de valeurs et/ou de domaines de valeurs spécifiés des grandeurs d'influence pour lequel les plus petites incertitudes permises d'un appareil de mesure sont spécifiées

Note 1 à l'article: Les domaines de valeurs spécifiés pour les conditions de référence, appelées domaines de référence, ne sont pas plus larges, et sont généralement plus étroits, que ceux spécifiés pour les conditions de fonctionnement assignées.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.10]

3.2.2

mesurande (grandeur mesurée)

grandeur faisant l'objet de la mesure, évaluée dans l'état où se trouve le système mesuré pendant la mesure elle-même

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.1, modifiée – les notes ont été enlevées.]

3.2.3

incertitude

paramètre, associé à une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peut être attribuée au mesurande

Note 1 à l'article: Dans le présent document, l'incertitude de mesure inclut les composantes issues d'effets systématiques et d'effets aléatoires.

3.2.4

incertitude intrinsèque

incertitude d'un appareil de mesure lorsqu'on l'utilise dans les conditions de référence

Note 1 à l'article: Dans le présent document, il s'agit d'un pourcentage de la valeur mesurée définie dans sa plage assignée et avec les autres grandeurs d'influence dans les conditions de référence, sauf indication contraire.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.2.10, modifiée – une note a été ajoutée]

3.2.5

grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas l'objet de la mesure, et dont la variation affecte la relation entre l'indication et la mesure

Note 1 à l'article: Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement [VEI].

Note 2 à l'article: Comme le diagramme d'étalonnage dépend des grandeurs d'influence, pour assigner la mesure, il est nécessaire de savoir si les grandeurs d'influence applicables sont dans la plage spécifiée [VEI].

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.1.14, modifiée – la note 3 a été enlevée.]

3.2.6

variation

<d'une seule grandeur d'influence> différence entre la valeur mesurée dans les conditions de référence et toute valeur mesurée comprise dans la plage d'influence

Note 1 à l'article: Il convient que les autres caractéristiques de performance et les autres grandeurs d'influence restent dans les plages spécifiées pour les conditions de référence.

3.2.7

conditions de fonctionnement nominales

ensemble de conditions devant être remplies pendant la mesure pour qu'un diagramme d'étalonnage soit valable

Note 1 à l'article: Outre l'étendue de mesure spécifiée et les domaines de fonctionnement assignés pour les grandeurs d'influence, les conditions peuvent comprendre des domaines spécifiés d'autres caractéristiques de performances de fonctionnement et d'autres indications qu'il est impossible d'exprimer sous forme de domaines de grandeurs.

[SOURCE: IEC 60359:2001, 3.3.13]

3.2.8

incertitude de fonctionnement

incertitude calculée en tenant compte de l'incertitude intrinsèque et des incertitudes supplémentaires occasionnées par les grandeurs d'influence définies

Note 1 à l'article: L'incertitude de fonctionnement, comme l'incertitude intrinsèque, n'est pas évaluée par l'utilisateur de l'appareil, mais déclarée par son fabricant ou son étalonneur. Cette mention peut revêtir la forme d'une relation algébrique impliquant l'incertitude intrinsèque et les valeurs d'une ou plusieurs grandeurs d'influence, mais une telle relation est seulement un moyen commode d'exprimer un ensemble d'incertitudes de fonctionnement dans différentes conditions d'utilisation, et non pas une relation fonctionnelle pouvant servir à évaluer la propagation de l'incertitude à l'intérieur de l'appareil.

Note 2 à l'article: Une incertitude de fonctionnement reflète la qualité de la conception d'un appareil, et n'est pas de même nature qu'une classe de performance ou une incertitude intrinsèque.

Note 3 à l'article: L'incertitude de fonctionnement peut être supérieure à l'incertitude intrinsèque et à la classe de performance.

Note 4 à l'article: Le concept de l'incertitude de fonctionnement est lié au concept d'erreur maximale admissible développé par d'autres documents, qui est calculé à partir de trois grandeurs d'influence uniquement.

3.2.9

incertitude globale

incertitude constituée de l'incertitude de plusieurs appareils distincts (capteur de tension, capteur de courant et PMD)

3.2.10

classe de performance de fonctionnement

nombre justifiant la performance d'une seule fonction, dépendant de l'incertitude intrinsèque de la fonction, prenant en compte une étendue de mesure spécifiée et des limites de variations dues aux grandeurs d'influence spécifiées

Note 1 à l'article: Dans le présent document, C représente la valeur numérique de la classe de performance de fonctionnement (par exemple, $C = 0,2$).

3.2.11

fréquence assignée

f_n

valeur de la fréquence pour laquelle la spécification du PMD est formulée

3.2.12

courant assigné

I_n

valeur du courant pour laquelle la spécification d'un PMD comprenant un capteur de courant externe (PMD Sx) est formulée

3.2.13

courant de base

I_b

valeur du courant pour laquelle la spécification d'un PMD à branchement direct (PMD Dx) est formulée

3.2.14

courant de démarrage

I_{st}

valeur la plus basse du courant pour laquelle le PMD démarre et enregistre continûment

[SOURCE: IEC 62052-11:2003, 3.5.1.1, modifiée – «compteur» a été remplacé par «PMD».]

3.2.15
courant maximal

$I_{\max}$
valeur la plus grande de courant pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.16
tension assignée

U_n
valeur de la tension en fonction de laquelle certaines des caractéristiques du PMD sont fixées

Note 1 à l'article: En fonction du réseau de distribution et de sa connexion au PMD, cette tension peut être soit la tension entre phases, soit la tension phase-neutre.

3.2.17
tension nominale

U_{nom}
valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.2.18
tension minimale

$U_{\min}$
valeur de tension la plus basse pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.19
tension maximale

$U_{\max}$
valeur de tension la plus grande pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude du présent document

3.2.20
tension résiduelle

U_{res}
valeur minimale de U enregistrée au cours d'un creux ou d'une coupure de tension

Note 1 à l'article: La tension résiduelle est exprimée sous la forme d'une valeur, exprimée en volts, ou d'un pourcentage ou d'une fraction de la tension assignée.

3.2.21
tension d'entrée déclarée

U_{din}
valeur obtenue à partir de la tension d'alimentation déclarée d'un rapport de transformation

[SOURCE: IEC 61000-4-30:2015, 3.2]

3.2.22
tension de référence glissante

U_{sr}
valeur de tension moyennée sur une minute, représentant la tension précédant un creux de tension ou une surtension temporaire

3.2.23
valeur moyenne

valeur moyenne d'une grandeur pendant une durée de temps spécifiée

3.2.24

valeur moyenne crête

valeur moyenne la plus élevée (positive ou négative) depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.25

moyenne thermique

résultat obtenu par un mesureur de moyenne thermique qui fournit une moyenne thermique avec un temps de réponse exponentiel, pour une charge constante donnée, l'indication donnée représentant 90 % de la moyenne actuelle sur un temps spécifié

Note 1 à l'article: Le temps est spécifié par le fabricant, habituellement 15 min.

3.2.26

valeur moyenne en triphasé

dans un réseau à trois ou quatre fils, moyenne arithmétique de toutes les valeurs de phase

3.2.27

valeur maximale

valeur la plus élevée mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.28

valeur minimale

valeur la plus basse mesurée ou calculée depuis le début du mesurage ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.29

intervalle

laps de temps utilisé par le PMD pour intégrer des valeurs efficaces ou instantanées, afin de calculer les valeurs moyennes

3.3 Définitions relatives aux phénomènes électriques

3.3.1

courant de phase

I

valeur du courant circulant dans chaque phase d'un réseau de distribution électrique

3.3.2

courant de neutre

I_N

valeur du courant de neutre d'un réseau de distribution électrique

3.3.3

tension entre phases

tension composée

U

tension entre conducteurs de phase

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-29]

3.3.4

tension phase-neutre

tension simple

V

tension entre un conducteur de phase d'un réseau polyphasé et le point neutre

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-30]

3.3.5

fréquence

f

valeur de la fréquence mesurée d'un réseau de distribution électrique

3.3.6

facteur de puissance

PF

en régime périodique, rapport de la valeur de la puissance active à la puissance apparente

Note 1 à l'article: Ce facteur de puissance n'est pas le facteur de puissance de déplacement. Les deux types de facteurs de puissance sont différents en termes d'harmoniques.

Note 2 à l'article: L'abréviation « PF » est dérivée du terme anglais développé correspondant «*power factor*».

[SOURCE: IEC 60050-131:2002 131-11-46, modifiée – la formule dans la définition n'a pas été incluse, la note 1 a été modifiée et une note 2 a été ajoutée.]

3.3.7

amplitude du courant harmonique

I_h

valeur de l'amplitude du courant aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.8

amplitude de la tension harmonique

U_h

valeur de l'amplitude de la tension aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.9

harmoniques stationnaires

<tension et courant> contenu harmonique du signal, la variation d'amplitude de chaque composante harmonique restant constante à $\pm 0,1$ % de l'amplitude de la composante fondamentale

3.3.10

harmoniques quasi-stationnaires

<tension et courant> contenu harmonique du signal dans lequel la variation d'amplitude de chaque harmonique pour 10 cycles (réseaux de 50 Hz) ou 12 cycles (réseaux de 60 Hz) contigus reste constante à $\pm 0,1$ % de l'amplitude de la composante fondamentale

3.3.11

sous-harmoniques

<tension et courant> composante interharmonique dont le rang est inférieur à un

Note 1 à l'article: Dans le présent document, les composantes sous-harmoniques sont limitées aux rangs inverses d'un entier.

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-10, modifiée – le terme a été changé de «composante sous-harmonique» à «sous-harmoniques» et le domaine a été indiqué.]

3.3.12

papillotement

impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctuent dans le temps

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.3.13

creux de tension

baisse temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil donné

Note 1 à l'article: Les interruptions sont un cas particulier des creux de tension. Des traitements ultérieurs peuvent être utilisés pour faire la distinction entre creux de tension et interruption.

Note 2 à l'article: Dans certaines parties du monde, un creux de tension est appelé «sag» en anglais. Les deux termes sont considérés comme interchangeables; cependant, le présent document n'utilisera que le terme creux de tension.

3.3.14

surtensions temporaires

augmentation temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique au-dessus d'un seuil donné

3.3.15

tension efficace rafraîchie à chaque demi-cycle

$U_{rms(1/2)}$

valeur de la tension efficace mesurée sur 1 cycle, commençant à un passage par zéro de la composante fondamentale, et rafraîchie à chaque demi-cycle

Note 1 à l'article: Cette technique est indépendante sur chaque chaîne de mesure et produit des valeurs efficaces à des instants successifs sur chaque chaîne en cas de réseaux polyphasés.

Note 2 à l'article: Cette valeur efficace de la tension peut être une valeur entre phases ou entre phase et neutre.

3.3.16

tension efficace rafraîchie à chaque cycle

$U_{rms(1)}$

valeur de la tension efficace mesurée sur 1 cycle et rafraîchie à chaque cycle

Note 1 à l'article: Au contraire de l' $U_{rms(1/2)}$, cette technique ne définit pas l'instant de début de cycle.

Note 2 à l'article: Cette valeur efficace de la tension peut être une valeur entre phases ou entre phase et neutre.

3.3.17

coupure de tension

baisse de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil de coupure donné

3.3.18

déséquilibre de tension en amplitude et en phase

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale), ou les différences de phase entre conducteurs ne sont pas toutes égales

Note 1 à l'article: Le taux de déséquilibre s'exprime habituellement par le rapport de la composante inverse ou homopolaire à la composante directe.

Note 2 à l'article: Dans le présent document, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

3.3.19

déséquilibre de tension en amplitude

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale) ne sont pas toutes égales.

Note 1 à l'article: La phase relative entre les tensions entre conducteurs n'est pas prise en compte.

Note 2 à l'article: Dans le présent document, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

3.3.20

surtension transitoire

surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie

Note 1 à l'article: Les surtensions transitoires peuvent être suivies immédiatement par des surtensions temporaires. Dans ce cas, les deux types de surtensions sont considérés comme des événements séparés.

Note 2 à l'article: L'IEC 60071-1 définit trois types de surtensions transitoires, appelées surtensions à front lent, surtensions à front rapide et surtensions à front très rapide en fonction de leur durée jusqu'à la valeur de crête, durée de queue ou durée totale, et de la possibilité d'oscillations superposées.

[SOURCE: IEC 60050-604:2016, 604-03-14]

3.3.21

facteur de crête

rapport de la valeur de crête à la valeur efficace

3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure

3.4.1

fenêtre de mesure

intervalle de temps pendant lequel un seul mesurage est effectué, exprimé en secondes ou en nombre de cycles fondamentaux

Note 1 à l'article: La durée de la fenêtre de mesure peut être fixe ou variable en fonction de la technique de mesure.

3.4.2

mesurage sans discontinuité

technique de mesure dans laquelle le mesurage est effectué de manière continue sans discontinuité, c'est-à-dire en utilisant des fenêtres de mesure contigües

Note 1 à l'article: Pour les techniques numériques et pour une fréquence d'échantillonnage donnée, aucun échantillon n'est absent du traitement de mesure.

Note 2 à l'article: Lorsque des techniques de mesure sans discontinuité sont utilisées, aucune hypothèse n'est émise concernant la stabilité du signal, par opposition aux techniques de mesure avec interruption, dans lesquelles le signal est considéré comme stable pendant la durée où aucun mesurage n'est effectué.

3.5 Notations

3.5.1 Fonctions

Symbole	Fonction
P	puissance active totale
E_a	énergie active totale
Q_A / Q_V	puissance réactive totale arithmétique / puissance réactive totale vectorielle
E_{rA} / E_{rV}	énergie réactive totale arithmétique / énergie réactive totale vectorielle
S_A / S_V	puissance apparente totale arithmétique / puissance apparente totale vectorielle
E_{apA} / E_{apV}	énergie apparente totale arithmétique / énergie apparente totale vectorielle
f	fréquence
I	courant de phase (I_p : courant sur la phase p)
I_N / I_{Nc}	courant de neutre mesuré / courant de neutre calculé
U	tension entre phases (U_{pg} : tension phase p à phase g)
V	tension phase-neutre (V_p : tension phase p à neutre)
PF_A / PF_V	facteur de puissance arithmétique / facteur de puissance vectoriel NOTE $PF_V = \cos(\varphi)$ lorsqu'aucune harmonique n'est présente.
P_{st} / P_{lt}	papillotement de courte durée / papillotement de longue durée
U_{dip}	creux de tension entre phases (U_{pgdip} : creux phase p à phase g)
V_{dip}	creux de tension phase-neutre (V_{pdip} : creux de tension phase p à neutre)
U_{swl}	surtensions temporaires entre phases (U_{pgswl} : surtensions temporaires phase p à phase g)
V_{swl}	surtensions temporaires phase-neutre ($V_{p swl}$: surtensions temporaires phase p à neutre)
U_{tr}	surtensions transitoires entre phases ($U_{pg tr}$: surtensions transitoires phase p à phase g)
V_{tr}	surtensions transitoires phase-neutre ($V_{p tr}$: surtensions transitoires phase p à neutre)
U_{int}	coupures de tension entre phases (U_{pgint} : coupures de tension phase p à phase g)
V_{int}	coupures de tension phase-neutre ($V_{p int}$: coupures de tension phase p à neutre)
U_{nb}	déséquilibre de tension en amplitude et en phase entre phases ($U_{pg nb}$: phase p à phase g)
V_{nb}	déséquilibre de tension en amplitude et en phase phase-neutre ($V_{p nb}$: phase p à neutre)
I_{nb}	phase et amplitude du déséquilibre de courant
U_{nba}	déséquilibre de tension en amplitude entre phases ($U_{pg nba}$: phase p à phase g)
V_{nba}	déséquilibre de tension en amplitude phase-neutre ($V_{p nba}$: phase p à neutre)
I_{nba}	amplitude du déséquilibre de courant
U_h	harmoniques de tension entre phases ($U_{pg h}$: phase p à phase g)
V_h	harmoniques de tension phase-neutre ($V_{p h}$: phase p à neutre)
THD_u	taux de distorsion harmonique total de la tension entre phases par rapport à la fondamentale
$THD-R_u$	taux de distorsion harmonique total de la tension entre phases par rapport à la valeur efficace
THD_v	taux de distorsion harmonique total de la tension phase-neutre par rapport à la fondamentale
$THD-R_v$	taux de distorsion harmonique total de la tension phase-neutre par rapport à la valeur efficace
$THD-R$	taux de distorsion harmonique total du courant par rapport à la valeur efficace

3.5.2 Symboles et abréviations

$\%U_n$	pourcentage de U_n
$\%I_n$	pourcentage de I_n
$\%I_b$	pourcentage de I_b

3.5.3 Indices

a	actif
r	réactif
ap	apparent
n	assigné
b	de base
nom	nominal
N	neutre
c	calculé
h	harmonique
i	courant
u	tension
dip	creux
swl	swells (surtensions temporaires)
tr	transitoire
int	interruption (coupure)
nb	unbalance (déséquilibre)
nba	amplitude unbalance (déséquilibre en amplitude)
A	arithmétique
V	vectorel
min	valeur minimale
max	valeur maximale
avg	average value (valeur moyenne)
peak	peak value (valeur crête)
res	résiduel

4 Exigences

4.1 Exigences générales

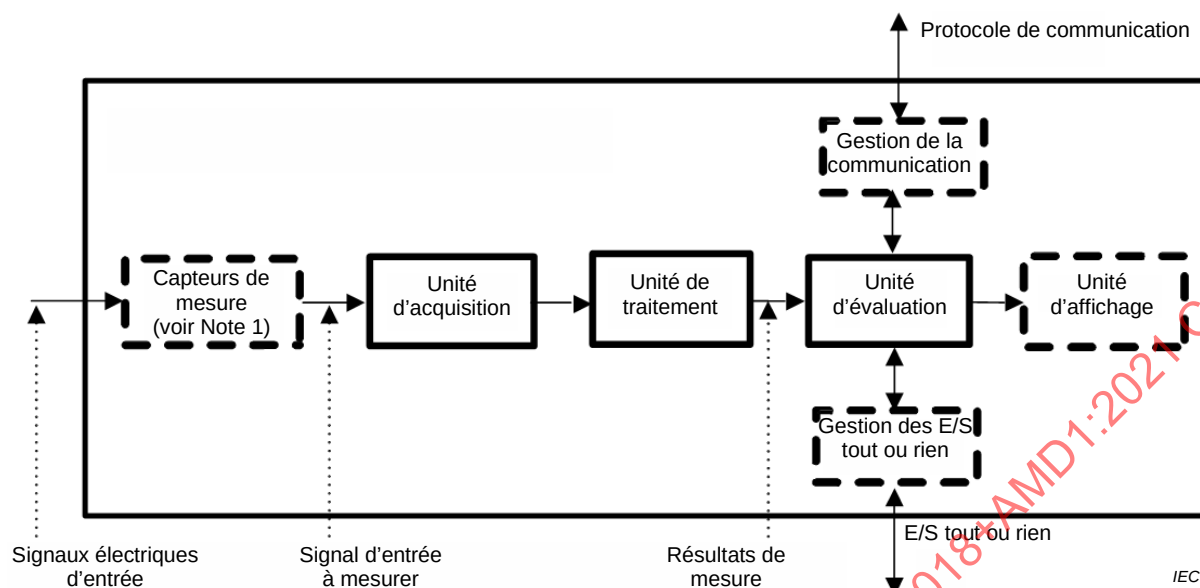
Les exigences suivantes doivent s'appliquer sauf spécification contraire dans la suite du texte.

4.2 Architecture générale d'un PMD

Architecture de la chaîne de mesure: la grandeur électrique à mesurer peut être soit directement accessible, comme c'est généralement le cas dans les réseaux basse tension, soit accessible par l'intermédiaire d'un capteur de mesure, par exemple les capteurs de tension (VS) ou les capteurs de courant (CS).

La Figure 1 représente l'architecture courante d'un PMD.

Dans certains cas, quand un PMD n'inclut pas les capteurs, leurs incertitudes associées ne sont pas prises en compte. Lorsqu'un PMD inclut les capteurs, leurs incertitudes associées sont prises en compte.



NOTE 1 Il n'est pas nécessaire d'inclure dans le PMD les éléments représentés dans les cases en pointillé.

NOTE 2 Les E/S sont des signaux analogiques et/ou numériques avec alarmes.

Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD

4.3 Classification des PMD

Les PMD sont classés selon les applications définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Classification fonctionnelle des PMD avec des fonctions minimales exigées

Symbole des fonctionnalités ^a	Type de PMD ^b		
	PMD-I Efficacité énergétique	PMD-II Surveillance de base de l'installation	PMD-III Surveillance avancée de l'installation/performance du réseau
P		■	■
Q		■	■
S		■	■
E_a	■	■	■
E_r		■	■
E_{ap}			■
f		■	■
I		■	■
I_N			■
U et/ou V		■	■
PF		■	■
THD_U et/ou THD_V et/ou $THD-R_U$ et/ou $THD-R_V$			■
THD_I et/ou $THD-R_I$			■

^a Seules les grandeurs totales sont obligatoires.

^b Pour les PMD autres que PMD-I, PMD-II et PMD-III et qui sont dénommés PMD-x, d'autres combinaisons de fonctions sont autorisées et doivent être spécifiées par le fabricant.

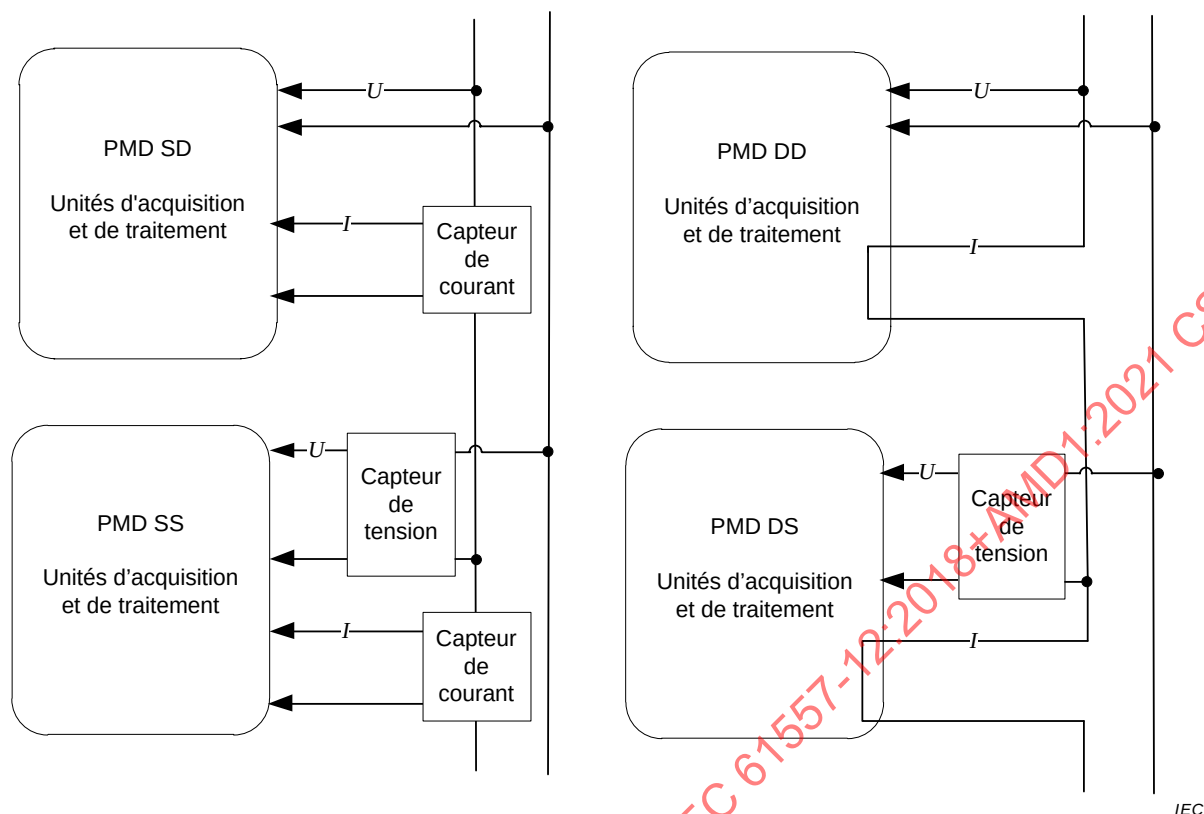
4.4 Structure des PMD

4.4.1 Structure des PMD avec capteurs

Les PMD peuvent inclure des capteurs internes, ou nécessiter des capteurs externes, comme représenté à la Figure 2. Selon ces caractéristiques, ils peuvent ainsi être classés en quatre catégories comme défini dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Structure des PMD

		Mesurage du courant	
		PMD avec capteur externe (capteurs de courant à l'extérieur du PMD) → PMD Sx	PMD à branchement direct (capteurs de courant à l'intérieur du PMD) → PMD Dx
Mesurage de la tension	PMD à branchement direct (capteurs de tension à l'intérieur du PMD) → PMD xD	PMD SD (Insertion semi-directe)	PMD DD (Insertion directe)
	PMD avec capteur externe (capteurs de tension à l'extérieur du PMD) → PMD xS	PMD SS (Insertion indirecte)	PMD DS (Insertion semi-directe)



NOTE Un PMD spécifié comme un PMD Dx (respectivement PMD xD) peut parfois, dans certaines conditions, être utilisé comme un PMD Sx (respectivement PMD xS) lorsqu'il est utilisé avec des capteurs externes, à condition qu'il soit conforme aux exigences des PMD Sx et Dx (respectivement PMD xS et xD).

Figure 2 – Description des différents types de PMD

4.4.2 Exigences relatives au PMD autoalimenté

Un PMD autoalimenté triphasé doit effectuer le mesurage dans les limites d'exactitude spécifiées, même lorsqu'une ou deux des trois phases sont déconnectées.

4.5 Liste des classes de performance applicables

Le Tableau 3 spécifie les classes de performance applicables.

Tableau 3 – Liste des classes de performance applicables

Énergie active				0,2	0,5	1	2			
Puissance active			0,1	0,2	0,5	1	2	2,5		
Énergie réactive							2		3	
Puissance réactive						1	2		3	
Énergie apparente				0,2	0,5	1	2			
Puissance apparente				0,2	0,5	1	2			
Fréquence	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5					
Courant de phase		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Courant de neutre mesuré				0,2	0,5	1	2			
Courant de neutre calculé			0,1	0,2	0,5	1	2			
Tension		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2			
Facteur de puissance					0,5	1	2			5
Papillotement										5
Mesurage de creux de tension et de surtensions temporaires					0,5	1	2			
Surtensions transitoires					0,5	1	2			
Déséquilibre de tension				0,2	0,5	1				
Harmoniques de tension						1	2		3	5
Taux de distorsion harmonique total (THD – <i>total harmonic distortion</i>) de la tension						1	2		3	5
Déséquilibre de courant				0,2	0,5	1				
Harmoniques de courant						1	2		3	5
Taux de distorsion harmonique total (THD – <i>total harmonic distortion</i>) du courant						1	2		3	5

Les exigences relatives aux performances d'un PMD associé à un capteur externe dédié sont les mêmes que pour un PMD à branchement direct. Chaque combinaison d'un PMD associé à un capteur externe dédié doit être considérée comme un PMD DD qui doit satisfaire aux exigences de performance du présent document.

EXEMPLE Si un fabricant fournit trois différents types de capteurs dédiés (par exemple, un CT (transformateur de courant) dédié de 100 A, un CT dédié de 500 A et un CT dédié de 1 000 A), ce fabricant fournira trois différents rapports d'essais de type de performance (un pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 100 A, un pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 500 A et un troisième pour les essais liés au PMD associé au capteur dédié de 1 000 A). Le fabricant doit fournir une justification appropriée (par exemple, des résultats de simulation, des résultats d'essai existants, des notes de calcul, des schémas...) pour l'extrapolation des performances si certains essais physiques ne sont pas réalisés.

NOTE L'Annexe E et l'Annexe F fournissent des recommandations relatives à l'association d'un PMD avec un capteur Annexe F.

4.6 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD

4.6.1 Conditions de référence

Le Tableau 4 spécifie les conditions de référence pour les essais:

Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais

Conditions	Conditions de référence
Température de fonctionnement	23 °C ± 2 °C, sauf spécification contraire par le fabricant
Humidité relative	40 % à 60 % RH
Tension d'alimentation auxiliaire	Tension d'alimentation assignée ± 1 %
Phases	Trois phases disponibles ^a
Déséquilibre de tensions	≤ 0,1 % ^a
Champ magnétique continu externe	≤ 40 A/m en courant continu ≤ 3 A/m en courant alternatif à 50/60 Hz
Composante continue sur la tension et le courant	Aucune
Forme d'onde	Sinusoidale
Fréquence	Fréquence assignée (50 Hz ou 60 Hz) ± 0,2 % ^b
^a Exigé uniquement dans le cas de réseaux triphasés. ^b Il convient que les PMD utilisent les fréquences assignées normalisées de 50 Hz ou 60 Hz, si possible, bien que d'autres fréquences assignées, ou plages de fréquences assignées, y compris le fonctionnement en continu, puissent être spécifiées.	

4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées

4.6.2.1 Généralités

Les Tableaux 5 à 7 donnent les conditions dans lesquelles les fonctions doivent être conformes à leurs spécifications.

4.6.2.2 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les appareils portables

Le Tableau 5 donne les températures assignées de fonctionnement pour les PMD portables:

Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables

	Classe de température K40 des PMD
Plage de fonctionnement assignée (avec une incertitude spécifiée)	0 °C à +40 °C
Plage limitée de fonctionnement (pas de défaillances de matériels)	–10 °C à +55 °C
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C

4.6.2.3 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les équipements installés de manière fixe

Le Tableau 6 donne les températures assignées de fonctionnement pour les PMD installés de manière fixe: