

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61243-5

Première édition
First edition
1997-06

**Travaux sous tension –
DéTECTEURS de tension –**

**Partie 5:
Systèmes détecteurs de tension (VDS)**

**Live working –
Voltage detectors –**

**Part 5:
Voltage detecting systems (VDS)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61243-5: 1997

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 60878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027, de la CEI 60417, de la CEI 60617 et/ou de la CEI 60878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 60878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027, IEC 60417, IEC 60617 and/or IEC 60878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61243-5

Première édition
First edition
1997-06

**Travaux sous tension –
DéTECTEURS de tension –**

**Partie 5:
Systèmes détecteurs de tension (VDS)**

**Live working –
Voltage detectors –**

**Part 5:
Voltage detecting systems (VDS)**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	14
4 Prescriptions	18
4.1 Généralités.....	18
4.2 Valeurs de seuil d'indication	20
4.3 Indication et perceptibilité	22
4.4 Prescriptions climatiques	24
4.5 Diélectrique de couplage	24
4.6 Composants du circuit de mesure	26
4.7 Conducteur de liaison	28
4.8 Interface et point de test	28
4.9 Indicateur	30
4.10 Liaisons terminales des indicateurs séparés	30
4.11 Marquage	32
4.12 Instructions d'emploi.....	34
5 Essais	34
5.1 Généralités.....	34
5.2 Disposition, assemblage, marquage et instructions d'emploi	36
5.3 Rigidité diélectrique du système de couplage ou des VDS intégrés.....	36
5.4 Intensité maximale débitée par l'électrode de couplage	38
5.5 Conditions d'interface pour les VDS séparés.....	38
5.6 Dispositif limiteur de tension	38
5.7 Influence de la température sur les systèmes de couplage des VDS séparés et sur les VDS intégrés	40
5.8 Rotation de phase du système de couplage	40
5.9 Résistance d'isolation du système de couplage en cas de pollution	42
5.10 Conducteurs de liaison	44
5.11 Indication indiscutable des VDS intégrés.....	44
5.12 Résistance aux vibrations de l'indicateur des VDS séparés et intégrés	46
5.13 Essai de résistance aux chocs et aux chutes	46
5.14 Rigidité diélectrique des indicateurs séparés.....	46
5.15 Tension de seuil et impédance d'entrée de l'indicateur	48
5.16 Influence climatique sur la tension de seuil	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	15
4 Requirements	19
4.1 General	19
4.2 Threshold values for indication	21
4.3 Indication and perceptibility	23
4.4 Climatic requirements	25
4.5 Coupling dielectric	25
4.6 Measuring circuit components	27
4.7 Connecting lead	29
4.8 Interface and test point	29
4.9 Indicator	31
4.10 Terminal leads of separable indicators	31
4.11 Markings	33
4.12 Instructions for use	35
5 Tests	35
5.1 General	35
5.2 Arrangement, assembly, markings and instructions for use	37
5.3 Dielectric strength of the coupling system or integrated VDS	37
5.4 Maximum current from the coupling electrode	39
5.5 Interface conditions for separable VDS	39
5.6 Voltage limiting device	39
5.7 Temperature dependence of coupling systems of separable VDS and of integrated VDS	41
5.8 Phase rotation of the coupling system	41
5.9 Insulation resistance of the coupling system under pollution	43
5.10 Connecting leads	45
5.11 Clear indication in integrated VDS	45
5.12 Vibration resistance of the indicator for separable and integrated VDS	47
5.13 Drop and impact resistance	47
5.14 Dielectric strength of separable indicators	47
5.15 Threshold voltage and input impedance of indicators	49
5.16 Climatic dependence of threshold voltage	51

Articles	Pages
5.17 Temps de réponse de l'indicateur	52
5.18 Non-réponse à la tension continue	52
5.19 Efficacité du dispositif de contrôle	52
5.20 Indication jusqu'à épuisement de l'alimentation	54
5.21 Influence de la température sur les indicateurs séparés	56
5.22 Perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle	56
5.23 Perceptibilité indiscutable de l'indication sonore	58
5.24 Indication indiscutable des comparateurs de phase	60
5.25 Rotation de phase du comparateur de phase universel	62
5.26 Essai de maintenance du système de couplage des VDS séparés	62
5.27 Essai de maintenance de l'indicateur de tension des VDS séparés	64
5.28 Essai de maintenance des VDS intégrés	64
 Tableaux	
1 Caractéristiques des systèmes détecteurs de tension (VDS) séparés	66
2 Caractéristiques dimensionnelles de l'interface et du point de test	68
 Figures	
1 Système détecteur de tension avec indicateur mobile (VDS séparé)	70
2 Système détecteur de tension avec indicateur intégré (VDS intégré)	70
3 Système détecteur de tension avec indicateur mobile et adaptateur Exemple pour HR-LR	72
4 Symbole d'interface capacitive	74
5 Exemple de marquage d'une interface dans le système HR	74
6 Exemple de mesure du temps de réponse	76
7 Montage d'essai de perceptibilité de l'indication visuelle	78
8 Montage d'essai de perceptibilité de l'indication sonore	80
9 Montage d'essai d'indication indiscutable et de rotation de phase des comparateurs de phase	82
 Annexes	
A Séquences d'essais	84
B Instructions d'utilisation des VDS	92
C Caractéristiques dimensionnelles des fiches	98
D Essais sur prélèvement	106
E Essai d'étanchéité pour connecteurs de câbles séparables comportant des systèmes de couplage LRP	108
F Systèmes indicateurs de tension	110

Clause	Page
5.17 Response time of indicator	53
5.18 Non-response to d.c. voltage	53
5.19 Efficiency of testing element	53
5.20 Indication until power source is exhausted	55
5.21 Temperature dependence of the separable indicator	57
5.22 Clear perceptibility of visual indication	57
5.23 Clear perceptibility of audible indication	59
5.24 Clear indication of phase comparators	61
5.25 Phase rotation of universal phase comparator	63
5.26 Maintenance test of the coupling system of separable VDS	63
5.27 Maintenance test of voltage indicators of separable VDS	65
5.28 Maintenance test of integrated VDS	65
 Tables	
1 Characteristics of separable voltage detecting systems (VDS)	67
2 Dimensional characteristics of interface and test point	69
 Figures	
1 Voltage detecting system with portable indicator (separable VDS)	71
2 Voltage detecting system with integrated indicator (integrated VDS)	71
3 Voltage detecting system with portable indicator and adaptor Example for HR-LR	73
4 Symbol for capacitive interface	75
5 Example for markings of an interface in the HR-system	75
6 Examples for measuring the response time	77
7 Test set-up for perceptibility of visual indication	79
8 Test set-up for perceptibility of audible indication	81
9 Test set-up for clear indication and phase rotation of phase comparators	83
 Annexes	
A Sequence of tests	85
B Instructions for use of the VDS	93
C Dimensional characteristics of plug arrangements	99
D Sampling test	107
E Tightness test for separable connectors containing LRP coupling systems	109
F Voltage indicating systems	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – DÉTECTEURS DE TENSION –

Partie 5 : Systèmes détecteurs de tension (VDS)

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61243-5 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI : Outils pour travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/203/FDIS	78/217/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

Les annexes D, E et F sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – VOLTAGE DETECTORS –**Part 5 : Voltage detecting systems (VDS)**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61243-5 has been prepared by IEC technical committee 78: Tools for live working.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
78/203/FDIS	78/217/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

Annexes D, E and F are for information only.

INTRODUCTION

Les systèmes détecteurs de tension capacitifs sont déjà utilisés depuis longtemps, surtout sur les appareillages à moyenne tension isolés au gaz sous pression. Au début cette technique n'était utilisée que pour se renseigner quant à la tension. Avec la présente partie de la CEI 61243, l'intention est de parvenir au même niveau de sécurité de détection de l'absence ou de la présence de tension que celui assuré par les détecteurs de tension classiques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-5:1997

INTRODUCTION

Capacitive voltage detecting systems have already been used for a long time, especially on hermetically enclosed gas insulated switchgear in the medium voltage range. At the beginning this technique was used only for information about the voltage. With this part of IEC 61243, it is the intention to have the same level of safety for detection of the absence or presence of voltage as with conventional voltage detectors.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-5:1997

TRAVAUX SOUS TENSION – DÉTECTEURS DE TENSION –

Partie 5 : Systèmes détecteurs de tension (VDS)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61243 est applicable aux systèmes monopolaires détecteurs de tension en couplage capacitif avec des pièces sous tension et utilisés pour détecter la présence ou l'absence de la tension de service sur les réseaux électriques de tension alternative comprise entre 1 kV et 52 kV et à des fréquences comprises entre $16^{2/3}$ Hz et 60 Hz.

Cette norme s'applique également aux comparateurs de phase conçus pour s'adapter aux systèmes détecteurs de tension.

Les essais de compatibilité électromagnétiques (EMC) ne sont pas inclus car, pour le moment, on ne dispose pas d'informations suffisantes concernant les prescriptions minimales.

NOTES

- 1 Sauf indication contraire, toutes les tensions définies dans cette norme se rapportent à des valeurs de tension entre phases des circuits triphasés. Dans d'autres réseaux, on utilisera les tensions entre phases ou entre phase et terre pour déterminer la tension d'exploitation.
- 2 Les systèmes détecteurs de tension fondés sur des principes fondamentalement différents (par exemple systèmes optiques, éléments de couplage résistifs) ne sont pas traités dans la présente norme mais il convient d'en respecter les prescriptions le cas échéant.
- 3 Pour des fréquences autres que 50 Hz les valeurs de C_s et U_t indiquées dans le tableau 1 restent valables. Par contre les conditions de seuil pour I_t seront modifiées en conséquence.
- 4 Si dans une installation électrique on vérifie que l'installation est hors tension par d'autres moyens que l'utilisation d'un système détecteur de tension, un autre dispositif, qui peut être appelé système indicateur de tension, peut être utilisé pour fournir une information aux exploitants sur l'état de tension avec des exigences réduites en ce qui concerne les essais relatifs à la fiabilité et au caractère indiscutable de l'indication. Si tel est le cas, il convient que ceci soit énoncé clairement et explicité par le constructeur (voir annexe F pour des précisions supplémentaires).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61243. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61243 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(151): 1978, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60060-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60068-2-3: 1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

LIVE WORKING – VOLTAGE DETECTORS –

Part 5 : Voltage detecting systems (VDS)

1 Scope

This part of IEC 61243 is applicable to voltage detecting systems that are single-pole and are capacitively-coupled to live parts. They are used to detect the presence or absence of operating voltage on a.c. electrical systems for voltages from 1 kV to 52 kV, and for frequencies from $16^{2/3}$ Hz to 60 Hz.

This standard is also applicable to phase comparators designed for voltage detecting systems.

EMC tests are not included as, at the present time, not enough information about minimum requirements is available.

NOTES

- 1 Except where specified otherwise, all the voltages defined in this standard refer to values of phase-to-phase voltages of three-phase systems. In other systems, the applicable phase-to-phase or phase-to-earth voltages are used to determine the operating voltage.
- 2 Voltage detecting systems based on fundamentally different principles (for example optical systems, resistive coupling elements) are not covered in this standard but should meet the requirements of this standard where applicable.
- 3 For frequencies differing from 50 Hz, the values C_s and U_t according to table 1 are valid. The threshold values for I_t have to be changed accordingly.
- 4 If in an electrical installation it is verified that the installation is dead by other means than using a voltage detecting system, a different device which can be termed voltage indicating system may be used for service information about the voltage state with reduced requirements concerning tests for clear and reliable indication. If so, this should be clearly stated and made explicit by the manufacturer (see annex F for further details).

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61243. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61243 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60060-1: 1989, *High voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-3: 1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

CEI 60068-2-6: 1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-11: 1981, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

CEI 60068-2-14: 1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-63: 1991, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eg: Impacts, marteau à ressort*

CEI 60096-0-1: 1990, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 0: Guide pour la conception des spécifications particulières – Section 1: Câbles coaxiaux*

CEI 60225: 1966, *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations*

CEI 60227-3: 1993, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 3: Conducteurs pour installations fixes*

CEI 60352-1: 1983, *Connexions sans soudure – Partie 1: Connexions enroulées sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et conseils pratiques*

CEI 60352-2: 1990, *Connexions sans soudure – Partie 2: Connexions serties sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

CEI 60352-5: 1995, *Connexions sans soudure – Partie 5: Connexions insérées à force sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

CEI 60384, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques*

CEI 60529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60536: 1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 60603-11: 1992, *Connecteurs pour fréquences inférieures à 3 MHz pour utilisation avec cartes imprimées – Partie 11: Spécification particulière pour connecteurs concentriques (dimensions pour fiches et embases)*

CEI 60651: 1979, *Sonomètres*

CEI 60694: 1980, *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60760: 1989, *Bornes plates à connexion rapide*

CEI 60999: 1990, *Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre*

CEI 61010-2-031: 1993, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire – Partie 2-031: Prescriptions particulières pour sondes équipées manuelles de mesure et d'essais électriques*

QC 001005: 1992, *Registre des firmes, produits et services agréés dans l'IECQ, avec maintenant ISO 9000*

IEC 60068-2-6: 1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-11: 1981, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14: 1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-63: 1991, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eg: Impact, spring hammer*

IEC 60096-0-1: 1990, *Radio-frequency cables – Part 0: Guide to the design of detail specifications – Section 1: Coaxial cables*

IEC 60225: 1966, *Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibrations*

IEC 60227-3: 1993, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring*

IEC 60352-1: 1983, *Solderless connections – Part 1: Solderless wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-2: 1990, *Solderless connections – Part 2: Solderless crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60352-5: 1995, *Solderless connections – Part 5: Solderless press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60384, *Fixed capacitors for use in electronic equipment*

IEC 60529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60536: 1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 60603-11: 1992, *Connectors for frequencies below 3 MHz for use with printed boards – Part 11: Detail specification for concentric connectors (dimensions for free connectors and fixed connectors)*

IEC 60651: 1979, *Sound level meters*

IEC 60694: 1980, *Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60760: 1989, *Flat, quick-connect terminations*

IEC 60999: 1990, *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors*

IEC 61010-2-031: 1993, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-031: Particular requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test*

QC 001005: 1992, *Register of firms, products and services approved under the IECQ System, including ISO 9000*

ISO 3740: 1980, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Guide pour l'utilisation des normes fondamentales et pour la préparation des codes d'essais relatifs au bruit*

ISO 3744: 1994, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3745: 1977, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque*

ISO 3746: 1995, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au dessus d'un plan réfléchissant*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61243, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 systèmes détecteurs de tension (VDS): Dispositifs utilisés pour détecter la présence ou l'absence de tension de service. Si les dispositifs sont conçus pour cela, ils peuvent être utilisés pour tous autres essais électriques, par exemple la comparaison de phase (voir figures 1 et 2).

Les VDS se classent en deux catégories:

- systèmes intégrés fixes et faisant partie intégrante du matériel sur lequel ils sont installés;
- systèmes séparés comportant un indicateur mobile qui peut être raccordé à un système de couplage fixe par l'intermédiaire d'une interface.

3.2 électrode de couplage: Partie qui établit la liaison capacitive à la pièce sous tension par l'entremise du diélectrique de couplage.

3.3 diélectrique de couplage: Dispositif qui réalise l'isolation entre la pièce sous tension et l'électrode de couplage.

3.4 indicateur: Partie du système détecteur qui détecte le signal fourni par l'électrode de couplage et indique l'état de la tension et/ou la concordance des phases. Les indicateurs peuvent être conçus sous forme d'indicateur de tension, de comparateur de phase ou combiner les deux fonctions.

L'indicateur de tension est fixe dans un VDS intégré et mobile dans un VDS séparé.

3.5 dispositif de contrôle: Dispositif intégré ou non au moyen duquel le fonctionnement de l'indicateur peut être vérifié par l'utilisateur.

3.6 système de couplage: Partie du système détecteur de tension séparé incorporée de façon permanente à l'installation et qui fournit le signal électrique à l'indicateur.

3.7 connexion de l'électrode de couplage: Point de connexion du conducteur de liaison qui sort du matériel contenant la capacité de couplage. Il peut coïncider avec l'interface.

3.8 interface: Point de connexion entre le système de couplage et l'indicateur des VDS séparés. Elle comporte deux polarités, une avec le signal et une mise à la terre.

ISO 3740: 1980, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Guidelines for the use of basic standards and for the preparation of noise test codes*

ISO 3744: 1994, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3745: 1977, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms*

ISO 3746: 1995, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61243 the following definitions apply:

3.1 voltage detecting systems (VDS): Devices used to detect the presence or absence of operating voltage. Where the design permits any other electrical tests can be performed, for example phase comparison (see figures 1 and 2).

Voltage detecting systems are classified into:

- integrated systems which are fixed and form an integral part of the equipment in which they are installed;
- separable systems in which a portable indicator can be connected to a fixed coupling system by means of an interface.

3.2 coupling electrode: Part which establishes the capacitance to the live part via the coupling dielectric.

3.3 coupling dielectric: Insulation between the live part and the coupling electrode.

3.4 indicator: That part of the detecting system which detects the signal delivered by the coupling electrode and indicates the voltage state and/or phase balance. Indicators may be designed as voltage indicators, phase comparators or as a combination of both.

The voltage indicator is fixed in an integrated VDS and portable in a separable VDS.

3.5 testing element: Built-in or external device, by means of which the functioning of the indicator can be checked by the user.

3.6 coupling system: That part of the separable voltage detecting system which is permanently fixed in the installation and provides the electrical signal for the indicator.

3.7 coupling electrode connection: Connecting point for the connecting lead which comes from the equipment containing the coupling capacitance. This connection may be common with the interface.

3.8 interface: Connecting point between the coupling system and the indicator of a separable VDS. It consists of two poles, one with the signal and one earthed.

3.9 point de test (TP): Point de raccordement d'un VDS intégré. Il comprend une polarité avec le signal. Il peut servir à différents usages: par exemple la comparaison de phase.

3.10 conducteur de liaison: Connexion électrique entre l'électrode de couplage et l'interface ou l'indicateur intégré.

3.11 liaison terminale: Connexion électrique conductrice entre l'interface ou le point de test et le circuit de traitement du signal d'un comparateur de phase ou d'un indicateur de tension mobile.

3.12 dispositif limiteur de tension: Dispositif de protection qui limite la tension à la connexion de l'électrode de couplage, en cas de défaillance du diélectrique de couplage.

3.13 dispositif de mise en court-circuit: Dispositif qui raccorde le système de couplage à la terre quand on enlève l'indicateur de l'interface.

3.14 composants du circuit de mesure: Composants qui établissent les conditions d'interface électrique de l'indicateur. Ce circuit peut être réalisé à l'aide d'éléments discrets ou par la capacité par rapport à la terre des autres éléments du système de couplage.

NOTE – L'électrode de couplage présente une capacité par rapport à la terre (capacité de fuite) qu'il faut prendre en compte pour définir les composants du circuit de mesure.

3.15 tension de mesure (U_m): Tension alternative transmise par la pièce sous tension à l'électrode de couplage par l'intermédiaire du diélectrique de couplage quand l'indicateur est connecté à l'interface.

3.16 tension de seuil (U_t): Valeur de la tension de mesure correspondant au changement d'état de l'indication «absence de tension» à «présence de tension».

3.17 tension de mesure maximale (U_{mm}): Tension à fréquence industrielle la plus élevée susceptible d'être constatée à l'interface, quand l'indicateur est raccordé à cette dernière, pendant un temps prolongé dans le cas de la tension de service maximale admissible et dans les conditions les plus défavorables d'alimentation, pour des conditions de seuil données:

$$U_{mm} = U_{tmax} \times 1,2 \times U_n / U_{et}$$

où

U_{tmax} est la tension de seuil maximale caractérisant le niveau du seuil selon le tableau 1;

U_n est la tension nominale du réseau électrique;

U_{et} est la tension entre phase et terre quand la tension U_{tmax} a été atteinte dans le pôle considéré.

3.18 impédance d'entrée (X_c): Définie, pour les indicateurs de tension séparés dont l'impédance d'entrée change périodiquement, par sa valeur maximale.

3.19 Types de VDS séparés

Dans le cas des VDS séparés on définit cinq systèmes différents (voir le tableau 1).

3.19.1 système HR: Système détecteur de tension séparé défini par une tension de seuil maximale de 90 V et par un courant correspondant de 2,5 μ A à 50 Hz à l'interface.

3.19.2 système MR: Système détecteur de tension séparé défini par une tension de seuil maximale de 30 V et par un courant correspondant de 2,5 μ A à 50 Hz à l'interface.

3.9 test point (TP): Connecting point of an integrated VDS. It consists of one pole with the signal. It can be used for various purposes, for example phase comparison.

3.10 connecting lead: Electrical connection between the coupling electrode and the interface or the integrated indicator.

3.11 terminal lead: Electrical connection between interface or test point and the signal-processing circuit of portable voltage indicator or phase comparator.

3.12 voltage limiting device: Protective device that limits the voltage at the connection of the coupling electrode if the coupling dielectric fails.

3.13 short-circuiting device: Device which connects the coupling system to earth when the indicator is removed from the interface.

3.14 measuring circuit components: Components which establish the electrical interface conditions for the indicator. It can be made by discrete components or by the capacitance to earth of other parts of the coupling system.

NOTE – The coupling electrode has a capacitance (stray capacitance) to earth that is to be taken into account when determining the measuring circuit components.

3.15 measuring voltage (U_m): Power-frequency voltage transmitted from the live part to the coupling electrode via the coupling dielectric, when the indicator is connected to the interface.

3.16 threshold voltage (U_t): Value of the measuring voltage corresponding to the change of state from the indication "voltage not present" to the indication "voltage present".

3.17 maximum measuring voltage (U_{mm}): Highest operating frequency voltage at the interface that may occur, when the indicator is connected to the interface, for a long time in case of maximum permissible operating voltage and under worst power supply conditions and selected threshold conditions:

$$U_{mm} = U_{tmax} \times 1,2 \times U_n / U_{et}$$

where

U_{tmax} is the maximum threshold voltage, characterizing the threshold level according to table 1;

U_n is the nominal voltage of the power supply system;

U_{et} is the phase-to-earth voltage when the voltage U_{tmax} has been reached in the individual pole.

3.18 input impedance (X_c): Defined for separable voltage indicators with periodically changing input impedance as its maximum value.

3.19 Types of separable VDS

In the case of separable VDS five different systems are defined (see table 1).

3.19.1 HR-system: Separable voltage detecting system which is defined by a maximum threshold voltage of 90 V and a corresponding current of 2,5 μ A at 50 Hz on the interface.

3.19.2 MR-system: Separable voltage detecting system which is defined by a maximum threshold voltage level of 30 V and a corresponding current of 2,5 μ A at 50 Hz on the interface.

3.19.3 système LR: Système détecteur de tension séparé défini par une tension de seuil maximale de 5 V et par un courant correspondant de 2,5 μ A à 50 Hz à l'interface.

3.19.4 système LRM: Système détecteur de tension séparé défini par le même niveau de seuil que le système LR à l'interface, mais avec des caractéristiques dimensionnelles différentes.

3.19.5 système LRP: Système détecteur de tension séparé défini par une tension maximale de seuil de 5 V et par un courant correspondant de 1 μ A à 50 Hz à l'interface.

3.20 adaptateur: Dispositif destiné à ajuster les conditions mécaniques et électriques de systèmes détecteurs de tension différents (voir figure 3). Il est désigné par les lettres des deux systèmes correspondants, la première étant la désignation du système de couplage et la seconde représentant l'indicateur. On peut rencontrer des adaptateurs HR-MR, HR-LR, HR-LRM, HR-LRP, MR-LR, MR-LRM, MR-LRP, LR-LRM, LR-LRP, LRM-LR, LRM-LRP.

3.21 comparateur de phase: Appareil qui indique la concordance ou la discordance de phase entre les interfaces et/ou les points de test.

3.22 comparateurs de phase universels (UPC): Appareils destinés à la comparaison entre des systèmes de couplage de VDS séparés traités par la présente norme. Les types de VDS pour lesquels le comparateur de phase universel convient doivent être définis dans les instructions d'emploi.

3.23 comparateurs de phase spécifiques (SPC): Appareils destinés à la comparaison entre des systèmes de couplage identiques ou des VDS intégrés identiques qui doivent être définis spécifiquement dans les instructions d'emploi.

NOTE – L'indication du comparateur de phase spécifique SPC peut dépendre de la différence de tension.

Définitions VEI

3.24 essai de type: Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications. [VEI 151-04-15]

3.25 essai individuel de série: Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis. [VEI 151-04-16]

3.26 essai (de série) sur prélèvement: Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot. [VEI 151-04-17]

3.27 essai de réception: Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. [VEI 151-04-20]

3.28 essai de maintenance: Essai effectué périodiquement sur un dispositif ou un équipement et destiné à vérifier que ses caractéristiques de fonctionnement se maintiennent dans des limites spécifiées, après avoir procédé, le cas échéant, aux ajustements nécessaires. [VEI 151-04-22]

4 Prescriptions

4.1 Généralités

4.1.1 Les VDS séparés doivent comporter au minimum un système de couplage et un indicateur.

3.19.3 LR-system: Separable voltage detecting system which is defined by a maximum threshold voltage of 5 V and a corresponding current of 2,5 μ A at 50 Hz on the interface.

3.19.4 LRM-system: Separable voltage detecting system defined by the same threshold level as the LR-system on the interface, but with different dimensional characteristics.

3.19.5 LRP-system: Separable voltage detecting system which is defined by a maximum threshold voltage of 5 V and a corresponding current of 1 μ A at 50 Hz on the interface.

3.20 adapter: Device which provides for compatibility between the mechanical and electrical features of different voltage detecting systems (see figure 3). It is designated by the letters of the two relevant systems, the first being the designation of coupling system, the latter the indicator. There may be adapters HR-MR, HR-LR, HR-LRM, HR-LRP, MR-LR, MR-LRM, MR-LRP, LR-LRM, LR-LRP, LRM-LR, LRM-LRP.

3.21 phase comparator: Apparatus which indicates the phase balance or unbalance between interfaces and/or test points.

3.22 universal phase comparator (UPC): Apparatus designed to provide comparison between coupling systems of separable VDS covered by this standard. The types of VDS for which the UPC is suitable shall be specified in the instructions for use.

3.23 specific phase comparator (SPC): Apparatus designed to provide comparison between identical coupling systems or identical integrated VDS which shall be clearly specified in the instructions for use.

NOTE – Indication of an SPC may be dependent on voltage difference.

IEV definitions

3.24 type test: Test on one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

3.25 routine test: Test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria. [IEV 151-04-16]

3.26 sampling test: Test on a number of devices taken at random from a batch. [IEV 151-04-17]

3.27 acceptance test: Contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its Specification. [IEV 151-04-20]

3.28 maintenance test: Test carried out periodically on a device or equipment to ascertain and, if necessary, make certain adjustments to ensure that its performance remains within specified limits. [IEV 151-04-22]

4 Requirements

4.1 General

4.1.1 Separable VDS shall include at least a coupling system and an indicator.

4.1.2 Le système de couplage d'un VDS séparé doit comprendre au minimum: le diélectrique de couplage, l'électrode de couplage et l'interface. De plus, il peut également comporter un conducteur de liaison, un dispositif limiteur de tension, un dispositif de mise en court-circuit et les composants du circuit de mesure. Un système de couplage ne doit comporter qu'une seule interface.

4.1.3 L'indicateur doit comporter un indicateur et des connexions électriques à l'interface ou au conducteur de liaison.

4.1.4 Les VDS intégrés doivent comporter au minimum le diélectrique de couplage, l'électrode de couplage et un indicateur de tension incorporé avec point de test. En outre, ils peuvent également comprendre un conducteur de liaison, un dispositif limiteur de tension et les composants du circuit de mesure.

4.1.5 La connexion électrique doit être établie par boulonnage, compression, brasage, soudage ou pression assurée d'un ressort. Les boulons constituant un passage pour le courant doivent prendre dans des filetages métalliques.

4.2 Valeurs du seuil d'indication

4.2.1 L'indication «présence de tension» doit apparaître:

- dans les systèmes triphasés lorsque la tension entre phase et terre est comprise entre 45 % et 120 % de la tension nominale et ne doit pas apparaître si cette tension est inférieure à 10 % de la tension nominale;
- dans les systèmes monophasés à un point mis à la terre lorsque la tension entre phase et terre est comprise entre 78 % et 120 % de la tension nominale et ne doit pas apparaître si cette tension est inférieure à 17 % de la tension nominale;
- dans les systèmes monophasés mis à la terre par point milieu lorsque la tension entre phase et terre est comprise entre 39 % et 60 % de la tension nominale et ne doit pas apparaître si cette tension est inférieure à 9 % de la tension nominale.

4.2.2 Dans un VDS séparé, un courant inférieur à I_{tmin} doit passer à travers une impédance de charge égale à X_{cmax} si la tension entre phase et terre est égale à 10 % de la tension nominale. Si la tension entre phase et terre est égale à 45 % de la tension nominale, un courant au moins égal à I_{tmax} doit passer par une impédance de charge égale à X_{cmin} (voir tableau 1).

4.2.3 Les valeurs de tension de seuil des indicateurs de tension séparés doivent correspondre à celles indiquées au tableau 1.

4.2.4 Les comparateurs de phase doivent afficher: «discordance de phase», si le décalage de phase entre les tensions simples est supérieur à $\pm 60^\circ$ et doivent afficher «concordance de phase» si ce décalage est inférieur à $\pm 15^\circ$.

4.2.5 Les comparateurs de phase ou les dispositifs mixtes de comparaison de phase et d'indication de tension utilisés sur des VDS séparés doivent respecter les prescriptions définies en 4.2.4 dans la plage des tensions d'interface (entre U_{tmax} et U_{mm}). Pour une tension inférieure à U_{tmin} , aucune indication ne doit apparaître.

Les comparateurs de phase utilisés sur les VDS intégrés doivent respecter les prescriptions de 4.2.4 pour les tensions de service phase-terre comprises dans la plage $U_n/\sqrt{3} \pm 20\%$.

4.2.6 Les comparateurs de phase universels (UPC) doivent indiquer la concordance ou la discordance de phases entre les tensions à comparer conformément à 4.2.4, sans être anormalement influencés par les différences entre les capacités des deux systèmes de couplage.

4.1.2 The coupling system of a separable VDS shall include as a minimum: the coupling dielectric, coupling electrode and interface. In addition, it may also include the connecting lead, voltage limiting device, short-circuiting device and measuring circuit components. One coupling system shall have only one interface.

4.1.3 The indicator shall include an indicating element and electrical connections to the interface or to the connecting lead.

4.1.4 Integrated VDS shall include at least the coupling dielectric, the coupling electrode and a built-in voltage indicator with test point. In addition, it may also include a connecting lead, a voltage limiting device and measuring circuit components.

4.1.5 Electrical connections shall be provided by secure bolting, compression, soldering, welding or secured spring pressure. Bolts providing a current path shall engage in metal threads.

4.2 *Threshold values for indication*

4.2.1 The indication "voltage present" shall appear:

- in three-phase systems when the actual line-to-earth voltage is in the range of 45 % to 120 % of the nominal voltage, and shall not appear when the actual line-to-earth voltage is less than 10 % of the nominal voltage;
- in single pole earthed single-phase systems when the actual line-to-earth voltage is in the range of 78 % to 120 % of the nominal voltage, and shall not appear when the actual line-to-earth voltage is less than 17 % of the nominal voltage;
- in mid-point earthed single-phase systems when the actual line-to-earth voltage is in the range of 39 % to 60 % of the nominal voltage, and shall not appear when the actual line-to-earth voltage is less than 9 % of the nominal voltage.

4.2.2 In a separable VDS, a current of less than I_{tmin} shall flow through a load impedance of X_{cmax} when the actual line-to-earth voltage is 10 % of the nominal voltage. If the actual line-to-earth voltage is 45 % of the nominal voltage a current of at least I_{tmax} shall flow through a load impedance of X_{cmin} , see table 1.

4.2.3 Separable voltage indicators shall have threshold values according to table 1.

4.2.4 Phase comparators shall indicate "phase unbalance" if the phase shift between line-to-earth voltages is greater than $\pm 60^\circ$, and shall indicate "phase balance" if the phase shift is lower than $\pm 15^\circ$.

4.2.5 Phase comparators or combined devices for voltage indication and phase comparison used on separable VDS shall comply with the requirements of 4.2.4 in the range of interface voltage (from U_{tmax} to U_{mm}). For voltages less than U_{tmin} , no indication shall appear.

Phase comparators used on integrated VDS shall comply with the requirements of 4.2.4 for line-to-earth operating voltages in the range of $U_n/\sqrt{3} \pm 20\%$.

4.2.6 A UPC shall indicate, according to 4.2.4, the phase balance or unbalance between the voltages to be compared without being unduly influenced by the differences between capacitances of the two coupling systems.

4.2.7 Les comparateurs de phase universels (UPC) doivent indiquer la concordance ou la discordance des phases entre les tensions à comparer conformément à 4.2.4, indépendamment de l'amplitude des tensions individuelles dans la plage de tensions où l'indication peut apparaître. L'impédance d'entrée X_c de l'UPC doit correspondre à celle du VDS pour lequel l'UPC est conçu.

4.2.8 L'indication indiscutable des comparateurs de phase spécifiques (SPC) conformément à 4.2.4 ne doit pas être affectée par la différence entre les tensions de mesure susceptible de provenir:

- d'une différence entre les tensions de service qui peut aller jusqu'à 5 %;
- des tolérances de construction entre des systèmes de couplage identiques ou des VDS intégrés identiques.

4.3 Indication et perceptibilité

4.3.1 Les indicateurs doivent indiquer clairement l'état de la tension ou la concordance de phase.

4.3.2 L'indication doit être sous forme visuelle ou, dans le cas des VDS séparés, sous forme sonore ou sous forme visuelle et sonore. Pour les indicateurs visuels et sonores, l'indication sonore peut présenter un niveau de pression acoustique réduit. Deux catégories d'indicateurs visuels sont définies: l'un limité à l'utilisation intérieure, l'autre pour l'utilisation intérieure et extérieure.

4.3.3 Dans le cas d'une indication visuelle, la fréquence de répétition doit être au moins égale à 1 Hz. Dans le cas d'une indication sonore intermittente, la fréquence d'impulsion doit être comprise entre 1 Hz et 3 Hz et le rapport impulsion/repos doit être égal à 4/1. Ces prescriptions doivent être respectées pour une tension phase-terre égale ou supérieure à 45 % de la tension nominale ou, dans le cas d'indicateurs de tension séparés, pour une tension de mesure égale ou supérieure à U_{tmax} . Pour une tension phase-terre inférieure à 10 % de la tension nominale ou, pour les indicateurs de tension séparés, dans le cas d'une tension de mesure inférieure à U_{tmin} , l'indication doit être «absence de tension», sans aucun signal actif pour les indicateurs sans alimentation incorporée.

4.3.4 Les indicateurs de tension avec alimentation incorporée doivent indiquer les deux états «présence de tension» et «absence de tension» par des signaux actifs. Les deux signaux actifs ne doivent pas être basés exclusivement sur des lumières de couleurs différentes pour permettre le discernement. Des caractéristiques supplémentaires telles que la séparation spatiale des sources de lumière, des signaux lumineux de formes distinctes, le clignotement des signaux lumineux ou des signaux sonores à niveau élevé de pression doivent être utilisés.

4.3.5 Les indicateurs ne doivent pas réagir à des tensions continues.

4.3.6 Les indicateurs doivent préciser le changement de l'état de la tension ou de l'angle de phase en moins de 1 s.

4.3.7 Les comparateurs de phase doivent signaler la «discordance de phase» par un signal actif.

4.3.8 Les comparateurs de phase avec alimentation incorporée doivent indiquer les deux conditions «discordance de phase» et «concordance de phase» par des signaux actifs. La perceptibilité des deux signaux actifs ne doit pas être uniquement basée sur des lumières de couleurs différentes pour permettre le discernement. Des caractéristiques supplémentaires telles que la séparation spatiale des sources de lumière, des signaux lumineux de formes distinctes, le clignotement des signaux lumineux ou des signaux sonores à niveau élevé de pression doivent être utilisés.

4.2.7 A UPC shall indicate, according to 4.2.4, the phase balance or unbalance between the voltages to be compared, independent of the amplitude of the single voltages within the voltage range in which indication should appear. The input impedance X_c of UPC shall correspond to the VDS the UPC is built for.

4.2.8 The clear indication of an SPC, according to 4.2.4, shall not be affected by the difference between measuring voltages which can result from:

- a difference of up to 5 % between operating voltages;
- tolerances of construction between identical coupling systems or identical integrated VDS.

4.3 *Indication and perceptibility*

4.3.1 Indicators shall clearly indicate the voltage state or phase balance.

4.3.2 The indication shall be in a visual or, in case of separable VDS, an audible form or both. In indicators having both visual and audible indication, the audible indication is permitted to have a reduced sound pressure level.

Two classes of indicators with visual indication are specified: one restricted to indoor use, the other for indoor and outdoor use.

4.3.3 With a visual indication, the repetition frequency shall be at least 1 Hz. With an intermittent audible indication, the pulse frequency shall be between 1 Hz and 3 Hz, and the ratio of pulse/pause shall be 4/1. These requirements shall be met for an actual line-to-earth voltage equal to or greater than 45 % of the nominal voltage or, for separable voltage indicators, for a measuring voltage equal to or greater than U_{tmax} . For an actual line-to-earth voltage lower than 10 % of the nominal voltage or, for separable voltage indicators, for a measuring voltage lower than U_{tmin} , the indication shall be "voltage not present" with no active signal allowed for indicators having no built-in power source.

4.3.4 Voltage indicators with built-in power source shall indicate both states "voltage present" and "voltage not present" by means of active signals. The two active signals shall not rely solely on light of different colours for perceptibility. Additional characteristics such as spatial separation of the light sources, distinctive form of the light signals, flashing light or audible signals with full sound pressure level shall be used.

4.3.5 Voltage indicators shall not respond to a d.c. voltage.

4.3.6 Indicators shall indicate the change of the state of voltage or the phase relation within 1 s.

4.3.7 Phase comparators shall indicate the state "phase unbalance" by means of an active signal.

4.3.8 Phase comparators with built-in power source shall indicate both states "phase balance" and "phase unbalance" by means of active signals. The two active signals shall not rely solely on light on different colours for perceptibility. Additional characteristics such as spatial separation of the light sources, distinctive form of the light signals, flashing light or audible signals with full sound pressure level shall be used.

4.3.9 Une tension inférieure à U_{tmin} d'un côté doit entraîner l'affichage «discordance de phase» dans le cas des comparateurs de phase qui n'émettent qu'un seul signal actif. Dans le cas des comparateurs qui fournissent deux signaux actifs ou davantage, l'absence de tension d'un côté doit entraîner soit l'absence d'indication soit un signal actif spécifique.

4.3.10 L'indication doit être clairement perceptible par l'utilisateur en position de travail et dans les conditions normales de lumière et de bruit.

4.3.11 Les indicateurs disposant d'une alimentation incorporée doivent donner une indication claire jusqu'à ce que l'alimentation soit épuisée, sauf si leur utilisation est limitée par un signal d'indisponibilité ou par un arrêt automatique.

4.4 *Prescriptions climatiques*

4.4.1 Les indicateurs doivent résister aux fluctuations prévisibles de la température.

4.4.2 Les indicateurs séparés doivent fonctionner correctement dans une plage de températures comprise entre -25°C et $+55^{\circ}\text{C}$.

Les VDS à indicateurs intégrés doivent fonctionner convenablement dans les limites de la classe de température correspondant aux conditions d'utilisation définies pour le matériel dans lequel ils sont installés.

4.4.3 Les tensions de seuil doivent être maintenues conformément à 4.2.1 dans la plage de températures spécifiée en 4.4.2.

4.4.4 Les limites de la tension de seuil doivent être maintenues conformément à 4.2.1 pendant la durée de vie dans les conditions d'exploitation définies pour le matériel dans lequel le VDS intégré est installé.

4.4.5 *Résistance d'isolation du système de couplage des VDS séparés*

La résistance d'isolation par rapport à la masse des composants portés à la tension de mesure doit être au moins égale à:

- $360\text{ M}\Omega$ dans le système HR;
- $120\text{ M}\Omega$ dans le système MR;
- $50\text{ M}\Omega$ dans le système LRP;
- $20\text{ M}\Omega$ dans les systèmes LR et LRM.

La résistance d'isolation doit être maintenue pendant la durée de vie et dans les conditions d'exploitation définies pour le matériel dans lequel le système de couplage est installé.

4.5 *Diélectrique de couplage*

4.5.1 Les matériels comportant des électrodes de couplage doivent être réalisés conformément à leurs normes. Dans le cas d'électrodes de couplage installées ultérieurement, un essai de type ainsi qu'un essai individuel de série supplémentaires sur la combinaison de matériel et d'électrode de couplage doivent être effectués.

4.5.2 Pour la protection des exploitants contre la présence de la tension du réseau à l'interface ou au point de test, il faut s'assurer qu'une défaillance éventuelle d'isolation du diélectrique de couplage entraînera nécessairement un défaut à la terre permanent.

Cette disposition sera assurée par la connexion à l'électrode de couplage d'un dispositif limiteur de tension.

4.3.9 For phase comparators providing only one active signal, a voltage less than U_{tmin} on one side shall lead to the indication "phase unbalance". For phase comparators providing two or more active signals, absence of voltage on one side shall result in either no indication or a specific active signal.

4.3.10 The indication shall be clearly perceptible to the user when in the recommended operating position and under practical lighting and noise conditions.

4.3.11 Indicators with built-in power source shall give a clear indication until the source is exhausted, unless their usage is limited by an indication of non-readiness or automatic shut-off.

4.4 Climatic requirements

4.4.1 Indicators shall be resistant to anticipated changes in temperature.

4.4.2 Separable indicators shall operate correctly within a temperature range of -25°C to $+55^{\circ}\text{C}$.

Integrated VDS shall operate correctly within limits of temperature class corresponding to service conditions defined for the equipment in which they are installed.

4.4.3 The threshold voltages in accordance with 4.2.1 shall be maintained throughout the specified temperature range according to 4.4.2.

4.4.4 The threshold voltage limits according 4.2.1 shall be maintained during operating life under service conditions defined for equipment in which the integrated VDS is installed.

4.4.5 Insulation resistance of the coupling system of a separable VDS

The insulation resistance of parts with measuring voltage to earth shall be at least:

- 360 M Ω in the HR-system;
- 120 M Ω in the MR-system;
- 50 M Ω in the LRP-system;
- 20 M Ω in the LR- and LRM-systems.

This insulation resistance shall be maintained during operating life under service conditions defined for equipment in which the coupling system is installed.

4.5 Coupling dielectric

4.5.1 Equipment comprising coupling electrodes shall be constructed in accordance with their relevant standards. With subsequently installed coupling electrodes, a type test as well as an additional routine test of the combination of equipment and coupling electrode shall be performed.

4.5.2 To provide protection for operators against the presence of operating voltage on the interface or the test point, it shall be ensured that any insulation failure of the coupling dielectric will necessarily cause a permanent earth fault.

This shall be achieved by connecting the coupling electrode to earth via a voltage limiting device.

Ce dispositif limiteur de tension peut être constitué par un composant spécifique (par exemple éclateur à gaz) ou par l'un des composants connectés en permanence à l'électrode de couplage (par exemple composant du circuit de mesure, dispositif de mise en court-circuit, etc.).

Pour le système LRP, des mesures de sécurité complémentaires peuvent être nécessaires.

4.5.3 Dans le cas des réseaux avec neutre isolé ou mis à la terre par circuit résonant, les courants de défaut à la terre sont limités à des valeurs réduites et le matériel peut être maintenu en service dans ces conditions pendant un temps prolongé; dans cette éventualité des précautions supplémentaires doivent être prises afin de s'assurer:

- soit que le défaut à la terre peut être facilement constaté par les exploitants (par exemple dans le cas des connecteurs séparables);
- soit qu'aucune tension dangereuse ne peut se présenter à l'interface ou au point de test pendant toute la durée du défaut à la terre, même pendant la mise en place de l'indicateur.

Si ce n'est le cas, alors l'utilisation de prises de mise en court-circuit démontables manuellement sur l'interface est interdite pour un tel réseau.

4.5.4 La tension correspondant au seuil de fonctionnement du dispositif limiteur de tension doit respecter les prescriptions ci-après:

- elle doit être limitée à 30 % au maximum de la tension nominale du réseau;
- elle doit être inférieure à la valeur limite la plus faible de la tenue diélectrique du reste du système de couplage;
- pour les systèmes de couplage des VDS séparés, elle doit être limitée au maximum à $18 \times U_{tmax}$.

4.5.5 Les effets provoqués par la réponse du dispositif limiteur de tension doivent être pris en compte lors de l'élaboration du concept de protection de l'installation.

4.5.6 Lors d'un court-circuit entre l'électrode de couplage et la terre à la fréquence nominale et à la tension assignée entre un conducteur et la terre, le courant ne doit pas dépasser 1 mA. Dans le cas d'un système de couplage conçu pour plusieurs tensions assignées, la tension assignée la plus élevée doit être utilisée comme donnée de base. Si le degré de protection de l'interface ou du point de test est inférieur à IP2X d'après la CEI 60529, la valeur du courant doit être limitée à 0,5 mA au lieu de 1 mA.

4.6 Composants du circuit de mesure

4.6.1 Si des éléments discrets sont utilisés pour le circuit de mesure, ils doivent être passifs.

4.6.2 Les pièces des composants du circuit de mesure doivent maintenir leurs caractéristiques techniques même après une durée d'exploitation prolongée. Les composants doivent être sélectionnés sur les Nomenclatures de Produits Homologués de l'IECQ, Guide QC 001005. Pour les condensateurs, un système de contrôle de la qualité conforme aux publications CEI 60384, classe d'essai 40/85/56, est suffisant. Les composants doivent convenir au minimum aux mêmes conditions d'exploitation que celles définies pour le matériel sur lequel le système de couplage est installé.

4.6.3 L'angle de phase entre la tension des pièces sous tension et celle de l'interface ne doit pas être modifiée de plus de $\pm 5^\circ$ par le système de couplage des VDS séparés.

The voltage limiting device can be a specific component (for example gas discharger) or be one of the components permanently connected to the coupling electrode (for example measuring circuit component, short-circuiting device, etc.).

For the LRP-system, additional safety measures may be necessary.

4.5.3 For systems with insulated or resonant earthed neutral, earth fault currents are limited to low values and equipment can be maintained in operation for a long period of time under these conditions; in such cases additional precautions must be taken to ensure that:

- either earth fault condition can easily be observed by operators (for example separable connectors);
- or no dangerous voltage can occur on the interface or the test point for earth fault duration even during insertion of the indicator.

Otherwise, the use of manually removable short-circuiting plugs on the interface is not allowed on such a system.

4.5.4 The threshold voltage of the voltage limiting device shall comply with the following requirements:

- it shall be limited to a maximum 30 % of the nominal voltage of the power system;
- it shall be less than the lowest limiting value of the dielectric strength in the remaining coupling system;
- for coupling systems of separable VDS, it shall be limited to a maximum $18 \times U_{tmax}$.

4.5.5 The effects caused by the response of the voltage limiting device shall be taken into account when determining the protection concept of the installation.

4.5.6 The current during a short circuit between coupling electrode and earth with nominal frequency and rated voltage between conductor and earth shall not exceed 1 mA. In the case of coupling systems designed for several rated voltages, the highest rated voltage shall be used as a base. If the degree of protection of the interface or the test point is lower than IP2X according to IEC 60529, the current value shall be limited to 0,5 mA instead of 1 mA.

4.6 *Measuring circuit components*

4.6.1 If discrete parts are used for the measuring circuit components, these shall be passive.

4.6.2 The parts for the measuring circuit components shall maintain their technical data, even after a long period of operation. Components shall be chosen in the Qualified Products Lists of IECQ guide QC 001005. In the case of capacitors, a system of quality assessment in accordance with the IEC 60384 series, test class 40/85/56 is sufficient. Components shall be suitable at least for the same service conditions defined for the equipment in which the coupling system is installed.

4.6.3 The phase relation between the voltage of the live part and the voltage at interface shall not be changed by the coupling system of separable VDS by more than $\pm 5^\circ$.

4.7 Conducteur de liaison

4.7.1 Le conducteur de liaison doit présenter une résistance mécanique adéquate et doit supporter les charges thermiques et électriques prévues. Le conducteur de liaison des VDS séparés doit être calibré au minimum pour la tension de mesure maximale possible, c'est-à-dire 12 fois la tension d'interface U_{tmax} .

4.7.2 Conception des connexions

Les connexions du conducteur de liaison doivent être fiables et durables. Elles doivent être protégées contre les démontages intempestifs. A titre d'exemple de connexions conformes à cette prescription, on peut citer notamment:

- | | |
|--|-------------|
| – les connexions enroulées | CEI 60352-1 |
| – les connexions serties | CEI 60352-2 |
| – les connexions sous pression | CEI 60352-5 |
| – les points de serrage à vis | CEI 60999 |
| – les bornes plates à connexion rapide | CEI 60760 |
| – les points de serrage sans vis | CEI 60999 |

Les connexions soudées ne sont pas admises pour les conducteurs câblés.

4.7.3 L'écran des conducteurs de liaison coaxiaux doit être mis à la terre.

4.7.4 Les conducteurs de liaison doivent être protégés contre les agressions mécaniques.

4.7.5 Les passages sur des pièces mobiles, telles que les portes, nécessitent une protection supplémentaire contre le frottement ou l'écrasement. Un conducteur de liaison sans écran doit être fixé de telle sorte que sa position et sa capacité par rapport à la terre ou aux autres conducteurs ne puissent varier de façon notable.

4.7.6 Dans la mesure du possible, les conducteurs de liaison doivent être posés sans découpe. S'ils doivent passer à travers des dispositifs de connexion, ces derniers doivent être conformes à la CEI 60999.

4.7.7 Un conducteur de liaison se raccordant à un matériel séparable de l'installation peut être déconnectable. Les points de connexion doivent être clairement repérés.

4.7.8 Les conducteurs de liaison des systèmes détecteurs doivent être réalisés et posés de telle sorte que les tensions de mesure ne soient pas indûment influencées entre elles ou par d'autres conducteurs.

NOTE – Dans le cas de l'utilisation de conducteurs coaxiaux, le blindage contre les effets diélectriques est généralement assuré.

4.8 Interface et point de test

4.8.1 Un contact électrique correct entre le conducteur de liaison et la liaison terminale doit être possible sur l'interface. Les points de contact doivent être protégés contre la corrosion. L'interface doit se composer de socles conformes au tableau 2 et disposés suivant celui-ci.

4.8.2 Le point de test doit assurer un contact électrique correct. Les points de contact doivent être protégés contre la corrosion. Le point de contact doit se composer d'un seul socle conforme au tableau 2 et disposé selon ce tableau.

NOTE – Pour les VDS intégrés, il convient de prévoir au moins une connexion de terre facilement accessible en façade de l'installation pour y brancher le conducteur de terre d'un comparateur de phase si nécessaire.

4.8.3 Si le signal a été redressé au point de test, la demi-onde positive doit être conservée.

4.7 *Connecting lead*

4.7.1 The connecting lead shall be of adequate mechanical strength, and shall withstand all expected electrical and thermal loads. The connecting lead of separable VDS shall be rated for at least the maximum possible measuring voltage, that is 12 times the interface voltage U_{tmax} .

4.7.2 *Design of the connection*

The connections of the connecting lead shall be reliable and durable. They shall be secured against unintentional separation. Examples of connections complying with those requirements are:

- wire wrap connections IEC 60352-1
- crimp connections IEC 60352-2
- press-in connections IEC 60352-5
- clamping points of bolted clamps IEC 60999
- flat quick-connect terminations IEC 60760
- boltless clamping points IEC 60999

Soldered connections for stranded conductors are not permitted.

4.7.3 The screen of screened connecting leads shall be earthed.

4.7.4 The connecting lead shall be protected against mechanical damage.

4.7.5 Transitions onto moving parts, such as doors, require additional protection against chafing or crushing. An unscreened connecting lead shall be fixed so that its position and its capacitance to earth or other lines cannot change noticeably.

4.7.6 If possible, a connecting lead shall be installed without it being cut. If connecting leads are to be guided through clamps, the clamps shall comply with IEC 60999.

4.7.7 A connecting lead to equipment which is separable from the installation may be provided with means for connection/disconnection. The connecting points shall be clearly marked.

4.7.8 The connecting leads of detecting system shall be constructed and installed so that the measuring voltages are not unduly influenced by one another or by other lines.

NOTE – When using coaxial lines, the screening against dielectric influences is generally ensured.

4.8 *Interface and test point*

4.8.1 Means for an effective electrical contact between the connecting lead and the terminal lead shall be provided at the interface. The points of contact shall be protected against corrosion. The interface shall consist of plug sockets according to table 2, and be arranged in accordance with that table.

4.8.2 The test point shall provide correct electrical contact. The points of contact shall be protected against corrosion. The test point shall consist of a single socket according to table 2, and be arranged in accordance with that table.

NOTE – For integrated VDS, at least one readily accessible earthing terminal should be provided at the front of the installation for connection of an earthing wire of any phase comparator, if required.

4.8.3 If the signal to the test point has been rectified, the positive going half-wave shall be supplied to the test point.

4.9 *Indicateur*

4.9.1 Les indicateurs doivent être conçus pour indiquer la présence d'une tension alternative avec une fréquence nominale de 16 $\frac{2}{3}$ Hz, 50 Hz ou 60 Hz ou de tension alternative de fréquence nominale comprise entre 50 Hz et 60 Hz.

4.9.2 Les indicateurs doivent présenter une rigidité diélectrique suffisante.

4.9.3 La résistance d'isolation de l'enveloppe entre les pôles de l'indicateur doit être suffisamment élevée et ne doit pas affecter l'indication.

4.9.4 Les indicateurs doivent être conformes au degré de protection IP2X selon la CEI 60529. L'indication ne doit pas être affectée par la poussière et/ou l'humidité.

4.9.5 Les indicateurs doivent résister aux chocs mécaniques. Les indicateurs séparés doivent également résister aux chutes.

4.9.6 Les indicateurs doivent résister aux vibrations.

4.9.7 Les indicateurs d'un système HR qui peuvent être branchés sur un socle de prise de courant 230 V c.a. doivent être conformes à la classe de protection II de la CEI 60536.

4.9.8 Les indicateurs ne doivent pas être démontables ou doivent comporter des dispositifs indiquant les tentatives de démontage sauf pour les pièces destinées à être remplacées, telles que alimentation incorporée, témoin lumineux.

4.9.9 Le circuit interne des indicateurs sans dispositif de contrôle ne doit pas être interruptible, notamment par un dispositif de protection contre les surcharges ou par commutateur.

4.9.10 Les connexions doivent être réalisées de sorte qu'il leur soit impossible de se défaire involontairement, de se détacher ou de changer de position.

4.9.11 Les connexions des indicateurs séparés doivent assurer un contact électrique correct entre la liaison terminale et l'interface. Les points de contact doivent être protégés contre la corrosion.

4.9.12 Les indicateurs de tension des systèmes HR et MR ne doivent pas comporter de liaison terminales souples. Les indicateurs de tension du système HR doivent être équipés de fiches de prise de courant de sécurité conformes à la figure C.1.

4.9.13 Les indicateurs de tension disposant d'alimentation incorporée doivent être équipés d'un dispositif de contrôle. Pendant l'essai de fonctionnement, le dispositif doit pouvoir vérifier tous les composants influençant l'indication, notamment les liaisons terminales, pour s'assurer de leur bon fonctionnement, et doit indiquer clairement leur disponibilité pour l'utilisation, y compris celle de l'alimentation incorporée. Si tous les circuits ne peuvent être contrôlés, cette limitation doit être clairement indiquée dans les instructions d'utilisation et la réalisation de ces circuits doit présenter une très haute fiabilité.

4.9.14 Pour les indicateurs de tension dépourvus d'alimentation incorporée, un dispositif ou une procédure adéquate d'essai de fonctionnement (au minimum contrôle de l'indication) doit être fourni par le fabricant.

4.10 *Liaisons terminales des indicateurs séparés*

4.10.1 Les liaisons terminales des indicateurs de tension des systèmes LR et LRM, lorsqu'elles existent, doivent être des câbles de type coaxial.

4.9 *Indicator*

4.9.1 Indicators shall be designed to give indication of an a.c. voltage with a nominal frequency of $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz or 60 Hz, or of a.c. voltages with a nominal frequency range from 50 Hz to 60 Hz.

4.9.2 Indicators shall be of adequate dielectric strength.

4.9.3 The insulation resistance of the casing between the poles of the indicator shall be suitable for the purpose and shall not affect the indication.

4.9.4 Indicators shall comply with protection class IP2X according to IEC 60529. Indication shall not be affected by dust and/or moisture.

4.9.5 Indicators shall resist mechanical shocks. Separable indicators shall also resist mechanical falls.

4.9.6 Indicators shall be vibration resistant.

4.9.7 Indicators for the HR-system which can be connected to 230 V a.c. socket-outlet shall comply with protection class II according to IEC 60536.

4.9.8 Indicators shall not be able to be dismantled or shall have markings to show any signs of tampering, except for those parts intended to be replaced by the user, for example built-in power sources, indicator lamps.

4.9.9 The internal circuit of indicators without testing element shall be continuous, for example it shall not be interrupted by overload protective devices or switches.

4.9.10 Connections shall be made in such a manner that they cannot separate unintentionally, become detached, or change their position.

4.9.11 The connections of separable indicators shall ensure a correct electrical contact between terminal lead and interface. The contact points shall be protected against corrosion.

4.9.12 Voltage indicators of the HR- and MR-systems shall not have any flexible terminal leads. Voltage indicators for the HR-system shall be equipped with plugs providing protection against electric shock according to figure C.1.

4.9.13 Voltage indicators with built-in power source shall be equipped with a testing element. During the function test, the testing element shall be capable of testing all the components influencing the indication, including terminal leads with regard to their correct functioning, and shall clearly indicate their readiness for use, including that of the built-in power source. When all circuits cannot be tested, any limitation shall be clearly stated in the instructions for use, and these circuits shall be constructed in a manner so as to provide high reliability.

4.9.14 For voltage indicators without a built-in power source, an adequate testing device or a procedure for a functioning test (at least checking the indication) shall be provided by the manufacturer.

4.10 *Terminal leads of separable indicators*

4.10.1 The terminal leads of voltage indicators of the LR- and LRM-systems, if any, shall be coaxial type cables.

4.10.2 La liaison terminale doit être conçue et guidée de manière à résister aux efforts résultant de l'utilisation prévue.

4.10.3 La liaison terminale doit être souple et son extrémité doit être protégée contre le flambage.

4.10.4 Les liaisons terminales des comparateurs de phase doivent présenter une longueur totale d'au moins 2 m et être équipées de fiches de raccordement aux interfaces ou aux points de test.

4.11 *Marquage*

4.11.1 Le marquage doit être lisible et permanent. Il peut être imprimé, gravé ou moulé.

4.11.2 *Marquage sur indicateurs séparés*

Chaque indicateur séparé doit comporter au minimum les marquages suivants en caractères d'au moins 2 mm de hauteur:

- CEI 61243-5;
- symbole du système détecteur (HR, etc.);
- type d'indicateur, sauf s'il s'agit uniquement d'un indicateur de tension;
- nom du fabricant ou de la marque commerciale;
- année de production;
- fréquence nominale ou plage de fréquences nominales si elle est différente de 50 Hz;
- type ou numéro de série;
- pour les indicateurs HR: symbole de la classe de protection II, le cas échéant;
- dernier essai de maintenance: (année).

4.11.3 *Marquage de l'interface*

Au minimum, les marquages suivants doivent être portés sur les interfaces des VDS séparés, de façon lisible, en caractères d'au moins 3 mm de hauteur:

- symbole de l'interface capacitive conformément à la présente norme (voir figure 4);
- symbole du système détecteur (HR, etc.);
- dernier essai de maintenance: (année);
- sur chaque interface: désignation de la phase (L1, L2, L3 et pour HR, MR et LRM: symbole de mise à la terre en supplément) (voir figure 5).

Pour les systèmes de couplage LRP les marquages, à l'exception du symbole de l'interface capacitive, peuvent être portés par l'équipement auquel sont raccordés les connecteurs séparables.

4.11.4 *Marquage sur les indicateurs des VDS intégrés*

Au minimum les marquages suivants doivent apparaître sur le point de test et l'indicateur de manière lisible en caractères d'au moins 3 mm de hauteur:

- CEI 61243-5;
- désignation de la phase (L1, L2, L3).

4.10.2 The terminal lead shall be designed and guided so as to resist the forces occurring when used as intended.

4.10.3 The terminal lead shall be flexible and its end shall be protected against buckling.

4.10.4 Terminal leads of phase comparators shall have a total length of at least 2 m and shall be provided with suitable plugs for connection to the interfaces or test points.

4.11 Markings

4.11.1 Markings shall be legible and permanent. They may be printed, engraved or moulded.

4.11.2 Markings on separable indicators

Each separable indicator shall have at least the following markings with characters at least 2 mm high:

- IEC 61243-5;
- sign of detecting system (HR, etc.);
- type of indicator, unless only voltage indicator;
- manufacturer or trademark;
- year of production;
- nominal frequency or nominal frequency range, if other than 50 Hz;
- type or serial number;
- for HR-system indicators: symbol of insulation protection class II, if applicable;
- last maintenance test: (year).

4.11.3 Markings on interface

At least the following markings shall be assigned to interfaces of separable VDS in a perceptible manner, with characters at least 3 mm high:

- symbol for capacitive interface in accordance with this standard (see figure 4);
- sign of detecting system: (HR, etc.);
- last maintenance test: (year);
- on each interface: phase designation (L1, L2, L3 and for HR-, MR- and LRM-systems additionally: earthing symbol) (see figure 5).

For LRP coupling systems the markings, except the symbol for capacitive interface, may be attached to the equipment to which the separable connectors are connected.

4.11.4 Markings on indicators of integrated VDS

At least the following markings shall be assigned to the test point and indicating element in a perceptible manner with characters at least 3 mm high:

- IEC 61243-5;
- phase designation (L1, L2, L3).

4.12 *Instructions d'emploi*

4.12.1 *Instructions d'emploi des indicateurs séparés*

Les indicateurs séparés doivent être accompagnés des instructions d'emploi du fabricant. Celles-ci doivent comporter au minimum les directives concernant l'inspection, la maintenance, le stockage, le transport, le montage, la plage de tensions compatible avec une indication indiscutable, les essais de fonctionnement et l'utilisation (voir annexe B).

4.12.2 *Instructions d'emploi des systèmes de couplage et VDS intégrés*

Les systèmes de couplage et les VDS intégrés doivent être accompagnés des instructions d'emploi du fabricant (voir annexe B). Ces instructions peuvent faire partie de celles du matériel dans lequel ils sont installés.

5 **Essais**

5.1 *Généralités*

5.1.1 Les essais pour les systèmes de couplage sont indiqués au tableau A.1, pour les indicateurs de tension séparés au tableau A.2, pour les VDS intégrés au tableau A.3 et pour les comparateurs de phase au tableau A.4. Les essais doivent être réalisés dans l'ordre indiqué dans ces tableaux. Tous les essais doivent être effectués sur les mêmes systèmes de couplage, indicateurs ou VDS intégrés.

Si les prescriptions d'essai qui suivent ne permettent pas d'essayer des pièces individuelles, les essais respectifs doivent être effectués sur les ensembles complets.

Normalement, les essais monophasés suffisent. Les essais triphasés sont prescrits en cas de besoin.

5.1.2 Les essais de type doivent être effectués sur trois éprouvettes et/ou trois dispositifs complets. Si un échantillon ne réussit pas l'un des essais de type, le programme complet d'essais de type doit être renouvelé sur trois échantillons supplémentaires. Si de nouveau un échantillon ne réussit pas l'essai, le matériel est rejeté.

5.1.3 Les essais de série sur prélèvement doivent être effectués sur éprouvettes et conformément à l'annexe D.

5.1.4 Sauf indications contraires ci-après, les essais sous tension doivent être réalisés avec une tension alternative à une fréquence de 50 Hz.

5.1.5 Dans tous les essais affectant l'indication indiscutable, la valeur efficace des harmoniques de la tension d'essai ne doit pas excéder 3 % de la valeur efficace de la composante fondamentale.

5.1.6 Sauf indications contraires, précisées dans les paragraphes concernant les essais, les essais électriques doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques standard suivantes:

- température ambiante: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 45 % à 75 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

Pour les essais diélectriques, les facteurs de correction atmosphérique selon la CEI 60060-1 doivent être utilisés le cas échéant.

4.12 *Instructions for use*

4.12.1 *Instructions for use of separable indicators*

Separable indicators shall be accompanied by the manufacturer's instructions for use. They shall include as a minimum: instructions regarding inspection, maintenance, storage, transport, assembly, voltage range for clear indication, function test and use (see annex B).

4.12.2 *Instructions for use of coupling systems and integrated VDS*

Coupling systems and integrated VDS shall be accompanied by the manufacturer's instructions for use (see annex B). These instructions may be included in the instructions for use of the equipment in which they are installed.

5 Tests

5.1 *General*

5.1.1 The tests for coupling systems are given in table A.1, those for separable voltage indicators in table A.2, those for integrated VDS in table A.3 and those for phase comparators in table A.4. The tests shall be carried out in the sequence given in these tables. All tests shall be carried out on the same coupling systems, indicators, or integrated VDS.

Where the following test requirements do not allow tests on individual parts, the respective tests shall be performed on complete devices.

Single-phase tests are normally sufficient. Three-phase tests are prescribed where needed.

5.1.2 Type tests shall be performed on three test pieces and/or three complete devices. If a test piece does not pass one of the type tests, the entire type test programme shall be repeated on three more pieces. If a piece again does not pass one type test, the equipment has failed the test.

5.1.3 Sampling tests shall be performed with test pieces, and according to annex D.

5.1.4 Voltage tests shall, if not otherwise specified below, be performed with a.c. voltages at a frequency of 50 Hz.

5.1.5 In all tests affecting clear indication, the r.m.s. value of the harmonics of the test voltage shall not exceed 3 % of the fundamental frequency.

5.1.6 Unless otherwise specified in the individual test subclauses, the electrical tests shall be performed under the following standard atmospheric conditions:

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 45 % to 75 %;
- atmospheric pressure: 86 kPa to 106 kPa.

For dielectric tests, atmospheric correction factors according to IEC 60060-1 shall be used when applicable.

5.1.7 Tous les courants et tensions alternatifs sont définis et doivent être exprimés en valeurs efficaces.

5.1.8 Sauf indications contraires dans les paragraphes concernant les essais, des écarts de ± 5 % par rapport aux valeurs prescrites sont tolérables.

5.1.9 En cas de modification des composants individuels du système d'indication, seuls les essais de type éventuellement affectés par de telles modifications doivent être renouvelés.

5.2 *Disposition, assemblage, marquage et instructions d'emploi*

Il doit être vérifié que les prescriptions suivantes sont respectées le cas échéant, soit par contrôle visuel, soit par mesure ou autre méthode de vérification:

- marquage conforme à 4.11,
- instructions d'emploi conformes à 4.12;
- utilisation du matériel essayé conforme à 4.5.1;
- point de test et interfaces conformes à 4.8;
- type et caractéristiques techniques des composants du circuit de mesure conformes à 4.6;
- conception et montage des conducteurs de liaison conformes à 4.7;
- conception de l'indicateur conforme à 4.9.8;
- circuit interne de l'indicateur conforme à 4.9.9;
- connexions de l'indicateur conformes à 4.9.10;
- classe de protection conforme à 4.9.7;
- connexions de l'indicateur conformes à 4.9.11 et 4.9.12;
- dispositif de contrôle conforme à 4.9.13;
- classe de protection conforme à 4.9.4;
- connexions vissées conformes à 4.1.5;
- indication et perceptibilité conformes à 4.3.2, 4.3.4 et 4.3.7;
- liaisons terminales conformes à 4.10.

5.3 *Rigidité diélectrique du système de couplage ou des VDS intégrés*

5.3.1 Les essais de tenue aux tensions de choc de foudre et aux tensions à fréquence industrielle définis par la CEI 60694 doivent être effectués sur le système de couplage ou sur le matériel, ou sur la partie de ce dernier qui comporte le système de couplage ou le VDS intégré.

Les valeurs de la tension d'essai doivent être celles correspondant à la tension assignée du système de couplage ou du matériel conformément à la CEI 60694.

La tension d'essai doit être appliquée aux pièces sous tension et le système de couplage ou le VDS intégré doivent être raccordés à la terre comme dans la réalité.

Les essais doivent être réalisés et validés conformément à la CEI 60694.

Le dispositif limiteur de tension peut fonctionner pendant les essais mais cela ne doit pas provoquer de dommage au système de couplage ni au VDS.

5.3.2 De plus, pour les VDS intégrés ou les systèmes de couplage des VDS séparés dont l'interface n'est pas normalement mise à la terre, les essais de rigidité diélectrique définis en 5.3.1 doivent être recommencés après avoir raccordé l'interface ou le point de test à la terre.

5.1.7 All a.c. currents and voltages are defined in, and shall be expressed as, r.m.s. values.

5.1.8 For all values required, deviations of $\pm 5\%$ are permissible, unless otherwise specified in the individual test subclauses.

5.1.9 In the case of modifications to individual components of the detecting system, only those type tests, where the outcome may be affected by such modifying of components, shall be repeated.

5.2 *Arrangement, assembly, markings, and instructions for use*

It shall be verified whether the following requirements are fulfilled if applicable, either by visual inspection, measuring, or other method of checking:

- markings according to 4.11;
- instructions for use according to 4.12;
- use of tested equipment according to 4.5.1;
- interface and test point according to 4.8;
- type and technical data of measuring circuit components according to 4.6;
- design and installation of the connecting lead according to 4.7;
- design of indicator according to 4.9.8;
- internal circuit of indicator according to 4.9.9;
- connections of indicator according to 4.9.10;
- protection class according to 4.9.7;
- connections of indicator according to 4.9.11 and 4.9.12;
- testing element according to 4.9.13;
- class of protection according to 4.9.4;
- screw connections according to 4.1.5;
- indication and perceptibility according to 4.3.2, 4.3.4 and 4.3.7;
- terminal leads according to 4.10.

5.3 *Dielectric strength of the coupling system or integrated VDS*

5.3.1 Lightning impulse voltage withstand test and power-frequency voltage withstand test as defined in IEC 60694 shall be applied to the coupling system, or to the equipment or part of the equipment including the coupling system or integrated VDS.

The values of test voltage shall be those corresponding to rated voltage of the coupling system or equipment according to IEC 60694.

The test voltage shall be applied to the live parts, and the coupling system or integrated VDS shall be connected to earth as in practice.

The tests shall be carried out and assessed in accordance with IEC 60694.

During tests operation of voltage limiting device may occur. This shall not cause any damage to the coupling system or VDS.

5.3.2 For integrated VDS or coupling systems of separable VDS where the interface is not normally short-circuited to earth, dielectric tests given in 5.3.1 shall be repeated after having connected the interface or test point to earth.

5.4 Intensité maximale débitée par l'électrode de couplage

Toutes les pièces sous tension du matériel contenant l'électrode de couplage doivent être raccordées à la polarité haute tension du transformateur d'essai. L'électrode de couplage doit être raccordée à la connexion de terre du transformateur par l'intermédiaire d'un ampèremètre et toutes les pièces mises à la terre en service doivent y être aussi directement raccordées. La tension assignée du matériel (ou des dispositifs ou installations dans lesquels le matériel est utilisé) doit être utilisée comme tension d'essai.

L'essai est considéré comme satisfaisant si le courant mesuré n'excède pas 1 mA, ou 0,5 mA si le degré de protection de l'interface ou du point de test est inférieur à IP2X selon la CEI 60529.

5.5 Conditions d'interface pour les VDS séparés

5.5.1 Si des conducteurs de liaison non blindés sont utilisés dans des réseaux polyphasés, l'essai suivant doit être réalisé en utilisant un montage polyphasé.

Si les essais de type ne détectent aucune influence sensible des phases adjacentes sur la tension de mesure, l'essai individuel de série peut être réalisé en monophasé.

5.5.2 La partie sous tension du matériel contenant l'électrode de couplage doit être raccordée à une source de tension. La polarité de l'interface portant la tension doit être mise à la terre par l'intermédiaire d'une réactance capacitive et d'un ampèremètre, d'impédance totale égale à X_{cmax} conformément au tableau 1. La tension doit être augmentée jusqu'à ce qu'un courant égal à I_{tmin} indiqué au tableau 1 soit atteint. Cette tension U_{et1} doit être enregistrée.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension U_{et1} est égale ou supérieure à 10 % de U_n .

NOTE – Pour les systèmes autres que triphasés, il convient d'utiliser la tension entre phases ou entre phase et terre appropriée pour déterminer la limite inférieure de U_{et1} ; par exemple 17 % de la tension nominale sur les circuits monophasés à un point mis à la terre, 9 % de la tension nominale pour les circuits monophasés mis à la terre au point milieu.

5.5.3 La pièce sous tension du matériel contenant l'électrode de couplage doit être raccordée à une source de tension. La polarité de l'interface portant la tension doit être mise à la terre par l'intermédiaire d'une réactance capacitive et d'un ampèremètre, d'impédance totale égale à X_{cmin} suivant le tableau 1. La tension doit être augmentée jusqu'à ce qu'un courant égal à I_{tmax} indiqué au tableau 1 soit atteint. Cette tension U_{et2} doit être enregistrée. Ensuite, la tension d'essai doit être augmentée jusqu'à 120 % de la tension nominale.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension U_{et2} est inférieure à 45 % de la tension nominale en réseau triphasé et si le courant reste supérieur à I_{tmax} sur la plage de tensions comprise entre U_{et2} et $1,2 U_n$.

NOTE – Pour les systèmes autres que triphasés, il convient d'utiliser la tension entre phases ou entre phase et terre appropriée pour déterminer la limite supérieure de U_{et2} ; par exemple 78 % de la tension nominale sur les circuits monophasés à un point mis à la terre, 39 % de la tension nominale pour les circuits monophasés mis à la terre au point milieu.

5.6 Dispositif limiteur de tension

5.6.1 Les essais doivent être effectués sur le système de couplage complet, sauf pour le système LRP.

5.6.2 La tension d'essai alternative doit être appliquée sur l'interface ou sur le point de test et la tension doit être augmentée progressivement jusqu'à provoquer un amorçage, un claquage ou une limitation dans le système de couplage.

5.4 Maximum current from the coupling electrode

All live parts of the equipment containing the coupling electrode shall be connected to the high-voltage pole of the test transformer. The coupling electrode shall be connected to the earthed pole of the transformer via an ammeter, and all parts earthed in service shall be connected directly to it. The rated voltage of the equipment (or of the devices or installations in which the equipment is used) shall be applied as the test voltage.

The test is considered as passed, if the current measured does not exceed 1 mA or, where degree of protection on the interface or test point is lower than IP2X according to IEC 60529, 0,5 mA.

5.5 Interface conditions for separable VDS

5.5.1 If non-screened connecting leads are used in n-phase systems, the following test shall be performed on an n-phase basis.

If no severe influence on the measuring voltage from the adjacent phases is detected by the type tests, then the routine test may be carried out as a single-phase test.

5.5.2 The live part of the equipment containing the coupling electrode shall be connected to a voltage source. The pole of the interface carrying the voltage shall be earthed through a capacitive reactance and an ammeter with a total impedance of X_{cmax} according to table 1. The voltage shall be increased until a current of I_{tmin} given in table 1 is reached. That voltage U_{et1} shall be recorded.

The test is considered as passed if the voltage U_{et1} equals or exceeds 10 % of U_n .

NOTE – For systems other than three-phase, the applicable phase-to-phase or phase-to-earth voltage should be used to determine the lower limit for U_{et1} , for example 17 % of the nominal voltage in single-pole earthed single-phase systems, 9 % of the nominal voltage in mid-point earthed single-phase systems.

5.5.3 The live part of the equipment containing the coupling electrode shall be connected to a voltage source. The pole of the interface carrying the signal shall be earthed through a capacitive reactance and an ammeter with a total impedance of X_{cmin} according to table 1. The voltage shall be increased until a current of I_{tmax} given in table 1 is reached. That voltage U_{et2} shall be recorded. After that, the test voltage shall be increased up to 120 % of the nominal voltage.

The test is considered as passed if the voltage U_{et2} is lower than 45 % of the nominal voltage in three-phase systems, and the current remains higher than I_{tmax} in the voltage range from U_{et2} to 1,2 U_n .

NOTE – For systems other than three-phase, the applicable phase-to-phase or phase-to-earth voltage should be used to determine the upper limit for U_{et1} , for example 78 % of the nominal voltage in single pole earthed single-phase systems, 39 % of the nominal voltage in mid-point earthed single-phase systems.

5.6 Voltage limiting device

5.6.1 The tests shall be performed on the complete coupling system, except for the LRP-system.

5.6.2 The a.c. test voltage shall be applied to the interface or test point and steadily increased until flashover, breakdown, or limitation occurs in the coupling system.

L'essai est considéré comme satisfaisant si l'amorçage, le claquage ou la limitation sont intervenus au niveau du limiteur de tension et si la tension d'essai n'a pas dépassé 30 % de U_n , et pour les VDS séparés $18 \times U_{tmax}$.

5.6.3 L'aptitude à conduire le courant de défaut du dispositif limiteur de tension doit être vérifiée lors de l'essai suivant.

Brancher une source de tension alternative entre la connexion de l'électrode de couplage et de la terre. La tension doit être ajustée à la valeur nominale du système divisée par $\sqrt{3}$ et le courant présumé sera réglé à 50 A avec un facteur de puissance inductif de 0,15 au maximum.

La séquence d'essais suivante doit être réalisée:
durée du courant 1 s, pause 2 min, durée du courant 1 s.

L'essai est considéré comme satisfaisant si dans la séquence précédente, le dispositif limiteur de tension fonctionne correctement et assure le passage du courant. Il se peut que le dispositif limiteur de tension soit détruit pendant l'essai ou après.

Pour les réseaux correspondant à 4.5.3, on doit, de plus, vérifier:

- soit que l'état de défaut à la terre est clairement identifiable;
- soit que la tension sur l'interface ou le point de test n'excède pas 50 V eff. pendant la durée du défaut.

D'autres conditions d'essai, par exemple courant plus élevé, séquence d'essai différente, peuvent être choisies par accord entre constructeur et utilisateur.

5.7 *Influence de la température sur les systèmes de couplage des VDS séparés et sur les VDS intégrés*

5.7.1 L'essai doit être effectué conformément à 5.9.2. Tous les composants ayant une influence sur l'indication doivent être présents.

5.7.2 L'éprouvette doit être disposée dans une chambre climatique et:

- lors du premier cycle d'essai, elle doit être refroidie à une température stabilisée de -25 °C ou égale à la température ambiante minimale correspondant à la classe d'équipement dans lequel est incorporé le système de couplage ou le VDS intégré;
- au cours du second cycle, l'éprouvette est réchauffée à une température stabilisée de $+50\text{ °C}$.

5.7.3 La conformité des conditions d'interface définies en 5.5 ou les tensions de seuil définies en 5.11 doit être vérifiée lors des deux séries d'essais, soit en chambre climatique soit, lorsque cela n'est pas possible, 3 min après avoir sorti l'appareil de la chambre climatique.

5.7.4 L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions d'interface sont conformes aux prescriptions de 5.5 ou si les tensions de seuil sont conformes aux prescriptions de 5.11 aux deux températures d'essai.

5.8 *Rotation de phase du système de couplage*

5.8.1 Si on utilise exclusivement des composants capacitifs pour le circuit de mesure et le dispositif limiteur de tension, l'essai ci-après n'est pas nécessaire.

5.8.2 L'interface doit être raccordée à une impédance de charge capacitive et à une résistance de mesure montée en série. L'impédance de charge doit être de l'ordre de X_C .

The test is considered as passed, when flashover, breakdown, or limitation has occurred at the voltage limiting device and the test voltage has been not more than 30 % of U_n , and for separable VDS not more than $18 \times U_{tmax}$.

5.6.3 The current carrying capacity of the voltage limiting device shall be proven by the following test.

An a.c. voltage source shall be connected between the connection of the coupling electrode and earth. The voltage shall be adjusted to the nominal voltage of the system divided by $\sqrt{3}$ and the prospective current shall be set at 50 A with a power factor of 0,15 inductive at maximum.

The following test sequence shall be performed:
current duration 1 s, pause 2 min, current duration 1 s.

The test is considered as passed if in the above test sequence the voltage limiting device functions correctly and carries the current. During or after the test, the voltage limiting device may be destroyed.

Under network conditions corresponding to 4.5.3, additionally it has to be checked:

- either that earth fault condition is clearly observable;
- or that voltage at interface or test point does not exceed 50 V r.m.s. for fault duration.

Other test conditions, for example higher current, different test sequence, may be chosen upon agreement between manufacturer and user.

5.7 *Temperature dependence of the coupling systems of separable VDS and of integrated VDS*

5.7.1 The test shall be performed according to 5.9.2. All components and devices affecting the indication shall be present.

5.7.2 The test piece shall be placed in a climatic chamber and:

- in the first test run, be cooled down to a steady-state temperature of $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, or equal to the minimum ambient temperature corresponding to the class of equipment in which the coupling system or integrated VDS is built in,
- in the second test run, be heated up to a steady-state temperature of $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.7.3 Compliance with the interface conditions according to 5.5 or threshold voltages according to 5.11 shall be tested in both test runs, either in the climatic chamber, or, where this is not possible, within 3 min of removal from the climatic chamber.

5.7.4 The test is considered as passed, if the interface conditions comply with 5.5, or the threshold voltages comply with 5.11 at both test temperatures.

5.8 *Phase rotation of the coupling system*

5.8.1 If only capacitive components are used for the measuring circuit and the voltage limiting device the following test need not to be performed.

5.8.2 The interface shall be connected to a capacitive load impedance and a series-connected measuring resistor. The load impedance shall be in the range of X_c . The measuring

La résistance de mesure ne doit pas excéder $X_{\text{cmin}}/100$. La tension d'essai appliquée à la pièce sous tension doit être réglée à $0,6 U_n$ et à la fréquence nominale. L'angle de phase entre la tension de la pièce sous tension et la tension à la résistance de mesure doit être déterminée en tenant compte de la rotation de phase de la résistance de mesure.

5.8.3 L'essai est considéré comme satisfaisant si l'angle de phase mesuré n'excède pas 5° .

5.9 Résistance d'isolation du système de couplage en cas de pollution

5.9.1 Cet essai n'est pas nécessaire pour les systèmes de couplage LRP incorporés à des connecteurs séparables s'ils ont réussi l'épreuve d'étanchéité définie à l'annexe E et si la résistance d'isolation du système de couplage LRP demeure égale ou supérieure à $50 \text{ M}\Omega$ à l'issue de l'essai.

5.9.2 Cet essai doit être effectué sur un système de couplage complet prêt à fonctionner. Si tous les pôles sont de conception identique, il suffit d'essayer un seul pôle. En variante, on pourra effectuer l'essai sur un modèle de système de couplage comportant toutes les pièces d'origine montées comme elles le seraient en réalité. Il faut disposer au minimum les pièces suivantes sur un plateau métallique:

- l'équipement contenant l'électrode de couplage et sa connexion;
- les composants du circuit de mesure éventuel. Les pièces constitutives du circuit de mesure et du dispositif limiteur de tension qui ne doivent pas être soumises à la tension d'essai ou qui faussent les résultats seront remplacées par des maquettes en matériaux isolants de mêmes dimensions;
- connexions du conducteur de liaison éventuel;
- interface, y compris les protecteurs.

Le conducteur de liaison pourra être raccourci conformément au montage d'essai.

NOTE – Pour les systèmes de couplage qui ne sont pas livrés séparément et qui relèvent d'un équipement spécifique, l'essai pourra être effectué sur l'équipement complet comprenant le système de couplage.

5.9.3 L'éprouvette doit être refroidie à une température stabilisée de $10^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{K}$. Immédiatement après, elle doit être exposée dans sa position d'utilisation à un essai de brouillard salin conformément à la CEI 60068-2-11, sections 3, 4 et 7. Par dérogation à la CEI 60068-2-11, les conditions suivantes doivent être établies:

- le volume de pulvérisation doit être compris entre $0,3 \text{ l/h/m}^3$ et $0,5 \text{ l/h/m}^3$ du volume de la chambre;
- la pulvérisation doit être continue. Sa durée dépend de la variation de la résistance d'isolation de l'éprouvette.

La résistance d'isolation de l'interface doit être mesurée à intervalles réguliers de 30 min, à l'aide d'une tension de mesure continue d'au moins 500 V sans interrompre la pulvérisation.

L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que l'écart des trois dernières valeurs mesurées soit inférieur à 20 % de la valeur maximale de l'une de ces trois mesures.

NOTE – Il y a lieu de s'assurer que la résistance d'isolation ne soit pas affectée par la connexion de mesure.

5.9.4 La procédure d'essai indiquée en 5.9.3 doit être répétée trois fois sans nettoyage intermédiaire. L'éprouvette doit pouvoir sécher entre les cycles d'essai.

resistance shall not exceed $X_{cmin} / 100$. The test voltage at the live part shall be set at $0,6 U_n$ and nominal frequency. The phase angle between the voltage of the live part and the voltage at the measuring resistor shall be determined considering the phase rotation of the measuring resistor.

5.8.3 The test is considered as passed, if the measured phase angle does not exceed 5° .

5.9 *Insulation resistance of the coupling system under pollution*

5.9.1 The test is not necessary for LRP coupling systems built-in into cable plugs if they have passed the water tightness test according to annex E, and if the insulation resistance of the LRP coupling system remains after the test equal to or higher than 50 M Ω .

5.9.2 The test shall be performed on a complete coupling system ready for operation. If all poles are of identical design, it is sufficient to test only one pole. Alternatively, the test can be performed on a model coupling system, which shall contain all original parts fitted as they would be in practice. As a minimum, the following components shall be arranged on a metal board:

- the equipment containing the coupling electrode, with its connection;
- measuring circuit components, if present. Parts of the measuring circuit components and of the voltage limiting device, which must not be subjected to test voltage or which impair the measured result shall be replaced by similarly sized mockups of insulating material;
- connections in the run of connecting lead, if present;
- interface, including protective covers.

The connecting lead can be shortened in accordance with the test arrangement.

NOTE – For coupling systems which are not supplied separately and are specific to a particular equipment, the test may be performed on the complete equipment including the coupling system.

5.9.3 The test specimen shall be cooled to a steady-state temperature of $10^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{K}$. Immediately after, it shall be exposed to a saline fog test in its position of use in accordance with IEC 60068-2-11, sections 3, 4 and 7. In deviation from IEC 60068-2-11, the following conditions shall be established:

- the spray volume shall be 0,3 l/h/m³ to 0,5 l/h/m³ of the chamber volume;
- spraying shall be continuous. The duration of spraying depends on the change of insulation resistance of the test specimen.

At regular intervals of 30 min, the insulation resistance of the interface shall be measured using a d.c. measuring voltage of at least 500 V without interruption of spray.

The test shall be continued until the deviation of the last three measured values is less than 20 % of the maximum one of these three values.

NOTE – Care should be taken not to affect the insulation resistance by the test connection.

5.9.4 The test procedure given in 5.9.3 shall be performed three times without any cleaning in between. Between the test-cycles, the test specimen shall be permitted to dry out.

5.9.5 L'essai est considéré comme satisfaisant si aucune des valeurs mesurées de la résistance d'isolation n'est inférieure à:

- 360 M Ω pour le système HR;
- 120 M Ω pour le système MR;
- 50 M Ω pour le système LRP;
- 20 M Ω pour les systèmes LR et LRM.

5.10 Conducteurs de liaison

5.10.1 Les conducteurs de liaison doivent être essayés afin de vérifier leur conformité aux normes de référence suivantes:

- conducteurs isolés à une âme pour les systèmes HR, MR et systèmes intégrés, au minimum la désignation H07V-U prévue par la CEI 60227-3;
- conducteurs isolés à une âme pour les systèmes LR et LRM, au minimum la désignation H05V-U prévue par la CEI 60227-3;
- conducteurs coaxiaux pour les systèmes HR, MR et systèmes intégrés, tension d'essai minimale de 2,5 kV prévue par la CEI 60096-0-1;
- conducteurs coaxiaux pour les systèmes LR et LRM, tension d'essai minimale de 1 kV prévue par la CEI 60096-0-1;

5.10.2 Pour chaque type de connexion ou d'extrémité des conducteurs de liaison, une éprouvette doit être préparée comprenant la partie fixe de la connexion ou de l'extrémité, le conducteur de liaison et, aux endroits nécessaires, le dispositif limiteur de contrainte. Il doit être appliqué à l'extrémité libre du conducteur de liaison un effort de traction de 50 N dans le sens longitudinal du conducteur. La durée de l'essai doit être égale à 1 min.

NOTE – Cet essai n'est pas nécessaire si une procédure d'essai est prévue pour vérifier la continuité des conducteurs de liaison.

5.10.3 L'essai est considéré comme satisfaisant en l'absence de tout dommage apparent et de rupture du conducteur ou de l'écran (éventuel).

5.11 Indication indiscutable des VDS intégrés

5.11.1 Si des conducteurs de liaison non blindés sont utilisés dans des systèmes polyphasés, l'essai suivant doit être effectué sur le montage polyphasé.

Si les essais de type ne détectent aucune influence sensible des phases adjacentes sur la tension de mesure, l'essai individuel de série peut être réalisé en monophasé.

5.11.2 La partie sous tension du matériel contenant l'électrode de couplage doit être raccordée à une source de tension. Aucun autre équipement, notamment comparateur de phase ou autre appareil de mesure, ne doit être connecté au point de test. La tension est augmentée jusqu'à ce que le message «présence de tension» apparaisse. La tension appliquée U_{et} doit être enregistrée. La tension d'essai doit ensuite être augmentée jusqu'à 120 % de la tension nominale.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension U_{et} est comprise entre 10 % et 45 % de la tension nominale dans les réseaux triphasés et si l'indication indiscutable «présence de tension» apparaît dans la plage de tensions comprise entre U_{et} et $1,2 U_n$.

NOTE – Pour les réseaux autres que triphasés, il convient d'utiliser la tension entre phases ou entre phase et terre correspondante pour déterminer la limite supérieure de U_{et} , par exemple 78 % de la tension nominale des réseaux monophasés mis à la terre en un point ou 39 % de la tension nominale des réseaux monophasés mis à la terre au point milieu.

5.9.5 The test is considered as passed, if none of the measured values of the insulation resistance is lower than:

- 360 M Ω for the HR-system;
- 120 M Ω for the MR-system;
- 50 M Ω for the LRP-system;
- 20 M Ω for the LR- and LRM-systems.

5.10 Connecting leads

5.10.1 Connecting leads shall be tested to establish conformity with the following relevant standards:

- single-core insulated leads for the HR-, MR- and integrated systems, at least design H07V-U, IEC 60227-3;
- single-core insulated leads for the LR- and LRM-systems, at least design H05V-U, IEC 60227-3;
- coaxial leads for the HR-, MR- and integrated systems, at least with a test voltage of 2,5 kV according to IEC 60096-0-1;
- coaxial leads for the LR- and LRM-systems, at least with a test voltage of 1 kV according to IEC 60096-0-1.

5.10.2 For each different type of connecting or terminating point of the connecting leads, a test piece shall be prepared including the fixed part of the connecting or terminating point, the connecting lead and, where necessary, the relevant strain relief device. At the free end of the connecting lead, a tensile force of 50 N shall be applied in the longitudinal axis of the connecting lead. The test duration shall be 1 min.

NOTE – This test need not be performed if a testing procedure is provided for checking continuity of connecting leads.

5.10.3 The test is considered as passed if there is no apparent damage and neither the lead nor the screen (if present) is broken.

5.11 Clear indication in integrated VDS

5.11.1 If non-screened connecting leads are used in n-phase systems, the following test shall be performed on an n-phase basis.

If no severe influence on the measuring voltage from the adjacent phases is detected by the type tests, then the routine test may be carried out as a single-phase test.

5.11.2 The live part of the equipment containing the coupling electrode shall be connected to a voltage source. No other equipment, for example phase comparators or other measuring devices, shall be connected to the test point. The voltage shall be increased until the indication "voltage present" appears. The applied voltage U_{et} shall be registered. After that the test voltage shall be increased up to 120 % of the nominal voltage.

The test is considered as passed, if the voltage U_{et} is in the range of 10 % to 45 % of the nominal voltage in three-phase systems, and if clear indication "voltage present" is given in the voltage range from U_{et} to $1,2 U_n$.

NOTE – For systems other than three-phase the applicable phase-to-phase or phase-to-earth voltage should be used to determine the upper limit for U_{et} , for example 78 % of the nominal voltage in single pole earthed single-phase systems, 39 % of the nominal voltage in mid-point earthed single-phase systems.

5.12 *Résistance aux vibrations de l'indicateur des VDS séparés et intégrés*

5.12.1 La méthode d'essai doit être conforme à la CEI 60068-2-6.

5.12.2 L'indicateur doit être sollicité tour à tour suivant trois axes orthogonaux.

5.12.3 L'essai doit être effectué à des fréquences comprises entre 10 Hz et 150 Hz à une vitesse de balayage égale à un octave par minute.

L'amplitude et l'accélération sont les suivantes:

- valeur de crête 0,15 mm entre 10 Hz et 58 Hz;
- valeur de crête 19,6 m/s² (2 g) entre 58 Hz et 150 Hz.

La durée de l'essai par axe doit être égale à 10 cycles de fréquence.

La déviation totale du signal en tout point de contrôle individuel ne doit pas excéder ±25 %.

5.12.4 L'essai est considéré comme satisfaisant si on ne constate aucun dommage visible.

5.13 *Essai de résistance aux chocs et aux chutes*

5.13.1 Les paragraphes 5.13.2 et 5.13.3 ne sont applicables qu'aux indicateurs séparés.

5.13.2 L'indicateur doit être placé dans une chambre climatique pendant 1 h à $-25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. L'essai doit être réalisé dans la chambre climatique froide. Si cela n'est pas possible, il doit être réalisé dans les 3 min après la sortie de l'enceinte froide.

5.13.3 L'indicateur avec sa liaison terminale et, le cas échéant, avec la source d'alimentation, doit tomber d'une hauteur de 1 m sur une surface plane dure de 100 mm d'épaisseur en béton ou en acier. Effectuer trois essais sur les zones de faiblesse potentielle sur chaque éprouvette.

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucun dommage affectant la sécurité ou la manutention ne se produit et si l'indicateur passe les essais suivants de façon satisfaisante. Les lampes et sources d'alimentation destinées à être remplacées par l'utilisateur peuvent être changées après l'essai de chute.

5.13.4 La partie accessible des indicateurs des VDS intégrés, des interfaces et des indicateurs séparés montés sur une interface (s'ils conviennent à une connexion permanente à l'interface) doivent être soumis à un essai de choc.

Le niveau de choc spécifié est égal à 1 J.

Appliquer trois coups aux endroits susceptibles d'être les plus faibles. Le marteau utilisé doit comporter une tête de frappe hémisphérique en polyamide présentant un rayon de 10 mm et une dureté égale à HR 100 sur l'échelle Rockwell. Il est conseillé d'utiliser un montage d'essai de choc à ressort conforme à la définition donnée dans la CEI 60068-2-63.

A l'issue de l'essai, l'éprouvette ne doit pas présenter de rupture et sa déformation ne doit pas affecter le fonctionnement normal. Les dommages superficiels peuvent être ignorés.

5.14 *Rigidité diélectrique des indicateurs séparés*

5.14.1 L'indicateur de tension séparé doit être raccordé à une source de tension alternative. La tension d'essai doit être graduellement portée à une valeur égale à 24 fois U_{tmax} . La tension doit être maintenue à cette valeur pendant 1 min. L'essai est considéré comme satisfaisant si on ne constate pas d'amorçage ni de claquage.

5.12 *Vibration resistance of the indicator for separable and integrated VDS*

5.12.1 The test method shall be in accordance with IEC 60068-2-6.

5.12.2 The indicator shall be subjected to stress in three rectangular axes, in succession.

5.12.3 The test shall be performed at frequencies from 10 Hz to 150 Hz with a sweeping rate of one octave per minute.

The amplitude and acceleration are as follows:

- 0,15 mm peak value from 10 Hz to 58 Hz;
- 19,6 m/s² (2 g) peak value from 58 to 150 Hz.

The test duration per axis shall be 10 frequency cycles.

The total deviation of the signal at any individual control point shall not exceed ± 25 %.

5.12.4 The test is considered as passed, if there is no apparent damage.

5.13 *Drop and impact resistance*

5.13.1 Subclauses 5.13.2 and 5.13.3 are applicable only to separable indicators.

5.13.2 The indicator shall be stored in a climatic chamber for 1 h at $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$. The test shall be carried out in the cold climatic chamber. If this is not possible, it shall be completed within 3 min after taking it out of cold storage.

5.13.3 The indicator shall be dropped with its terminal lead and, if applicable, with the power source from a height of 1 m onto a 100 mm thick hard level surface of concrete or steel. For each test piece, three such tests to allow impact on the likely weak points shall be carried out.

The test is considered as passed, if no damage affecting safety or handling occurs and the indicator passes the subsequent test. Lamps and power sources intended to be replaced by the user may be replaced after the drop test.

5.13.4 Accessible part of the indicators of integrated VDS, of interfaces and of separable indicators mounted on an interface (if suitable for permanent connection to interface) shall be subjected to an impact test.

The specified impact level is 1 J.

Three blows are applied to points that are likely to be the weakest. The hammer head used for impact shall have an hemispherical face with a radius of 10 mm of polyamide having a Rockwell hardness of HR100. The use of a spring operated impact test apparatus as defined in IEC 60068-2-63 is recommended.

After the test, the specimen shall show no breaks, and any deformation shall not affect the normal function. Superficial damage can be ignored.

5.14 *Dielectric strength of separable indicators*

5.14.1 The separable voltage indicator shall be connected to an a.c. voltage source. The test voltage shall be steadily increased up to 24 times U_{tmax} . The voltage shall be kept at this value for 1 min. The test is considered as passed, if no flashover or breakdown occurs.

5.14.2 Pour les indicateurs de tension des systèmes HR qui peuvent être branchés sur un socle de prise de courant 230 V c.a., la classe de protection II suivant la CEI 60536 doit être maintenue.

L'éprouvette doit être conditionnée pendant 240 h dans une chambre climatique selon la CEI 60068-2-3 à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ et une humidité relative de l'air égale à $93 \pm \frac{2}{3}\%$.

Immédiatement après conditionnement à l'humidité, une tension d'essai alternative doit être appliquée entre les deux plots de la fiche et le boîtier. Si le boîtier est isolant, il faut appliquer un revêtement conducteur (exemple: feuille d'aluminium, billes de métal d'un diamètre de 3 mm à 4 mm) en maintenant une distance de fuite de 20 mm par rapport aux pièces métalliques des fiches.

La tension d'essai doit être augmentée régulièrement jusqu'à 5 kV.

La tension doit être maintenue à cette valeur pendant 3 min.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il ne se produit pas d'amorçage ni de claquage.

5.14.3 Les comparateurs de phase spécifiques des VDS séparés doivent être soumis aux essais conformément à 5.14.1 à $24 \times U_{\text{tmax}}$ du système correspondant.

Les comparateurs de phase universels doivent être soumis aux essais conformément aux indications de 5.14.1 à $24 \times U_{\text{tmax}}$ du système pour lequel ils sont conçus.

5.14.4 Les comparateurs de phase spécifiques pour les VDS intégrés doivent être soumis aux essais définis en 5.3.1 avec une borne branchée au point de test et l'autre à la terre.

5.15 Tension de seuil et impédance d'entrée de l'indicateur

5.15.1 Cet essai concerne les indicateurs de tension à impédance d'entrée constante.

L'indicateur doit être raccordé à une source de tension. La tension doit être augmentée jusqu'à ce que le message «présence de tension» apparaisse. La tension appliquée et le courant doivent être mesurés.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension est dans la plage de U_t et l'impédance d'entrée est à l'intérieur de la plage de valeurs de X_c définie au tableau 1.

5.15.2 Cet essai concerne les indicateurs de tension à impédance d'entrée périodiquement variable.

Détermination de la tension de seuil

L'indicateur doit être raccordé à une source de tension par l'intermédiaire d'une impédance capacitive limitant le courant de court-circuit à 1 mA à U_{tmax} .

La tension doit être augmentée progressivement jusqu'à ce que l'indication «présence de tension» apparaisse. La tension correspondante U_1 aux bornes de la source de tension doit être enregistrée.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension U_1 est dans la plage de U_t définie au tableau 1.

5.14.2 Voltage indicators of HR-systems which can be connected to 230 V a.c. socket-outlet shall be tested to verify that protection class II is maintained according to IEC 60536.

The test specimen shall be conditioned during 240 h in a climatic chamber according to IEC 60068-2-3 at an air temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ and a relative air humidity of $93 \pm \frac{2}{3}\%$.

Immediately after conditioning to moisture, an a.c. test voltage shall be applied between both pins of the plug and the housing. Should the housing be insulating, a conductive coating shall be created (for example using aluminium foil or metal balls with a diameter of 3 mm to 4 mm), and a creepage distance of 20 mm maintained to the metal parts of the plug pins.

The test voltage shall be steadily increased to 5 kV.

The voltage shall be kept at this value for 3 min.

The test is considered as passed, if no flashover or breakdown occurs.

5.14.3 An SPC for separable VDS shall be tested, according to 5.14.1, at $24 \times U_{\text{tmax}}$ of the corresponding system.

The UPC shall be tested, according to 5.14.1, at $24 \times U_{\text{tmax}}$ of the system for which it is designed.

5.14.4 An SPC for integrated VDS shall be tested, according to 5.3.1, with one terminal connected to the test point and the other earthed.

5.15 *Threshold voltage and input impedance of indicators*

5.15.1 This test is applicable to voltage indicators with constant input impedance.

The indicator shall be connected to a voltage source. The voltage shall be increased until the indication "voltage present" appears. The applied voltage and the current shall be measured.

The test is considered as passed, if the voltage is in the range of U_t and the input impedance is in the range of X_c defined in table 1.

5.15.2 This test is applicable to voltage indicators with periodically changing input impedance.

Determining the threshold voltage

The indicator shall be connected to a voltage source through a capacitive impedance limiting the short-circuit current to 1 mA at U_{tmax} .

The voltage shall be increased gradually until the indication "voltage present" appears. The corresponding voltage U_1 at the terminals of the voltage source shall be recorded.

The test is considered as passed if the voltage U_1 is in the range of U_t defined in table 1.

Détermination de l'impédance d'entrée

L'indicateur doit être raccordé à une source de tension par l'intermédiaire d'une impédance capacitive Z ayant une valeur approximativement égale à X_{cmin} , suivant le tableau 1. Les connexions de l'indicateur doivent être aussi courtes que possible de manière à réduire les capacités de fuite.

La tension doit être augmentée progressivement jusqu'à ce que l'indication «présence de tension» apparaisse. La tension correspondante U_2 aux bornes de la source de tension doit être enregistrée.

L'essai est considéré comme satisfaisant si $Z \times U_1 / (U_2 - U_1)$ est à l'intérieur de la plage de X_c définie au tableau 1.

5.15.3 Constance de la tension de seuil des indicateurs des systèmes HR

Cet essai ne s'applique qu'aux indicateurs de tension qui peuvent être branchés sur un socle de prise de courant 230 V c.a.

Brancher l'indicateur pendant 30 min à une source de tension d'environ 230 V (socle de prise de courant pouvant débiter au moins 10 A). Immédiatement après avoir débranché la source de tension et après un temps de refroidissement de 30 min, la tension de seuil doit être mesurée à nouveau en procédant comme indiqué en 5.15.1 ou 5.15.2.

L'essai est considéré comme satisfaisant si:

- immédiatement après débranchement de la source d'alimentation, les valeurs du seuil restent dans les tolérances définies en 5.15.1 ou 5.15.2;
- après une période de refroidissement de 30 min, la tension de seuil n'a pas varié de plus de 5 %.

5.15.4 Cohérence de l'indication à la tension de mesure maximale possible

Les indicateurs conçus pour connexion continue à l'interface doivent être branchés à une source de tension par l'intermédiaire d'un condensateur monté en série. La valeur du condensateur doit être choisie conformément à C_{smax} du tableau 1. La tension à appliquer doit être de $24 \times U_{tmax}$. La durée de l'essai doit être de 504 h. L'essai est considéré comme satisfaisant si le message «présence de tension» apparaît sans ambiguïté pendant toute la durée de l'essai.

5.16 Influence climatique sur la tension de seuil

5.16.1 Indicateurs séparés

Si les indicateurs peuvent être placés à l'interface pendant un temps prolongé (par exemple au-delà d'une semaine) les prescriptions définies en 5.16.2 doivent également être respectées.

L'indicateur doit être conditionné pendant 240 h dans une chambre climatique conforme à la CEI 60068-2-3 à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ et une humidité relative de l'air de $93 \pm 3\%$.

Immédiatement après conditionnement à l'humidité, la tension de seuil doit être mesurée à nouveau en procédant comme indiqué en 5.15.1 ou 5.15.2.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension de seuil n'a pas varié de plus de 5 %.

Determining the input impedance

The indicator shall be connected to a voltage source through a capacitive impedance Z with a value approximately equal to X_{cmin} according to table 1. Short lengths of connections to the indicator shall be used in order to reduce stray capacitances.

The voltage shall be increased gradually until the indication "voltage present" appears. The corresponding voltage U_2 at the terminals of the voltage source shall be recorded.

The test is considered as passed if $Z \times U_1 / (U_2 - U_1)$ is in the range of X_c defined in table 1.

5.15.3 Constancy of the threshold voltage of HR-system indicators

This test is applicable only to those voltage indicators which can be connected to a 230 V a.c. socket-outlet.

The indicator is connected for 30 min to a voltage source of approximately 230 V (via a socket-outlet with a current capacity of at least 10 A). The threshold voltage shall be measured in accordance with 5.15.1 or 5.15.2 immediately after switching off the voltage source and after a cooling period of 30 min.

The test is considered as passed, if:

- immediately after switching off the power source, the threshold values are within the tolerances according to 5.15.1 or 5.15.2;
- after a cooling period of 30 min, the threshold voltage has not changed by more than 5 %.

5.15.4 Indication and consistency at maximum possible measuring voltage

Indicators permitted for continuous connection to the interface shall be connected through a series capacitor to a voltage source. The value of the capacitor shall be chosen according to C_{smax} in table 1. The voltage to be applied shall be $24 \times U_{tmax}$. The test duration shall be 504 h. The test is considered as passed, if the indication "voltage present" appears and is unambiguous during the entire test duration.

5.16 Climatic dependence of threshold voltage

5.16.1 Separable indicators

If indicators are permitted to be connected for a long time at the interface (for example more than 1 week), the requirements of 5.16.2 shall also be fulfilled.

The indicator shall be conditioned during 240 h in a climatic chamber in accordance with IEC 60068-2-3 at an air temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ and relative air humidity of $93\text{ }^{+2}_{-3}\text{ %}$.

Immediately after conditioning to moisture, the threshold voltage shall be remeasured according to 5.15.1 or 5.15.2.

The test is considered as passed, if the threshold voltage has not changed by more than 5 %.

5.16.2 VDS intégrés

Le VDS intégré utilisé comme en pratique dans son matériel doit être soumis à l'essai au brouillard salin défini en 5.9.3 et 5.9.4. En variante, cet essai peut être réalisé sur un modèle représentatif de l'environnement du VDS intégré.

La procédure d'essai doit être modifiée comme suit:

- durée de la pulvérisation: 2 h par cycle;
- absence de mesure de la résistance d'isolement.

Immédiatement après, la tension de seuil U_{et} doit être mesurée en procédant comme indiqué en 5.11.

L'essai est considéré comme satisfaisant si la tension de seuil n'a pas varié de plus de 10 %.

5.17 Temps de réponse de l'indicateur

Les indicateurs séparés doivent être branchés comme indiqué en 5.15.1 ou 5.15.2 à une tension égale à U_{tmax} .

Les VDS intégrés doivent être branchés comme indiqué en 5.11 à une tension égale à 45 % de U_n . La tension d'essai doit être commutée marche et arrêt cinq fois. La durée des périodes marche et arrêt doit être variable et au moins égale à 3 s. Les conditions de tension (marche/arrêt) de la source de tension ainsi que les indications doivent être enregistrées en fonction du temps (voir figure 6).

Comparer le temps de réponse enregistré avec la figure 6 en fonction du type d'indication.

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucun des temps de réponse mesurés n'est supérieur à 1 s.

5.18 Non-réponse à la tension continue

5.18.1 Indicateurs séparés

Un condensateur d'au moins $C_{smax} \times 1000 / I_{tmax}$ (I_{tmax} exprimé en μA) doit être chargé à partir d'une source continue de tension à $2 \times U_{tmax}$. Débrancher ensuite la source de tension continue et raccorder immédiatement après le condensateur à l'indicateur. Recommencer l'essai en inversant la polarité.

L'essai est considéré comme satisfaisant si le message «présence de tension» n'apparaît pas pendant plus de 1 s lors des deux séries d'essais.

5.18.2 VDS intégrés

La partie sous tension du matériel comportant le VDS intégré doit être branchée à une source de tension continue. La tension appliquée doit être égale à $\sqrt{2} U_n$ pendant 10 s au moins. Recommencer l'essai avec inversion de polarité après mise à la terre de la pièce sous tension.

L'essai est considéré comme satisfaisant si le message «présence de tension» n'apparaît pas pendant plus de 1 s au cours des deux séries d'essais.

5.19 Efficacité du dispositif de contrôle

5.19.1 Cet essai ne concerne que les indicateurs équipés d'une source d'alimentation incorporée.

5.16.2 *Integrated VDS*

An integrated VDS installed as in practice in its equipment shall be subjected to the saline fog test defined in 5.9.3 and 5.9.4. Alternatively, the test may be performed on a model representing the conditions and arrangements of installation of the integrated VDS.

The test procedure shall be modified as follows:

- duration of spraying: 2 h per cycle;
- insulation resistance not measured.

Immediately after, the threshold voltage U_{et} shall be measured according to 5.11.

The test is considered as passed if the threshold voltage has not changed by more than 10 %.

5.17 *Response time of indicator*

Separable indicators shall be connected according to 5.15.1 or 5.15.2 to a voltage of U_{tmax} .

Integrated VDS shall be connected according to 5.11 to a voltage equal to 45 % of U_n .

The test voltage shall be switched on and off five times. The duration of the on and off periods shall be varied and be at least 3 s long. The voltage conditions (on/off) of the voltage source and the indications shall be recorded as a function of time (see figure 6).

The recorded response time shall be compared with figure 6 according to the type of indication.

The test is considered as passed, if none of the measured response times is longer than 1 s.

5.18 *Non-response to d.c. voltage*

5.18.1 *Separable indicators*

A capacitor of at least $C_{smax} \times 1\,000 / I_{tmax}$ (I_{tmax} expressed in μA) shall be charged from a d.c. voltage source at $2 \times U_{tmax}$. The d.c. voltage source is then disconnected and the capacitor immediately connected to the indicator.

The test shall be repeated with the polarity of the capacitor reversed.

The test is considered as passed, if the indication "voltage present" does not appear for longer than 1 s.

5.18.2 *Integrated VDS*

The live part of the equipment including the integrated VDS shall be connected to a d.c. voltage source. The voltage applied shall be equal to $\sqrt{2} U_n$ for a period of at least 10 s.

The test shall be repeated with reverse polarity after earthing of the live part.

The test is considered as passed, if the indication "voltage present" does not appear for longer than 1 s in both test sequences.

5.19 *Efficiency of testing element*

5.19.1 This test applies only to indicators with a built-in power source.

5.19.2 Le fabricant de l'indicateur doit fournir des éprouvettes du circuit de traitement du signal. Sur ces éprouvettes, toutes les pièces du circuit doivent être accessibles, de préférence suivant leur modèle original. Le schéma des circuits doit être fourni avec les explications appropriées. Si au cours des essais suivants des composants individuels du circuit sont abîmés, remplacer ces pièces ou le dispositif de contrôle entier.

5.19.3 En utilisant le schéma du circuit, vérifier que le dispositif de contrôle est conforme aux prescriptions indiquées en 4.9.13. Si cela n'est pas possible, créer des défauts dans le circuit sous forme d'une interruption ou d'un contournement. Après chaque défaut, effectuer l'essai de fonctionnement à l'aide du dispositif de contrôle.

Si aucun défaut n'est constaté, vérifier que l'indication de l'éprouvette est toujours indiscutable conformément à 5.15.1 à 5.15.4 et/ou 5.24.

5.19.4 L'essai est considéré comme satisfaisant si l'on peut s'assurer avec le schéma seul ou avec les défauts incorporés que tous les composants affectant l'indication sont vérifiés.

5.20 Indication jusqu'à épuisement de l'alimentation

5.20.1 Cet essai doit être réalisé sur les indicateurs équipés d'une source d'alimentation incorporée. Une éprouvette composée seulement du circuit de traitement du signal pourra être utilisée.

Préparer l'éprouvette de telle sorte que les circuits d'entrée et de sortie du traitement du signal le cas échéant, l'alimentation en tension et l'interrupteur marche/arrêt soient accessibles de l'extérieur.

Brancher à l'alimentation en tension une source de tension constamment réglable en série avec une résistance approximativement égale à la résistance intérieure de l'alimentation incorporée à la fin de sa durée de vie. Pour le premier essai, régler la tension à la valeur nominale de la source d'alimentation incorporée. Brancher le circuit d'entrée à une source de courant d'essai. Mettre l'éprouvette sous tension si cela est nécessaire pour le fonctionnement et augmenter le courant jusqu'à ce que le signal «présence de tension» ou «concordance/discordance de phase» apparaisse. Pour les essais suivants, régler le courant à 10 % de plus que cette valeur de seuil.

5.20.2 Mettre l'éprouvette sous tension si cela est nécessaire pour le fonctionnement et, si nécessaire, la remettre sous tension avant chaque application du courant d'essai. Brancher le courant d'essai. Mesurer et régler la tension d'alimentation à 5 % de moins que la valeur de départ. Débrancher ensuite le courant d'essai. La durée du branchement doit être au moins égale à 10 s. Recommencer cette opération jusqu'à ce que l'indicateur s'arrête ou donne un signal de mise hors service. A cet effet, la tension d'alimentation doit être diminuée par paliers de 5 % de la valeur de départ.

On doit alors vérifier que les indications sont sans ambiguïté.

5.20.3 Ramener la tension d'alimentation à la valeur indiquée en 5.20.1 et recommencer deux fois la totalité de l'essai défini en 5.20.2.

5.20.4 Dans le cas des indicateurs disposant de plusieurs sources d'alimentation séparées entre elles, l'essai doit être effectué selon les indications données de 5.20.1 à 5.20.3 séparément sur chaque source d'alimentation et ensuite sur l'ensemble de ces dernières.

5.20.5 L'essai est considéré comme satisfaisant si toutes les indications sont sans ambiguïté.

5.19.2 The manufacturer of the indicator shall provide test pieces of the signal-processing circuit. On these test pieces, all circuit parts shall be accessible, preferably in their original design. The circuit diagram shall be provided with appropriate explanations. If during the following tests individual parts of the circuit are damaged, those parts or the entire test piece shall be replaced.

5.19.3 Using the circuit diagram, a check shall be made if the testing element meets the requirements of 4.9.13. If this is not possible, faults shall be built into the circuit in the form of an interruption or a bridging. After each built-in fault, the function test shall be performed with the testing element.

If no fault is detected, a check shall be made to verify whether the test specimen is still indicating clearly according to 5.15.1 to 5.15.4 and/or 5.24.

5.19.4 The test is considered as passed, if it is ensured with the circuit diagram alone, or with the built-in faults, that all components affecting the indication are tested.

5.20 *Indication until power source is exhausted*

5.20.1 This test shall be performed on indicators with built-in power source. A test piece may be used only consisting of the signal-processing circuit.

The test piece shall be prepared so that input and output circuits of the signal processing, if applicable, on and off switch, and voltage supply are accessible from outside.

A constantly controlled voltage source in series with a resistor which is approximately the internal resistance of the built-in power source at the end of its scheduled service life shall be connected to the voltage supply. For the first test, the voltage shall be set at the nominal voltage of the built-in power source. The circuit input is connected to an applicable test current source. The test piece shall be switched on, if it is necessary for use, and the current increased until the signal "voltage present" or "phase balance/unbalance" appears. For the next tests, the current shall be set at 10 % above this threshold current.

5.20.2 The test piece shall be switched on, if this is necessary for use, and if necessary, switched on again before each switching on of the test current. The test current shall be switched on. The voltage at the voltage supply shall be measured and set 5 % below the initial value. Then the test current shall be switched off. The on duration shall be at least 10 s. This test step shall be repeated until the indicator shuts off or gives an indication of non-readiness. For this purpose, the voltage at the voltage supply shall be reduced in steps of 5 % of the initial value.

The indications shall be observed to verify that there is no ambiguity.

5.20.3 The supply voltage shall be reset to the value according to 5.20.1, and the entire test according to 5.20.2 repeated twice.

5.20.4 For indicators with several power sources independent from each other, the test shall be performed according to 5.20.1 to 5.20.3 on each of the power sources separately, and then with all of them together.

5.20.5 The test is considered as passed, if all indications are unambiguous.

5.21 *Influence de la température sur les indicateurs séparés*

5.21.1 Disposer l'indicateur dans une chambre climatique conforme à l'article 2 de la CEI 60068-2-14. Préparer l'indicateur de telle sorte que les bornes et, le cas échéant, l'alimentation de tension et le système de commutation soient accessibles de l'extérieur. Dans le cas des indicateurs avec source d'alimentation incorporée, régler la tension d'alimentation à 10 % de plus que la valeur à laquelle l'indication disparaît en raison de l'épuisement de la source, ou à laquelle un signal indique que l'indicateur se met hors service automatiquement pour la même raison. Mesurer la tension de seuil suivant les indications données en 5.15.1 ou 5.15.2.

5.21.2 Régler successivement la température de la chambre climatique à :

- –30 °C pendant 2 h;
- +60 °C pendant 2 h;
- +70 °C pendant 48 h.

Mesurer la tension de seuil à la fin de chaque période de stabilisation à –30 °C et +60 °C, ainsi qu'à l'issue du cycle climatique après que l'indicateur se soit refroidi jusqu'à la température ambiante normale.

5.21.3 L'essai est considéré comme satisfaisant si toutes les valeurs de la tension de seuil mesurées sont à l'intérieur de la plage de U_t définie au tableau 1 et si la valeur mesurée à la température ambiante n'a pas varié de plus de 10 % par rapport à celle mesurée au départ conformément aux indications de 5.15.

5.22 *Perceptibilité indiscutable de l'indication visuelle*

5.22.1 Brancher les indicateurs séparés à une tension égale à U_{tmax} en suivant les indications de 5.15.1 ou 5.15.2.

Brancher les VDS intégrés à une tension égale à $1,1 \times U_{et}$ en suivant les indications de 5.11.

Pour les indicateurs disposant d'une source d'alimentation incorporée, régler l'alimentation pendant l'affichage de l'indication à $5 \% \pm 1 \%$ de plus que la tension à laquelle l'indicateur se débranche ou donne un signal de non-fonctionnement. Cette tension peut être prélevée sur une autre source d'énergie.

5.22.2 Disposer l'indicateur devant le centre d'un écran gris mat d'au moins 1 000 mm de diamètre présentant un indice de réflexion de 18 %. Disposer l'indicateur de manière à pouvoir le tourner par rapport à ses axes verticaux et horizontaux de $\pm 15^\circ$. Eclairer l'indicateur et la surface à la lumière blanche diffuse à partir de deux sources lumineuses distantes d'au moins 1000 mm par rapport à l'indicateur, conformément à la figure 7, et de telle sorte que l'éclairement sur l'éprouvette et l'écran (mesuré perpendiculairement à la surface de l'écran après avoir enlevé l'indicateur) soit:

- 1 000 lux $\pm 10 \%$ pour les indicateurs de type intérieur;
- 25 000 lux $\pm 10 \%$ pour les indicateurs de type extérieur.

Disposer la butée frontale de l'observateur à une distance de 750 mm de l'indicateur.

5.22.3 L'essai doit être effectué par trois observateurs présentant chacun une acuité visuelle moyenne. Soumettre l'indicateur à la tension et le faire pivoter par rapport à ses axes verticaux et horizontaux de $\pm 15^\circ$ afin de déterminer la position la plus défavorable à la perception. Mettre ensuite l'indicateur alternativement sous tension et hors tension plusieurs fois, à intervalles irréguliers inconnus de l'observateur.

5.21 *Temperature dependence of the separable indicator*

5.21.1 The indicator shall be placed in a climatic chamber according to IEC 60068-2-14, clause 2. The indicator shall be prepared so that the terminal leads and, if applicable, the voltage supply and on and off switch are accessible from outside.

For indicators with a built-in power source, the supply voltage shall be set 10 % above the value at which the indication stops on account of exhaustion of the power source, or at which an indication is given that the indicator switches itself off automatically for this same reason. The threshold voltage is measured according to 5.15.1 or 5.15.2.

5.21.2 The temperature of the climatic chamber shall be set successively at:

- –30 °C during 2 h;
- +60 °C during 2 h;
- +70 °C during 48 h.

The threshold voltage shall be measured at the end of each steady-state period at –30 °C and +60 °C, and also after the climatic cycle when the indicator has been cooled down to normal ambient temperature.

5.21.3 The test is considered as passed, if all the measured values of threshold voltage are in the range of U_t defined in table 1, and if the value measured at ambient temperature has not changed by more than 10 % from the value initially measured according to 5.15.

5.22 *Clear perceptibility of visual indication*

5.22.1 Separable indicators shall be connected to a voltage of U_{tmax} according to 5.15.1 or 5.15.2.

Integrated VDS shall be connected to a voltage of $1,1 \times U_{et}$ according to 5.11.

For indicators with built-in power source, the voltage supply shall be set during indication at $5 \% \pm 1 \%$ above the voltage at which the indicator shuts off or gives an indication of non-readiness. This voltage may be taken from another energy source.

5.22.2 The indicator shall be placed in front of the centre of an unpolished grey screen of at least 1 000 mm diameter with a reflectivity index of 18 %. The indicator shall be installed so that it can be turned about its horizontal and vertical axes by $\pm 15^\circ$. Indicator and surface shall be illuminated with diffuse white light from two light sources, which shall be at least 1 000 mm from the indicator as shown in figure 7, so that the illuminance on the test specimen and screen (measured perpendicularly to screen surface after removing the indicator) is:

- 1 000 lux $\pm 10 \%$ for indicators assigned for indoor use;
- 25 000 lux $\pm 10 \%$ for indicators assigned for outdoor use.

At a distance of 750 mm from the indicator, the forehead stop for the observer shall be arranged.

5.22.3 The test shall be performed by three observers, each with average eyesight. The indicator shall be subjected to voltage and swung around its vertical and horizontal axes by $\pm 15^\circ$ in order to determine the position with the most unfavourable perceptibility. The test voltage shall then be switched on and off several times at irregular time intervals not known to the observer.

5.22.4 Soumettre à nouveau aux essais indiqués en 5.22.1 à 5.22.3 à une tension d'essai de $12 \times U_{tmax}$ pour les indicateurs séparés, et de $1,2 U_n$ pour les VDS intégrés, lorsque leurs caractéristiques d'affichage dépendent de la tension d'essai appliquée.

5.22.5 Dans le cas des indicateurs dont l'indication n'est pas lumineuse, recommencer l'essai défini en 5.22.1, 5.22.3 et 5.22.4 sur le montage d'essai conforme à 5.22.2, mais avec une source d'éclairage assurant un éclairage de 10 lux.

5.22.6 L'essai est considéré comme satisfaisant si l'indication visuelle est perçue de façon indiscutable par chacun des trois observateurs.

5.23 *Perceptibilité indiscutable de l'indication sonore*

5.23.1 Brancher les indicateurs à une tension égale à U_{tmax} conformément aux indications définies en 5.15.1 ou 5.15.2.

Dans le cas des indicateurs disposant d'une source d'alimentation incorporée, régler la tension d'alimentation pendant l'indication à $5 \% \pm 1 \%$ de plus que la tension à laquelle l'indicateur se débranche ou donne un signal de mise hors service. Cette tension peut être prélevée sur une autre source d'énergie.

5.23.2 L'essai permettant de calculer le niveau de pression acoustique sur le plan de mesure doit être réalisé conformément à la classe de précision II des normes ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 et ISO 3746 en utilisant des filtres d'octave conformément à 5.23.4, dans un environnement de mesure conforme à 5.23.5.

5.23.3 Les relevés doivent être réalisés selon la procédure de mesures hémisphériques définie par les normes ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 et ISO 3746 avec un rayon hémisphérique de 1 m. La mesure doit être effectuée aux 10 points d'essai donnés. Le générateur sonore doit être disposé à au moins 25 cm au-dessus de la surface d'absorption acoustique (exemple: matelas absorbant) au centre de l'hémisphère de mesure, avec la sortie sonore dirigée vers le haut (voir figure 8).

5.23.4 Les filtres d'octave doivent être conformes à la CEI 60225. Les mesures doivent être réalisées aux fréquences médianes 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz l'une après l'autre. L'essai avec un ou deux de ces filtres pourra être annulé s'il est évident (par exemple en mesurant à l'aide d'un analyseur de fréquence) que la mesure sur la plage des fréquences médianes n'est pas nécessaire.

5.23.5 Le facteur d'absorption de l'environnement de mesure doit être au moins égal à 0,9 Hz à 700 Hz.

NOTE – Dans le champ libre à faible réflexion défini par les normes ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 et ISO 3746 on peut généralement obtenir ce résultat en recouvrant le sol d'un matelas de matériaux absorbants d'environ 20 cm d'épaisseur et d'au moins 2 m $\times$ 2 m.

Le niveau de pression acoustique des bruits de fond sur la bande de fréquence doit être d'au moins 10 dB inférieur au niveau de pression acoustique au point d'essai 10.

5.23.6 Le sonomètre conforme à la CEI 60651 doit être réglé comme suit:

- a) angle d'incidence acoustique suivant la CEI 60651;
- b) détermination par l'appareil de mesure:
 - lent,
 - mesure de la valeur efficace,
 - niveau de pression acoustique indéterminé,
 - frontal.

5.22.4 Indicators, whose indicating characteristics depend on the applied test voltage, shall be tested again according to 5.22.1 to 5.22.3 with a test voltage of $12 \times U_{\text{tmax}}$ for separable indicators and of $1,2 U_n$ for integrated VDS.

5.22.5 On indicators with non-actively light-emitting indication, the test shall be repeated according to 5.22.1, 5.22.3 and 5.22.4 in the test assembly according to 5.22.2, but with an illuminance of the accompanying light of 10 lux.

5.22.6 The test is considered as passed, when each of the three observers has perceived all indications without doubt or error.

5.23 *Clear perceptibility of audible indication*

5.23.1 Indicators shall be connected to a voltage of U_{tmax} according to 5.15.1 or 5.15.2.

For indicators with a built-in power source, the voltage supply shall be set during indication at $5\% \pm 1\%$ above the voltage at which the indicator shuts off or gives an indication of non readiness. This voltage may be taken from another energy source.

5.23.2 The test for computing the measuring surface sound pressure level shall be performed according to ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 and ISO 3746 accuracy class II with octave filters according to 5.23.4 in a measuring environment according to 5.23.5.

5.23.3 The measurements shall be carried out in the hemisphere measuring procedure according to ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 and ISO 3746 with an hemisphere radius of 1 m. The sound pressure level shall be measured at the 10 given test points. The sound generator shall be located at least 25 cm above the sound absorption surface (for example absorbing mats) in the centre of the measuring hemisphere with the sound outlet pointing upwards (see figure 8).

5.23.4 The octave filters shall be in conformity with IEC 60225. The measurements shall be carried out at the mid-frequencies of 1 000 Hz, 2 000 Hz and 4 000 Hz one after the other. The test with one or two of these filters can be cancelled, if it is clear (for example by measuring with a frequency analyzer), that a measurement in the range of the relevant mid-frequencies is not necessary.

5.23.5 The absorption factor of the measuring environment shall at 700 Hz be at least 0,9 Hz.

NOTE – In the free field or the area with little reflection according to ISO 3740, ISO 3744, ISO 3745 and ISO 3746, this can generally be achieved by covering the floor with a sound absorbing mat of about 20 cm thickness and of at least $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

The sound pressure level of the ambient noise in the frequency band shall be at least 10 dB lower than the sound pressure level at test point 10.

5.23.6 The sound level meter according to IEC 60651 shall be set as follows:

- a) angle of sound incidence according to IEC 60651;
- b) assessment by the meter:
 - slow,
 - r.m.s. value measuring,
 - unassessed sound pressure level,
 - frontal.

5.23.7 L'essai est considéré comme satisfaisant si les valeurs suivantes sont obtenues sur une bande d'octave aux fréquences médianes de 1 000 Hz, 2 000 Hz ou 4 000 Hz:

- le niveau de pression acoustique constaté sur le plan de mesure, avec un seul signal actif, ne doit pas être inférieur à 80 dB dans le cas d'un signal sonore continu ou à 77 dB dans le cas d'un signal sonore intermittent;
- en présence d'un signal optique supplémentaire, le niveau de pression acoustique sur le plan de mesure ne doit pas être inférieur à 60 dB dans le cas d'un signal sonore continu ou 57 dB dans le cas d'un signal sonore intermittent.

A l'occasion de cet essai, on doit s'assurer qu'aucun des niveaux de pression acoustique mesurés n'est inférieur de plus de 1,5 dB à la valeur minimale prescrite du niveau de pression acoustique sur le plan de mesure.

5.23.8 Dans le cas d'un indicateur dont les propriétés dépendent de la tension d'essai appliquée, renouveler l'essai défini de 5.23.1 à 5.23.6 avec une tension d'essai de $12 \times U_{\text{tmax}}$.

5.23.9 L'essai suivant pourra être effectué en remplacement des essais définis de 5.23.1 à 5.23.8 à titre d'essai individuel de série:

- utiliser un indicateur de conception identique à celui soumis à l'essai défini de 5.23.1 à 5.23.7, comme indicateur de référence. Effectuer les mesures dans une pièce exempte de résonances substantielles. Dans cette pièce, mesurer d'abord le niveau de pression acoustique de l'indicateur de référence au point de test 10 comme indiqué en 5.23.3. Chaque éprouvette doit être essayée dans des conditions identiques.

L'essai est considéré comme satisfaisant si l'éprouvette présente, au minimum, la même valeur que celle de l'indicateur de référence.

5.24 Indication indiscutable des comparateurs de phase

5.24.1 Brancher les comparateurs de phase de VDS séparés conformément à la figure 9. Les condensateurs C_1 et C_2 doivent être en court-circuit.

Les tensions doivent être réglées aux valeurs $U_1 = U_{\text{tmax}}$ et $U_2 = 6 \times U_{\text{tmax}}$ pour les comparateurs de phase universels.

Pour les comparateurs de phase spécifiques, U_2 doit être réglée à $1,15 \times U_{\text{tmax}}$.

Brancher les comparateurs de phase spécifiques pour VDS intégrés aux points d'essai de deux VDS intégrés.

Régler les tensions primaires appliquées aux VDS intégrés à $U_1 = 0,45 \times U_n$ et $U_2 = 1,05 \times U_1$.

Il doit être possible de faire varier l'angle de phase φ entre ces deux tensions dans la plage $0^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$.

5.24.2 Lors de la première série d'essais, faire varier la relation de phase de la tension U_2 par rapport à la tension U_1 pour obtenir des angles de phase compris entre 0° et 60° . Observer alors l'indication.

5.24.3 Lors de la deuxième série d'essais, recommencer l'essai défini en 5.24.2 en inversant les bornes du comparateur de phase.

5.24.4 Les essais définis en 5.24.2 et 5.24.3 sont considérés comme satisfaisants si lors des deux séries d'essais, les deux indications étaient sans ambiguïté et si le message «concordance de phase» est passé en «discordance de phase» sur la plage de valeurs: $15^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$. Noter la valeur de l'angle de phase φ lors du changement de message.

5.23.7 The test is considered as passed, if the following values in one of the octave bands with the mid-frequencies of 1 000 Hz, 2 000 Hz or 4 000 Hz have been met:

- the found measuring surface sound pressure level, with only one active signal, shall not be below the value of 80 dB at continuous tone or 77 dB at intermittent tone;
- if an optical signal is also present, the found measuring surface sound pressure level shall not be below the value of 60 dB at continuous tone or 57 dB at intermittent tone.

In this test, consideration shall be given that none of the measured sound pressure levels shall be below the required minimum value of the measuring surface sound pressure level by more than 1,5 dB.

5.23.8 For indicators with indicating properties depending on the applied test voltage, the test shall be repeated according to 5.23.1 to 5.23.6 with a test voltage of $12 \times U_{\text{tmax}}$.

5.23.9 For the routine test, instead of the tests according to 5.23.1 to 5.23.8, the following test may be carried out:

- an indicator of identical design to that which passed the tests according to 5.23.1 to 5.23.7 shall be used as reference indicator. The measurements shall be carried out in a room where no substantial resonances occur. In that room, first of all the sound pressure level of the reference indicator shall be measured at test point 10 as defined in 5.23.3. Each test specimen shall then be tested under identical conditions.

The test is considered as passed, if the specimen comes up to at least the value of the reference indicator.

5.24 *Clear indication of phase comparators*

5.24.1 Phase comparators for separable VDS shall be connected as shown in figure 9. The capacitors C_1 and C_2 shall be short-circuited.

The voltages shall be set at the values $U_1 = U_{\text{tmax}}$ and $U_2 = 6 \times U_{\text{tmax}}$ for UPC.

For SPC, U_2 shall be set at $1,15 \times U_{\text{tmax}}$.

SPC for integrated VDS shall be connected to test points of two integrated VDS.

The primary voltages applied to integrated VDS shall be set at $U_1 = 0,45 \times U_n$ and $U_2 = 1,05 \times U_1$.

It shall be possible to vary the phase angle φ between these two voltages in the range of $0^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$.

5.24.2 In the first test run, the voltage U_2 shall be changed in its phase relation to voltage U_1 to achieve phase angles from 0° to 60° . The indication shall be observed.

5.24.3 In the second test run, the test shall be repeated according to 5.24.2 with the terminal leads of the phase comparator reversed.

5.24.4 The tests defined in 5.24.2 and 5.24.3 are considered as passed, if in both test runs indications were unambiguous, and the indication "phase balance" changed to "phase unbalance" in the range of $15^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$. The values of phase angle φ at the change of indication shall be registered.

5.24.5 Lors de la troisième série d'essais la borne raccordée à U_1 doit être débranchée et mise à la terre, la valeur de la tension U_2 est $6 \times U_{tmax}$ pour les UPC et $1,15 \times U_{tmax}$ pour les SPC. L'indication doit être observée. Cet essai doit être répété en inversant les bornes du comparateur de phase.

5.24.6 Lors de la quatrième série d'essais, les valeurs des deux tensions indiquées figure 9 sont réglées à $0,7 \times U_{tmin}$. La valeur de l'angle de phase doit être $>60^\circ$. L'indication doit être observée.

5.24.7 Les essais définis en 5.24.5 et 5.24.6 sont considérés comme satisfaisants si les conditions suivantes sont remplies:

- pour les comparateurs de phase à un seul signal, aucune indication de «concordance de phase» n'est admise;
- pour les comparateurs de phase comportant deux signaux actifs, aucune indication n'est admise;
- pour les comparateurs de phase comportant un signal actif spécifique, l'indication doit être que la tension est inférieure à U_{tmin} .

5.25 Rotation de phase du comparateur de phase universel

5.25.1 Dans le montage d'essai représenté à la figure 9, il faut brancher les connexions de tension en série avec les condensateurs $C_1 = 1 \text{ pF}$ à 2 pF et $C_2 = 100 \text{ pF}$ au comparateur de phase universel et à un ampèremètre.

Régler les tensions de telle sorte que le courant dans chaque connexion soit égal à $5 \mu\text{A}^*$. Effectuer alors l'essai décrit dans la première partie de 5.24.2 et en 5.24.3.

5.25.2 L'essai est considéré comme satisfaisant si les valeurs de l'angle de phase constatées lors du passage au signal «discordance de phase» ne diffèrent pas de plus de 5° par rapport aux valeurs relevées en 5.24.4.

5.26 Essai de maintenance du système de couplage des VDS séparés

5.26.1 L'essai doit être réalisé sur le système de couplage complet fonctionnant à une tension de service connue notée U .

Mettre l'interface à la terre par l'entremise d'une réactance capacitive en série avec un microampèremètre. L'impédance de charge totale doit être égale à X_{cmin} suivant le tableau 1. Mesurer le courant I à la tension U .

5.26.2 L'essai est considéré comme satisfaisant si le courant mesuré I à la tension U vérifie l'équation suivante:

$$I > I_{tmax} \times \frac{U/\sqrt{3}}{0,45 \times U_n}$$

où I_{tmax} est définie au tableau 1.

NOTE – Si U est égale à U_n l'équation devient: $I \geq I_{tmax} / 0,78$

* Ce montage d'essai peut, par exemple, être réalisé avec un transformateur monopolaire de mesure, de tension nominale 20 kV, classe I. Le condensateur C_1 doit être conçu pour cette tension. Il peut par exemple être réalisé en utilisant un éclateur sphérique.

5.24.5 In the third test run, the terminal connected to U_1 shall be disconnected and earthed, the voltage $U_2 = 6 \times U_{tmax}$ for UPC and $U_2 = 1,15 \times U_{tmax}$ for SPC. The indication shall be observed. The test run shall be repeated with the terminal leads of the phase comparator reversed.

5.24.6 In the fourth test run, both voltages shown in figure 9 shall be set at the value $0,7 \times U_{tmin}$. The value of the phase angle shall be $> 60^\circ$. The indication shall be observed.

5.24.7 The tests defined in 5.24.5 and 5.24.6 are considered as passed, if they comply with the following conditions:

- for phase comparators with only one signal, no indication of "phase balance" is permitted;
- for phase comparators with two active signals, definitely no indication is permitted;
- for phase comparators with a specific active signal, the indication shall be that the voltage is less than U_{tmin} .

5.25 Phase rotation of universal phase comparator

5.25.1 In the test set-up shown in figure 9, the voltage connections behind the capacitor $C_1 = 1 - 2$ pF and $C_2 = 100$ pF shall be connected to the UPC and an ammeter.

The voltages shall be set so that the current in each connection is $5 \mu A^*$. The test according to the first part of 5.24.2 and 5.24.3 is carried out.

5.25.2 The test is considered as passed, if the determined values for the phase angle when switching over to the "phase unbalance" indication do not differ by more than 5° in relation to the values given in 5.24.4.

5.26 Maintenance test of the coupling system of separable VDS

5.26.1 The test shall be carried out on the complete coupling system operated at a known system voltage U .

The interface shall be earthed through a capacitive reactance in series with a micro-ammeter. The total load impedance shall be X_{cmin} according to table 1.

The current I shall be measured at the voltage U .

5.26.2 The test is considered as passed, if the measured current I , at the voltage U , fulfils the following equation:

$$I > I_{tmax} \times \frac{U/\sqrt{3}}{0,45 \times U_n}$$

where I_{tmax} is according to table 1.

NOTE – If U equals U_n the equation becomes: $I \geq I_{tmax} / 0,78$.

* The test set-up can, for example, be realized with a single-pole measuring transformer, nominal voltage 20 kV, class I. The capacitor C_1 has to be designed for this voltage. It can also, for example, be realized using a sphere spark-gap.

5.27 Essai de maintenance de l'indicateur de tension des VDS séparés

L'essai doit être effectué conformément aux indications données en 5.15.1 ou 5.15.2.

5.28 Essai de maintenance des VDS intégrés

L'essai doit être réalisé sur un VDS complet fonctionnant à une tension de service connue notée U .

Le point de test doit être mis à la terre par l'intermédiaire d'une impédance capacitive Z_a . La valeur de Z_a est déterminée pour régler le courant passant à travers l'indicateur à la valeur correspondant à $0,45 U_n$.

NOTE – Les fabricants doivent indiquer la valeur convenable de Z_a en fonction de la tension de service.

L'essai est considéré comme satisfaisant si l'indication reste présente.

L'essai de maintenance n'est pas nécessaire si le VDS intégré comporte un dispositif qui, à la tension entre phase et terre connue $U/\sqrt{3}$, contrôle en permanence et indique au moyen de l'indicateur que le courant I alimentant l'indicateur n'est pas inférieur à

$$I_a \times \frac{U/\sqrt{3}}{0,45 \times U_n}$$

où I_a est la plus grande valeur de courant déterminée dans l'essai de type d'indication indiscutable.

L'état de l'indicateur doit être clairement identifiable lorsque le contrôle de l'état de tension est en cours.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-5:1997

5.27 Maintenance test of voltage indicators of separable VDS

The test shall be carried out as defined in 5.15.1 or 5.15.2, respectively.

5.28 Maintenance test of integrated VDS

The test shall be performed on a complete VDS operated at a known system voltage U .

The test point shall be earthed through a capacitive impedance Z_a . The value of Z_a is determined to set the current through the indicator at the value corresponding to $0,45 U_n$.

NOTE – Manufacturers shall provide the adequate value of Z_a related to the system voltage.

The test is considered as passed if the indication is still present.

The maintenance test is not necessary if the integrated VDS contains a device which, at the known phase-to-earth voltage ($U/\sqrt{3}$), constantly monitors and indicates by means of the indicator that the current I through the indicator is not less than

$$I_a \times \frac{U/\sqrt{3}}{0,45 \times U_n}$$

where I_a is the largest current ascertained in the type test for clear indication.

The indicator shall be clearly recognizable when the voltage condition is being checked.

Toutes les valeurs correspondent à une fréquence de 50 Hz

Désignation du VDS	Impédance d'entrée X_c de l'indicateur		Capacité de charge C_s du système de couplage		Conditions électriques de seuil à l'interface			
	X_{cmin} MΩ	X_{cmax} MΩ	C_{smin} pF	C_{smax} pF	I_{tmin} μA	I_{tmax} μA	U_{tmin} V	U_{tmax} V
Haute résistance HR	36	43,2	74	88	1,62	2,5	70	90
Résistance moyenne MR	12	14,4	221	265	1,39	2,5	20	30
Résistance faible LR	2	2,4	1 326	1 592	1,67	2,5	4	5
Résistance faible modifiée LRM	2	2,4	1 326	1 592	1,67	2,5	4	5
Résistance faible pour connecteurs séparables LRP	5	6,0	531	637	0,67	1	4	5

NOTES

1 Les valeurs I_{tmin} et I_{tmax} sont dérivées des équations $I_{tmax} = U_{tmax} / X_{cmin}$ et $I_{tmin} = U_{tmin} / X_{cmax}$

2 Pour les fréquences autres que 50 Hz, les valeurs de C_s et U_t indiquées dans le tableau 1 restent valables. Par contre, les conditions de seuil pour I_t doivent être modifiées en conséquence.

Table 1 – Characteristics of separable voltage detecting systems (VDS)

All values refer to 50 Hz

Designation of the VDS	Input impedance X_c of the indicator		Load capacitance C_s of the coupling system		Electrical threshold conditions at the interface			
	X_{cmin} M Ω	X_{cmax} M Ω	C_{smin} pF	C_{smax} pF	I_{tmin} μ A	I_{tmax} μ A	U_{tmin} V	U_{tmax} V
High resistance HR	36	43,2	74	88	1,62	2,5	70	90
Medium resistance MR	12	14,4	221	265	1,39	2,5	20	30
Low resistance LR	2	2,4	1 326	1 592	1,67	2,5	4	5
Low resistance modified LRM	2	2,4	1 326	1 592	1,67	2,5	4	5
Low resistance for plug-type cable connections LRP	5	6,0	531	637	0,67	1	4	5

NOTES

1 The values I_{tmin} and I_{tmax} are derived from the equations $I_{tmax} = U_{tmax} / X_{cmin}$ and $I_{tmin} = U_{tmin} / X_{cmax}$

2 For frequencies differing from 50 Hz the values C_s and U_t according to table 1 are valid. The threshold values for I_t have to be changed accordingly.

Tableau 2 – Caractéristiques dimensionnelles de l'interface et du point de test

Dimensions en millimètres

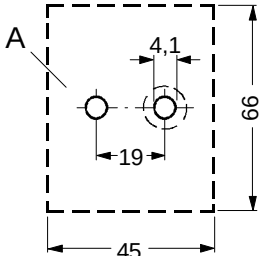
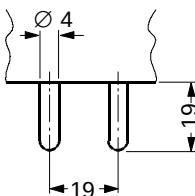
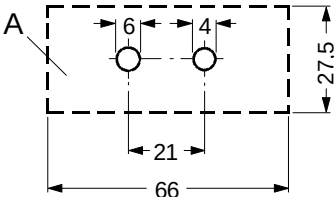
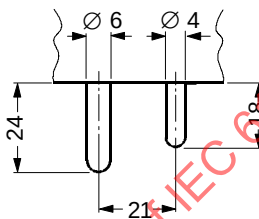
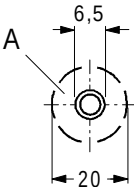
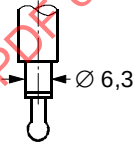
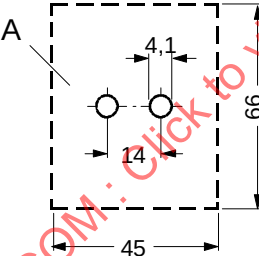
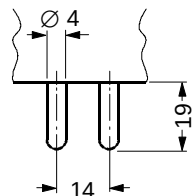
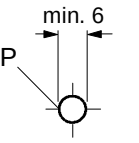
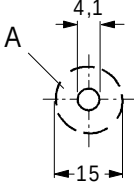
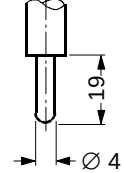
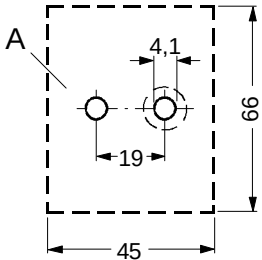
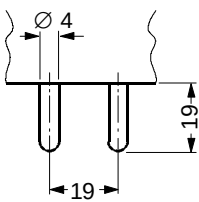
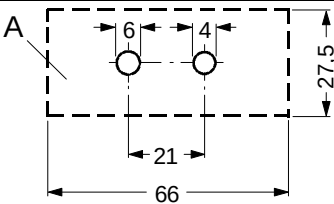
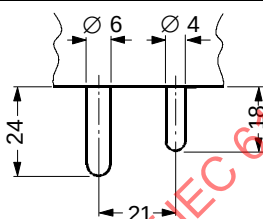
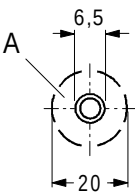
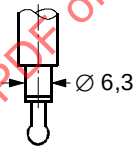
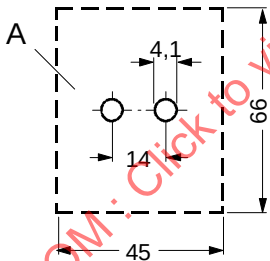
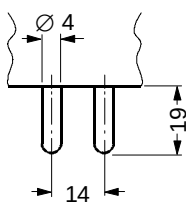
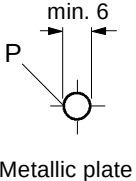
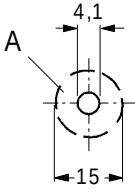
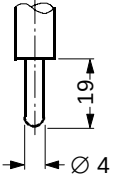
Désignation du système	Disposition du socle et réserve minimale A pour indicateur ou fiche	Disposition des fiches	Normes correspondantes
HR Haute résistance			Voir figure C.1, socle porteur du signal selon CEI 61010-2-031
MR Résistance moyenne			Voir figures C.2 et C.3 pour les détails
LR Résistance faible			CEI 60603-11
LRM Résistance faible modifiée			Voir figure C.4 pour les détails
LRP Résistance faible pour connecteurs séparables	 P:Plaque métallique		
TP Point de test			

Table 2 – Dimensional characteristics of interface and test point*Dimensions in millimetres*

System designation	Socket arrangement and minimum spare area A for indicator or plug	Plug arrangement	Relevant standard
HR High resistance			Refer to figure C.1, socket carrying the signal according to IEC 61010-2-031
MR Medium resistance			Refer to figures C.2 and C.3 for details
LR Low resistance			IEC 60603-11
LRM Low resistance modified			Refer to figure C.4 for details
LRP Low resistance for plug-type cable connections	 P: Metallic plate		
TP Test point			

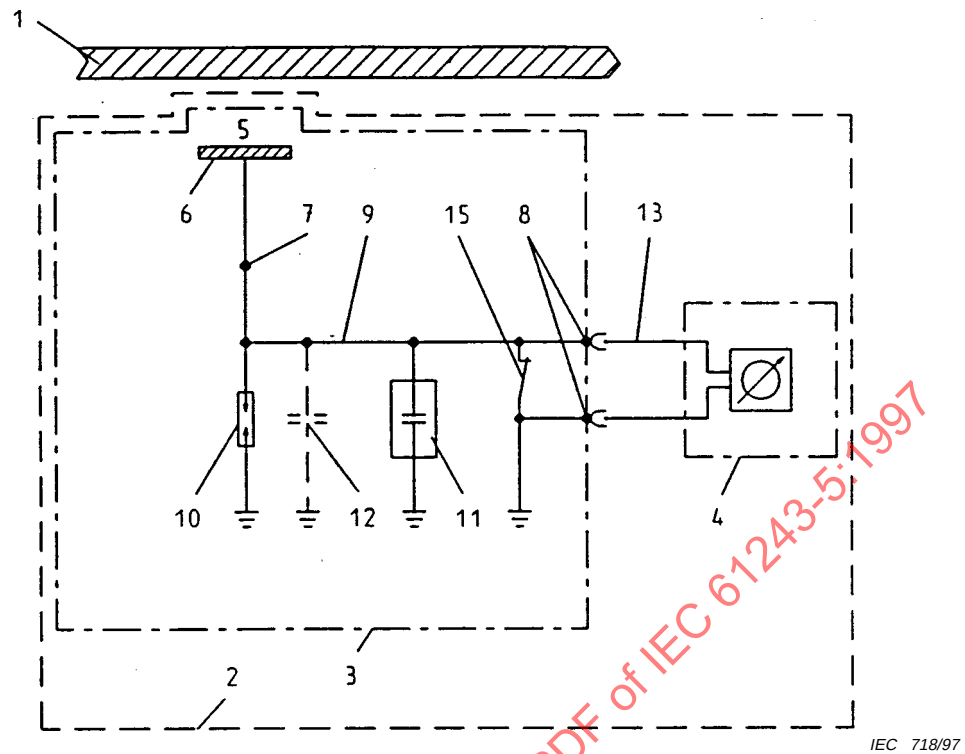


Figure 1 – Système détecteur de tension avec indicateur mobile (VDS séparé)

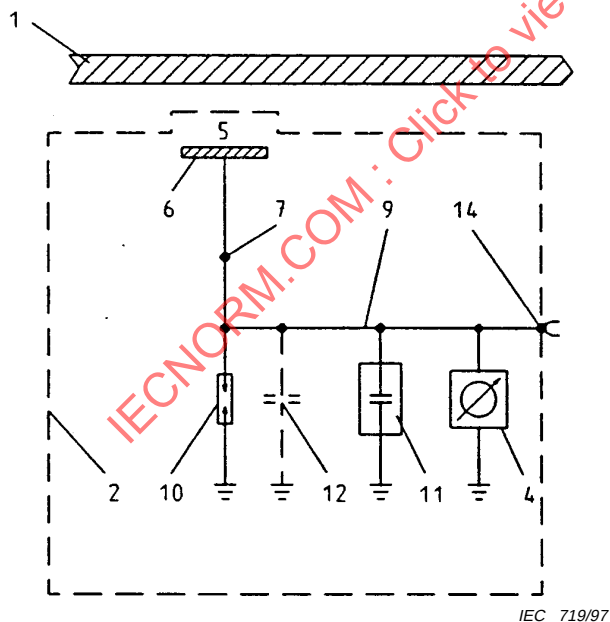
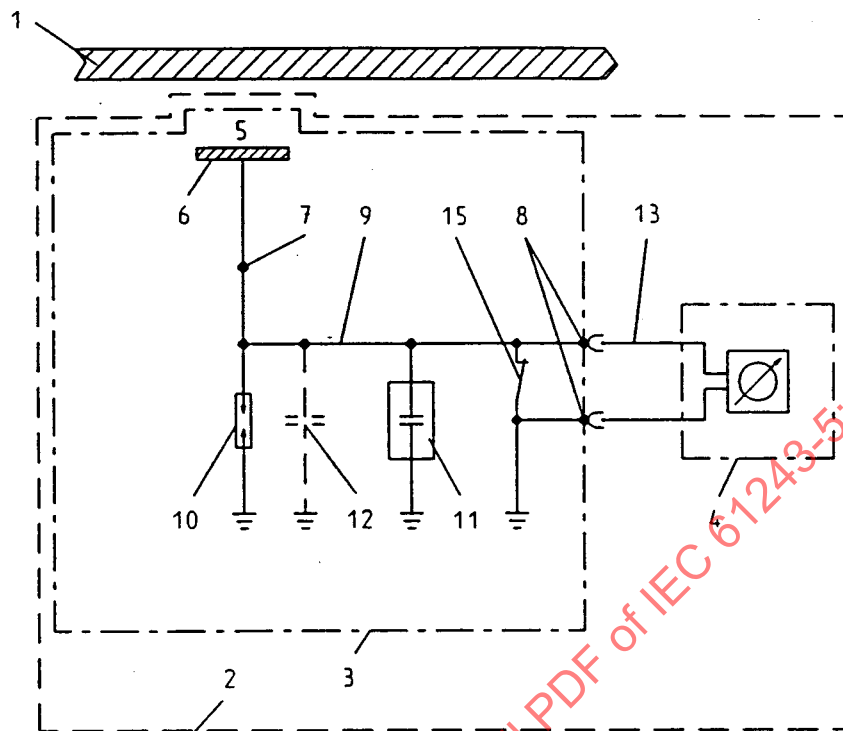


Figure 2 – Système détecteur de tension avec indicateur intégré (VDS intégré)

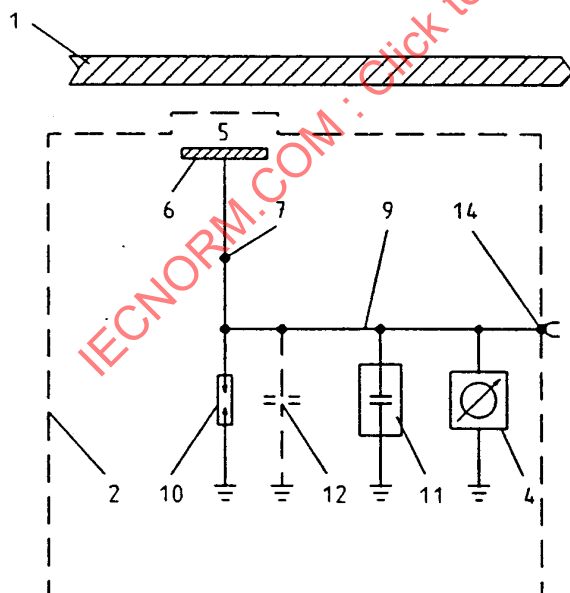
Légende des figures 1 et 2

- 1 Pièce sous tension de l'installation haute tension
- 2 Système détecteur
- 3 Système de couplage
- 4 Indicateur de tension
- 5 Diélectrique de couplage
- 6 Electrode de couplage
- 7 Connexion de l'électrode de couplage
- 8 Interface avec socles suivant tableau 2
- 9 Conducteur de liaison
- 10 Limiteur de tension
- 11 Composants du circuit de mesure (en option)
- 12 Capacités réparties
- 13 Fiche suivant tableau 2 et/ou liaison terminale
- 14 Point de test suivant tableau 2
- 15 Dispositif de mise en court-circuit (en option)



IEC 718/97

Figure 1 – Voltage detecting system with portable indicator (separable VDS)

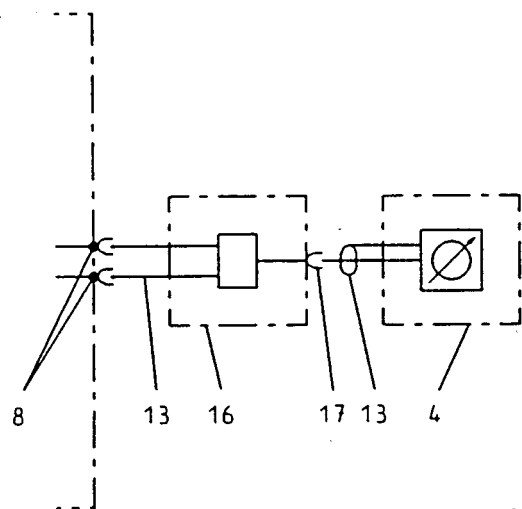


IEC 719/97

Figure 2 – Voltage detecting system with integrated indicator (integrated VDS)

Legend for figures 1 and 2

- 1 Live part of the HV installation
- 2 Indication system
- 3 Coupling system
- 4 Voltage indicator
- 5 Coupling dielectric
- 6 Coupling electrode
- 7 Connection of coupling electrode
- 8 Interface with sockets according to table 2
- 9 Connecting lead
- 10 Voltage limiting device
- 11 Measuring circuit components (optional)
- 12 Stray capacitances
- 13 Plug according to table 2 and/or terminal lead
- 14 Test point according to table 2
- 15 Short-circuiting device (optional)



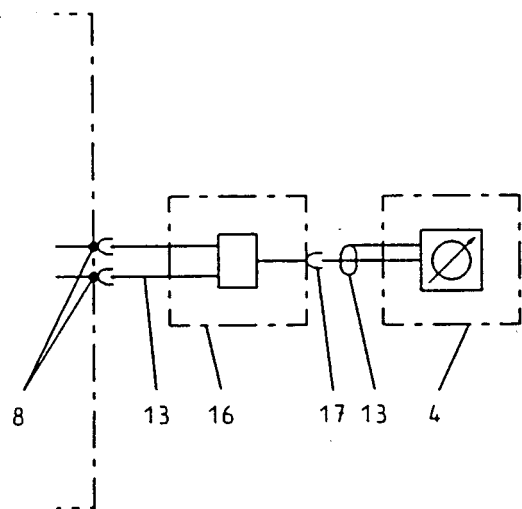
IEC 720/97

Légende de la figure 3

- 4 Indicateur de tension, par exemple système LR
- 8 Interface, par exemple système HR
- 13 Fiche suivant tableau 2 et/ou liaison terminale
- 16 Adaptateur HR-LR
- 17 Interface adaptée

**Figure 3 – Système détecteur de tension avec indicateur mobile et adaptateur
Exemple pour HR-LR**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61243-5:1997

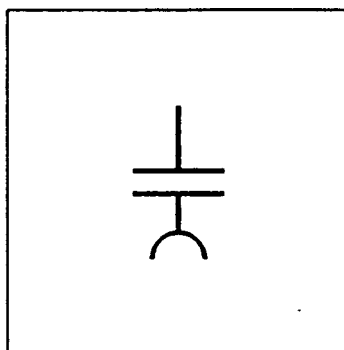


IEC 720/97

Legend for figure 3

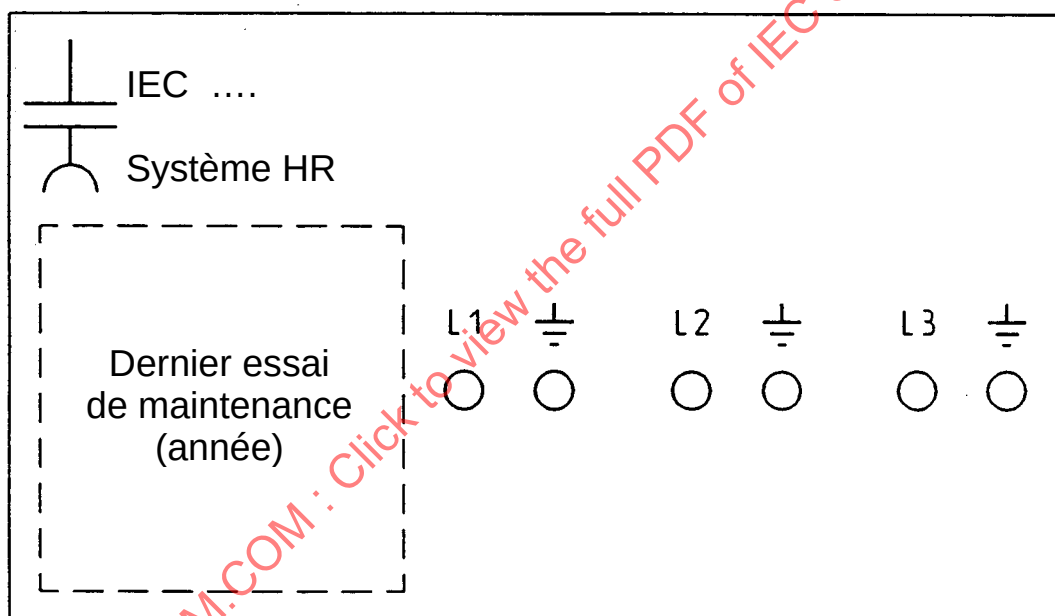
- 4 Voltage indicator, for example LR-system
- 8 Interface, for example HR-system
- 13 Plug according to table 2 and/or terminal lead
- 16 Adaptor HR-LR
- 17 Adapted interface

**Figure 3 – Voltage detecting system with portable indicator and adapter
Example for HR-LR**



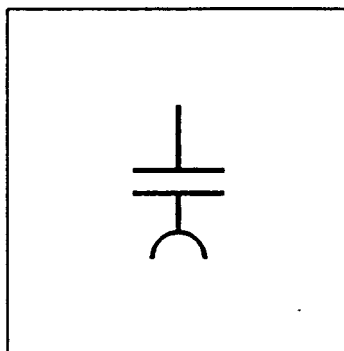
IEC 721/97

Figure 4 – Symbole d'interface capacitive



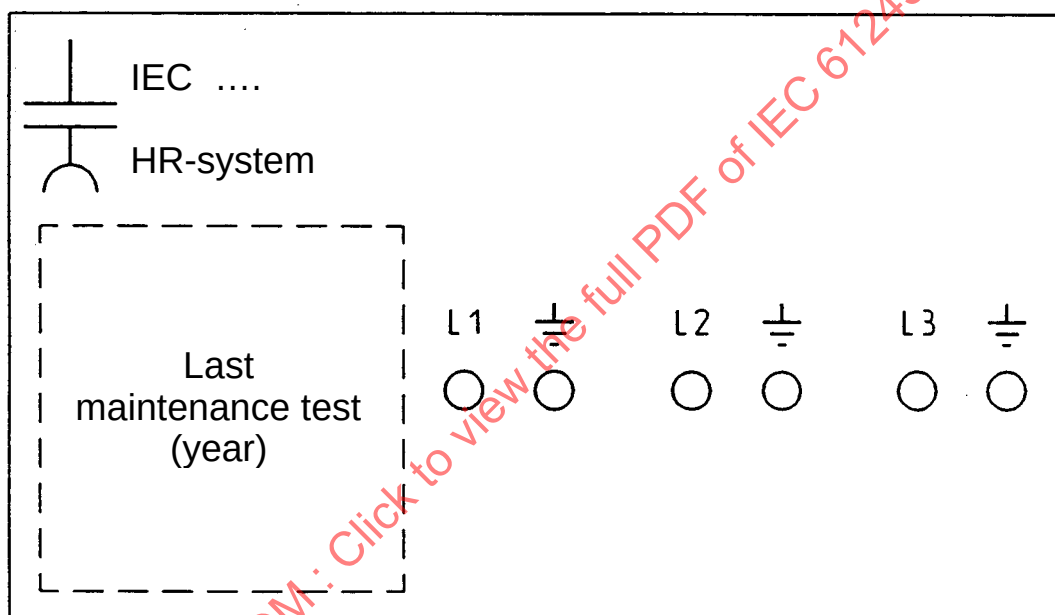
IEC 722/97

Figure 5 – Exemple de marquage d'une interface dans un système HR



IEC 721/97

Figure 4 – Symbol for capacitive interface



IEC 722/97

Figure 5 – Example for markings of an interface in the HR-system

Etat

Tension d'essai

Exemple a

Signal «absence de tension»

Signal «présence de tension»

Exemple b

Signal

Exemple c

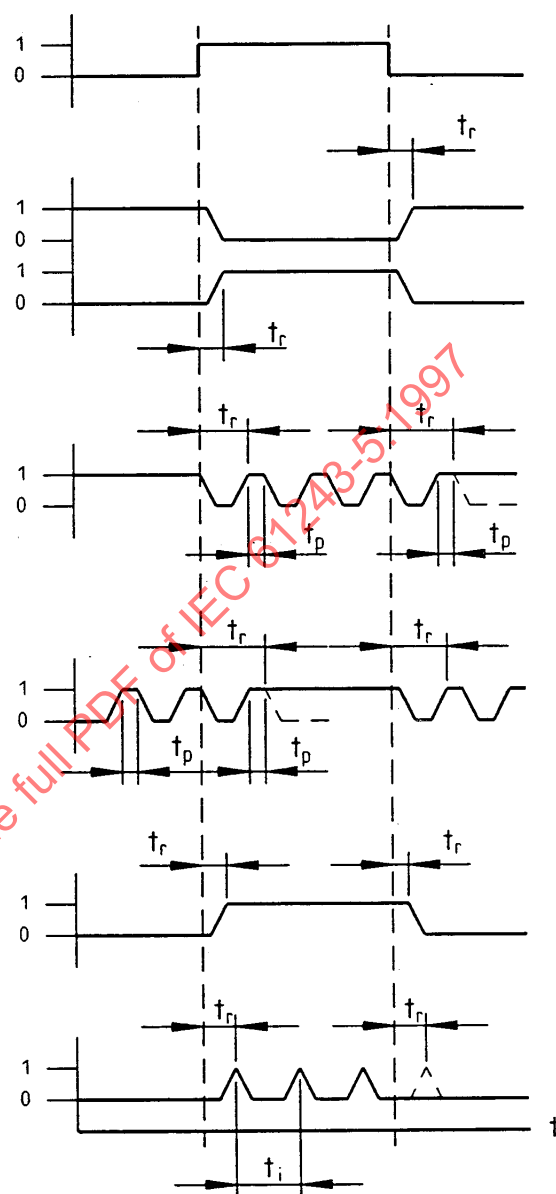
Signal

Exemple d

Signal

Exemple e

Signal



t Temps T_p Durée d'impulsion
 t_i Durée d'intervalle t_r Temps de réponse

IEC 723/97

Exemple	Nombre de signaux différents	Signal d'état	
		«absence de tension»	«présence de tension»
a	2	Permanent	Permanent
b	1	Permanent	Intermittent
c	1	Intermittent	Permanent
d	1	Aucun	Permanent
e	1	Aucun	Intermittent

Figure 6 – Exemples de mesure du temps de réponse

State

Test voltage

Example a

Signal “voltage not present”

Signal “voltage present”

Example b

Signal

Example c

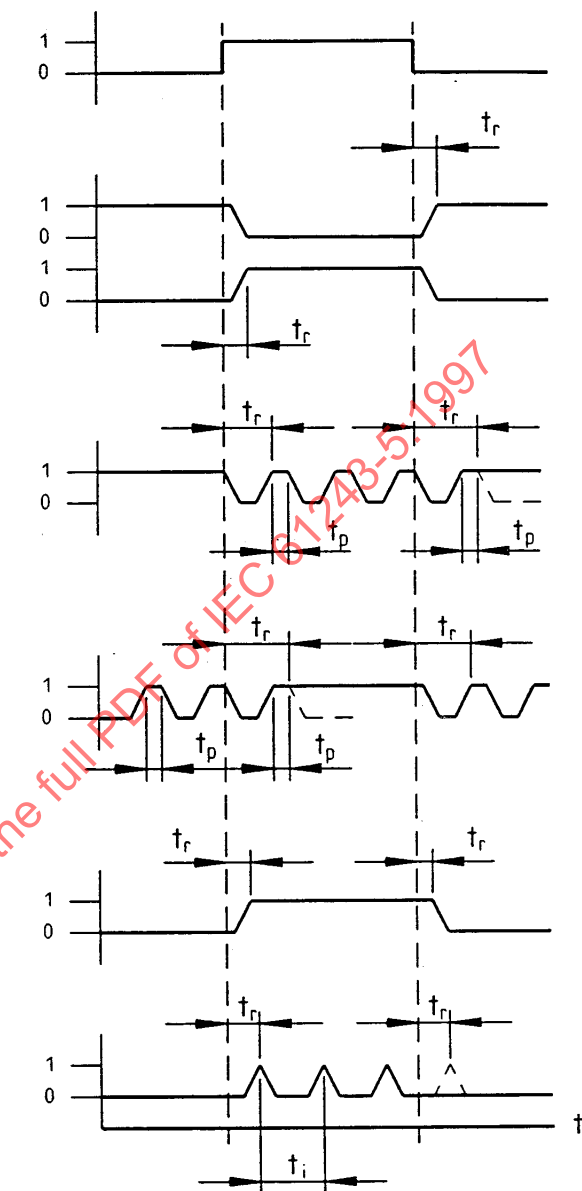
Signal

Example d

Signal

Example e

Signal

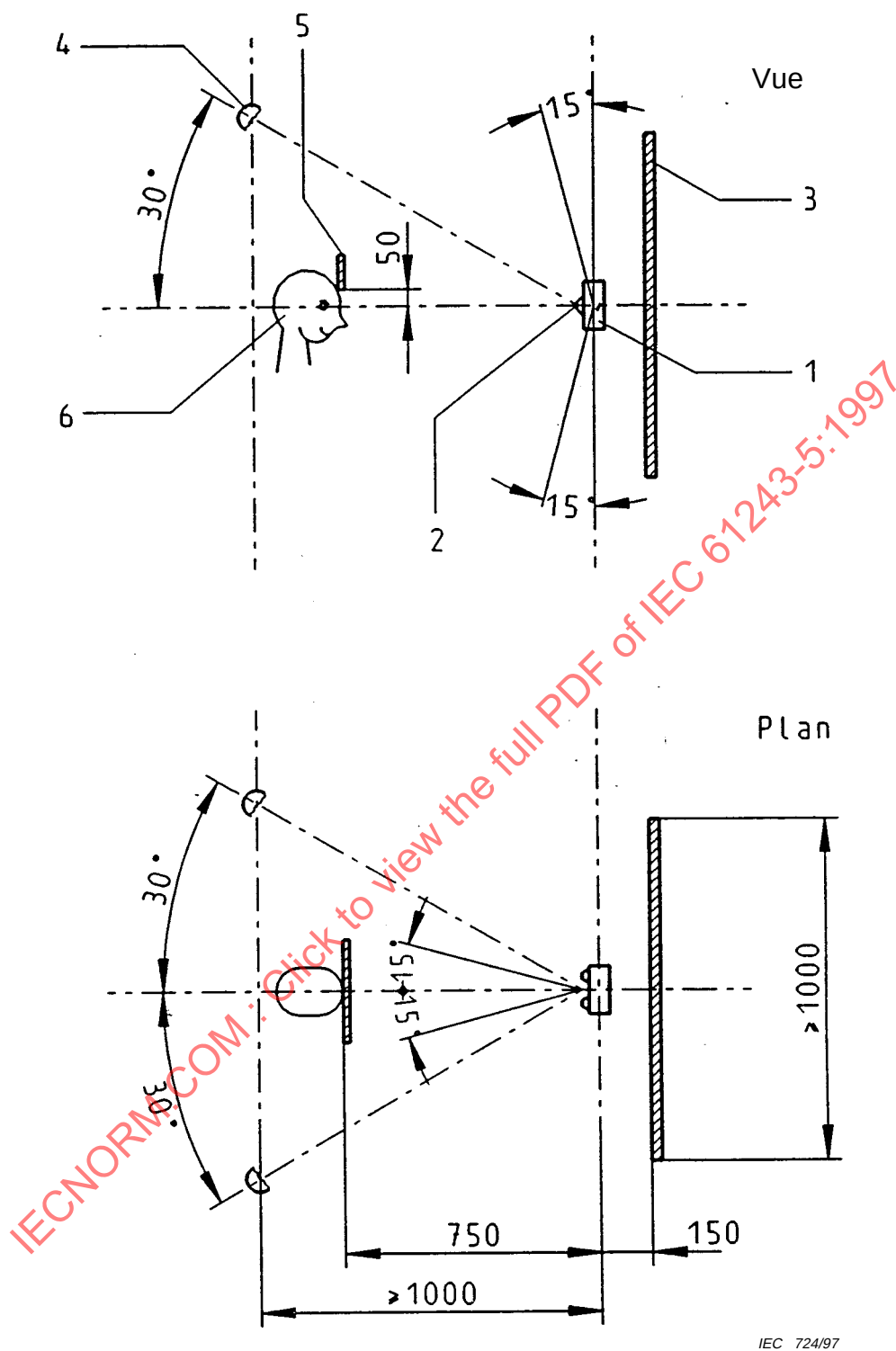


t Time
 t_i Interval duration
 t_p Pulse duration
 t_r Response time

IEC 723/97

Example	Number of different signals	Signal for the state	
		“voltage not present”	“voltage present”
a	2	Steady	Steady
b	1	Steady	Intermittent
c	1	Intermittent	Steady
d	1	None	Steady
e	1	None	Intermittent

Figure 6 – Examples for measuring the response time

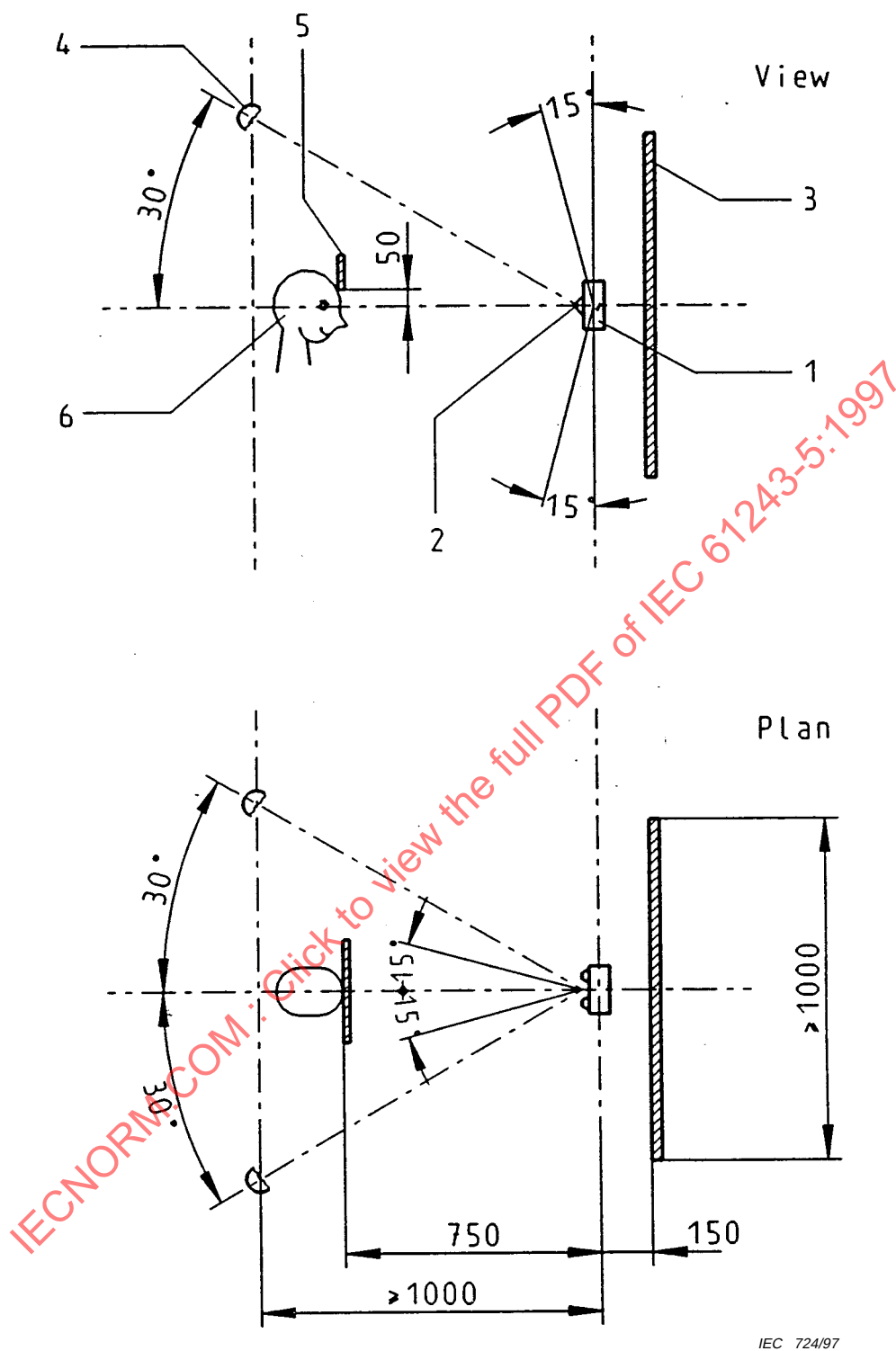


IEC 724/97

Dimensions en millimètres

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1 Indicateur visuel | 4 Sources lumineuses |
| 2 Organe d'indication | 5 Butée frontale |
| 3 Ecran à surface grise mate | 6 Observateur |

Figure 7 – Montage d'essai de perceptibilité de l'indication visuelle

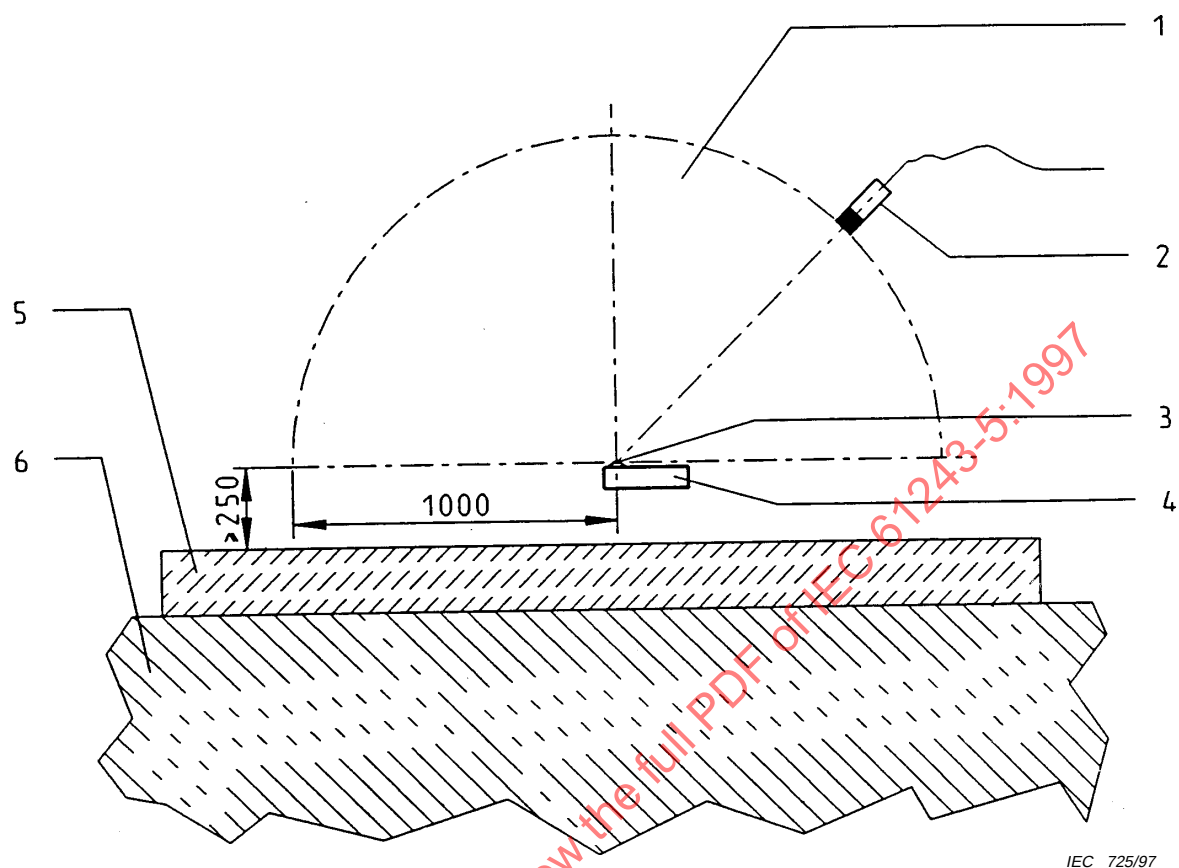


IEC 724/97

Dimensions in millimetres

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | Indicator with visual indication | 4 | Light sources |
| 2 | Indicating element(s) | 5 | Forehead stop |
| 3 | Screen with a matt grey surface | 6 | Observer |

Figure 7 – Test set-up for perceptibility of visual indication

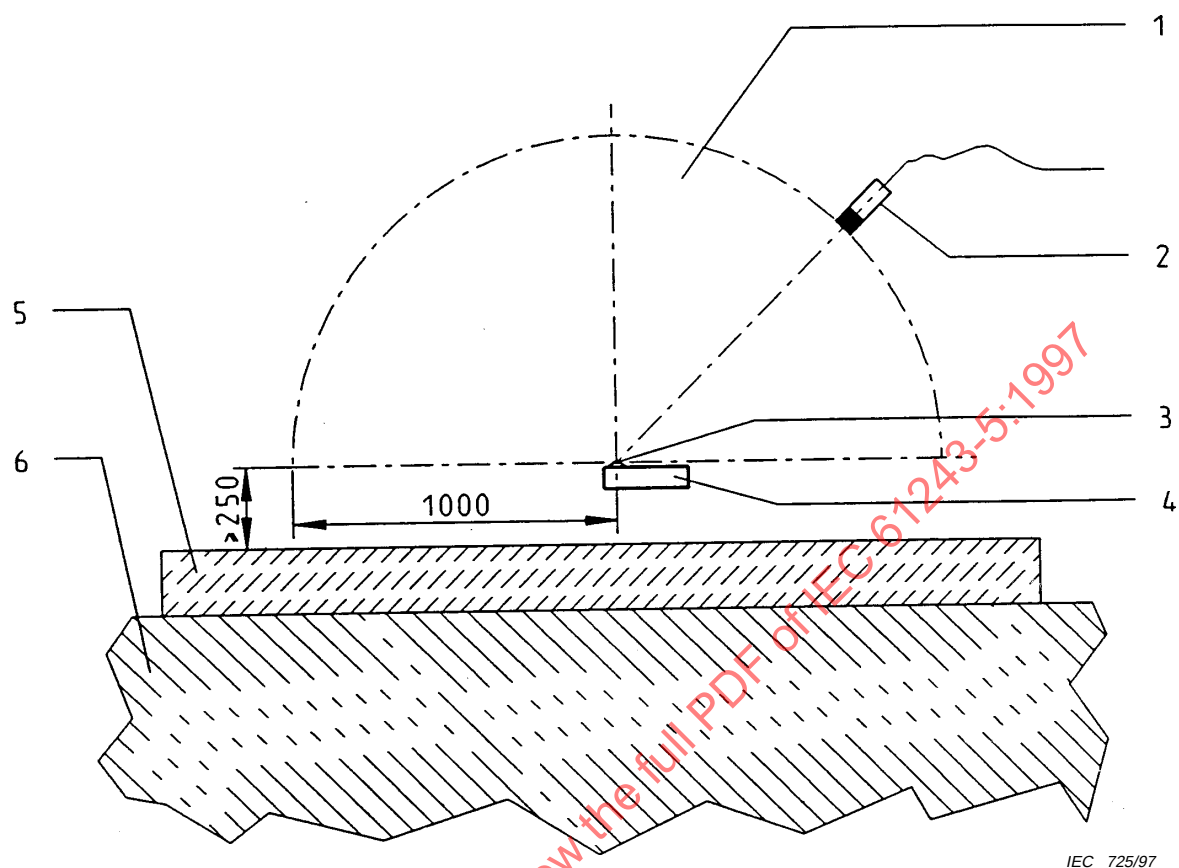


IEC 725/97

Dimensions en millimètres

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| 1 | Hémisphère imaginaire avec les points de mesure | 4 | Indicateur |
| 2 | Sonomètre | 5 | Matériaux absorbants |
| 3 | Générateur acoustique | 6 | Support, par exemple le sol |

Figure 8 – Montage d'essai de perceptibilité de l'indication sonore

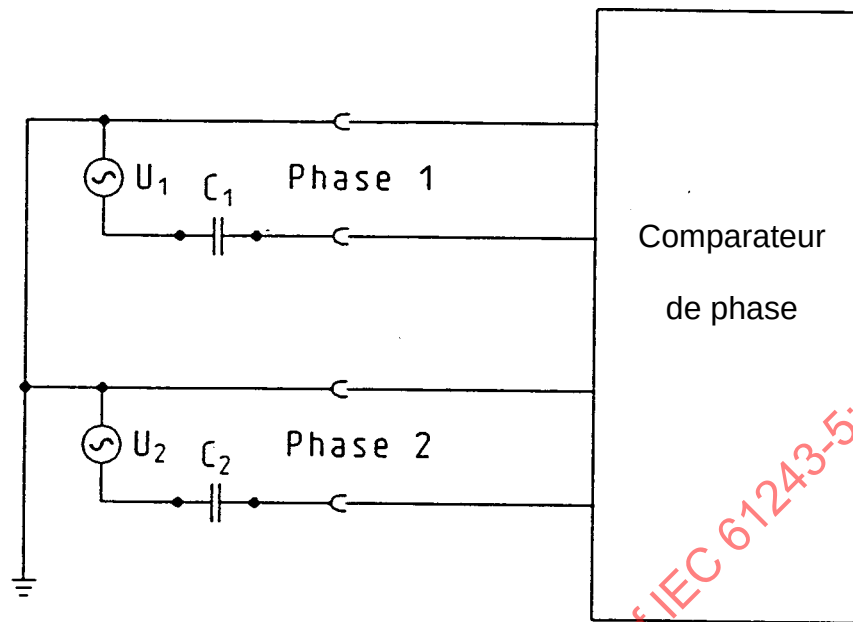


IEC 725/97

Dimensions in millimetres

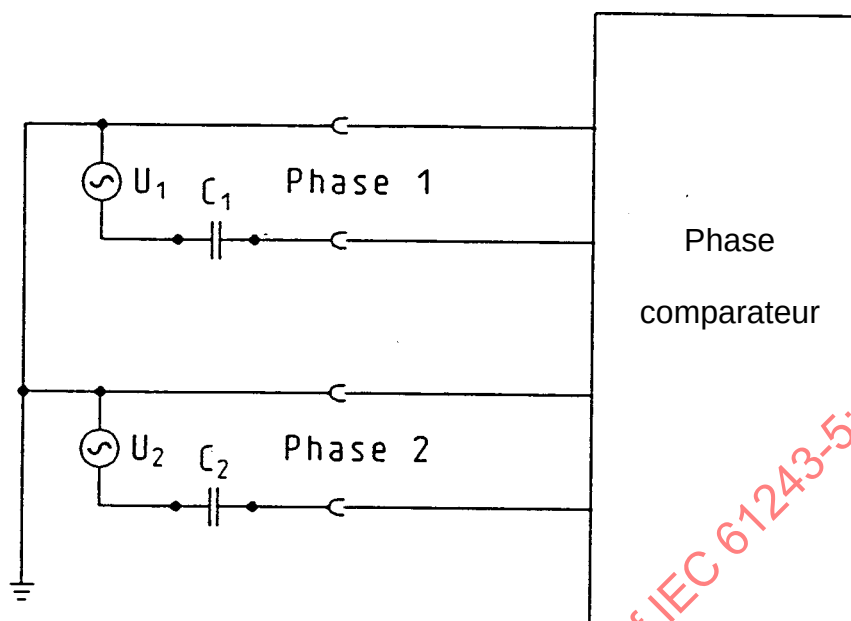
- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 Imaginary hemisphere with measuring points | 4 Indicator |
| 2 Sound level meter | 5 Sound absorbing material |
| 3 Sound generator | 6 Support, for example ground |

Figure 8 – Test set-up for perceptibility of audible indication



IEC 726/97

Figure 9 – Montage d'essai d'indication indiscutable et de rotation de phase des comparateurs de phase



IEC 726/97

Figure 9 – Test set-up for clear indication and phase rotation of phase comparators

Annexe A (normative)

Séquences d'essais

Tableau A.1 – Séquence d'essais pour systèmes de couplage de VDS séparés

Ordre des essais	Essai	Partie à essayer	Prescriptions	Essais selon les paragraphes			
				Essai de type	Essai sur prélèvement	Essai de série	Essai de maintenance
1	Disposition, montage, marquage, instructions d'utilisation	Système de couplage	4.1.1, 4.1.2, 4.1.5, 4.5.1, 4.5.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.7.3, 4.7.5, 4.7.8, 4.8.1, 4.8.2, 4.11.1, 4.11.3, 4.12.2	5.2		5.2	5.2
2	Rigidité diélectrique du système de couplage	Eprouvette ou système de couplage	4.5.1	5.3			
3	Courant maximal de l'électrode de couplage	Eprouvette ou système de couplage	4.5.6	5.4			
4	Conditions d'interface	Système de couplage	4.2.1, 4.2.2	5.5		5.5	5.26
5	Dispositif limiteur de tension	Eprouvette ou système de couplage	4.5.4	5.6			
6	Influence de la température sur le système de couplage	Eprouvette ou système de couplage	4.4.3	5.7			
7	Rotation de phase du système de couplage	Système de couplage	4.6.3	5.8			
8	Résistance de l'isolation à la pollution	Eprouvette ou système de couplage	4.4.5	5.9			
9	Conducteurs de liaison	Eprouvette ou système de couplage	4.7.1, 4.7.2, 4.7.4	5.10			

Annex A (normative)

Sequence of tests

Table A.1 – Sequence of tests for coupling systems of separable VDS

Order of test	Test	Part to be tested	Requirements	Tests according to subclauses			
				Type test	Sample test	Routine test	Maintenance test
1	Arrangement, assembly, markings, instructions for use	Coupling system	4.1.1, 4.1.2, 4.1.5, 4.5.1, 4.5.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.7.3, 4.7.5, 4.7.8, 4.8.1, 4.8.2, 4.11.1, 4.11.3, 4.12.2	5.2		5.2	5.2
2	Dielectric strength of coupling system	Test piece or coupling system	4.5.1	5.3			
3	Maximum current of coupling electrode	Test piece or coupling system	4.5.6	5.4			
4	Interface conditions	Coupling system	4.2.1, 4.2.2	5.5		5.5	5.26
5	Voltage limiting device	Test piece or coupling system	4.5.4	5.6			
6	Temperature dependence of coupling system	Test piece or coupling system	4.4.3	5.7			
7	Phase rotation of coupling system	Coupling system	4.6.3	5.8			
8	Insulation resistance under pollution	Test piece or coupling system	4.4.5	5.9			
9	Connecting leads	Test piece or coupling system	4.7.1, 4.7.2, 4.7.4	5.10			

Tableau A.2 – Séquence d'essais pour indicateurs de tension séparés

Ordre des essais	Essai	Partie à essayer	Prescriptions	Essais selon les paragraphes			
				Essai de type	Essai sur prélèvement	Essai de série	Essai de maintenance
1	Disposition, montage, marquage, instructions d'utilisation	Indicateur	4.1.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.9.4, 4.9.8, 4.9.14, 4.10, 4.11.1, 4.11.2, 4.12	5.2		5.2	5.2
2	Résistance aux vibrations	Indicateur	4.9.6	5.12			
3	Résistance aux chocs et aux chutes	Indicateur	4.9.5	5.13			
4	Rigidité diélectrique	Indicateur	4.9.2, 4.9.7	5.14.1, 5.14.2			
5	Tension de seuil	Indicateur	4.2.3, 4.3.1, 4.3.3, 4.9.1	5.15		5.15.1, 5.15.2	5.27
6	Résistance climatique de tension de seuil	Indicateur	4.4.4, 4.9.3, 4.9.4	5.16.1			
7	Temps de réponse	Indicateur	4.3.3, 4.3.6	5.17			
8	Non-réponse à la tension continue	Indicateur	4.3.5	5.18.1			
9	Perceptibilité indiscutable	Indicateur	4.3.10	5.22, 5.23			
10	Efficacité du dispositif de contrôle	Eprouvette	4.9.13	5.19			
11	Indication jusqu'à épuisement de l'alimentation	Eprouvette	4.3.11	5.20			
12	Influence de la température	Indicateur	4.4.1, 4.4.2, 4.4.3	5.21			

Table A.2 – Sequence of tests for separable voltage indicators

Order of test	Test	Part to be tested	Requirements	Tests according to subclauses			
				Type test	Sample test	Routine test	Maintenance test
1	Arrangement, assembly, markings, instructions for use	Indicator	4.1.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.9.4, 4.9.8, 4.9.14, 4.10, 4.11.1, 4.11.2, 4.12	5.2		5.2	5.2
2	Vibration resistance	Indicator	4.9.6	5.12			
3	Drop and impact resistance	Indicator	4.9.5	5.13			
4	Dielectric strength	Indicator	4.9.2, 4.9.7	5.14.1, 5.14.2			
5	Threshold voltage	Indicator	4.2.3, 4.3.1, 4.3.3, 4.9.1	5.15		5.15.1, 5.15.2	5.27
6	Climatic resistance of threshold voltage	Indicator	4.4.4, 4.9.3, 4.9.4	5.16.1			
7	Response time	Indicator	4.3.3, 4.3.6	5.17			
8	Non response to d.c. voltage	Indicator	4.3.5	5.18.1			
9	Clear perceptibility	Indicator	4.3.10	5.22, 5.23			
10	Efficiency of testing element	Test piece	4.9.13	5.19			
11	Indication until power source is exhausted	Test piece	4.3.11	5.20			
12	Temperature dependence	Indicator	4.4.1, 4.4.2, 4.4.3	5.21			

Tableau A.3 – Séquence d'essais pour VDS intégrés (IVDS)

Ordre des essais	Essai	Partie à essayer	Prescriptions	Essais selon les paragraphes			
				Essai de type	Essai sur prélèvement	Essai de série	Essai de maintenance
1	Disposition, montage, marquage, instructions d'utilisation	IVDS	4.1.4, 4.3.2, 4.5.1, 4.5.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.7.3, 4.7.5, 4.7.8, 4.8.1, 4.8.2, 4.9.8, 4.9.11, 4.9.13, 4.9.14, 4.11.1, 4.11.4, 4.12.2	5.2		5.2	5.2
2	Rigidité diélectrique	Eprouvette ou IVDS	4.5.1	5.3			
3	Courant maximal de l'électrode de couplage	Eprouvette ou IVDS	4.5.6	5.4			
4	Dispositif limiteur de tension	Eprouvette ou IVDS	4.5.4	5.6			
5	Influence de la température	Eprouvette ou IVDS	4.4.1, 4.4.2, 4.4.3	5.7			
6	Conducteurs de liaison	IVDS et éprouvette	4.7.1, 4.7.2, 4.7.4	5.10			
7	Résistance aux vibrations	Indicateur	4.9.6	5.12			
8	Résistance aux chocs	Indicateur	4.9.5	5.13.4			
9	Indication indiscutable	IVDS	4.2.1, 4.3.1, 4.3.3	5.11		5.11	5.28
10	Résistance climatique	IVDS ou éprouvette	4.4.4, 4.9.3, 4.9.4	5.16.2			
11	Temps de réponse	IVDS	4.3.3, 4.3.6	5.17			
12	Non-réponse à la tension continue	IVDS	4.3.5	5.18.2			
13	Perceptibilité indiscutable	Eprouvette avec indicateur	4.3.10	5.22			
14	Efficacité du dispositif de contrôle	Eprouvette	4.9.13	5.19			
15	Indication jusqu'à épuisement de l'alimentation	Eprouvette	4.3.11	5.20			

Table A.3 – Sequence of tests for integrated VDS (IVDS)

Order of test	Test	Part to be tested	Requirements	Tests according to subclauses			
				Type test	Sample test	Routine test	Maintenance test
1	Arrangement, assembly, markings, instructions for use	IVDS	4.1.4, 4.3.2, 4.5.1, 4.5.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.7.3, 4.7.5, 4.7.8, 4.8.1, 4.8.2, 4.9.8, 4.9.11, 4.9.13, 4.9.14, 4.11.1, 4.11.4, 4.12.2	5.2		5.2	5.2
2	Dielectric strength	Test piece or IVDS	4.5.1	5.3			
3	Maximum current of coupling electrode	Test piece or IVDS	4.5.6	5.4			
4	Voltage limiting device	Test piece or IVDS	4.5.4	5.6			
5	Temperature dependence	Test piece or IVDS	4.4.1, 4.4.2, 4.4.3	5.7			
6	Connecting leads	IVDS and test piece	4.7.1, 4.7.2, 4.7.4	5.10			
7	Vibration resistance	Indicator	4.9.6	5.12			
8	Impact resistance	Indicator	4.9.5	5.13.4			
9	Clear indication	IVDS	4.2.1, 4.3.1, 4.3.3	5.11		5.11	5.28
10	Climatic resistance	IVDS or test piece	4.4.4, 4.9.3, 4.9.4	5.16.2			
11	Response time	IVDS	4.3.3, 4.3.6	5.17			
12	Non response to d.c. voltage	IVDS	4.3.5	5.18.2			
13	Clear perceptibility	Test piece with indicator	4.3.10	5.22			
14	Efficiency of testing element	Test piece	4.9.13	5.19			
15	Indication until power source is exhausted	Test piece	4.3.11	5.20			