

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60-2**

Deuxième édition
Second edition
1994-11

Techniques des essais à haute tension

Partie 2:
Systèmes de Mesure

High-voltage test techniques

Part 2:
Measuring Systems



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60-2: 1994

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VSI).

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*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

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* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60-2**

Deuxième édition
Second edition
1994-11

Techniques des essais à haute tension

**Partie 2:
Systèmes de Mesure**

High-voltage test techniques

**Part 2:
Measuring Systems**

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Définitions et symboles	14
3.1 Systèmes de Mesure	14
3.2 Dispositifs de conversion	16
3.3 Système de transmission	16
3.4 Appareil indicateur ou enregistreur	16
3.5 Coefficients de conversion	18
3.6 Définitions relatives au comportement dynamique d'un Système de Mesure	18
3.7 Paramètres de réponse	20
3.8 Incertitude globale e	22
3.9 Caractéristiques assignées	24
3.10 Définitions relatives aux essais	24
4 Procédures de qualification et d'utilisation des Systèmes de Mesure	26
4.1 Principes généraux	26
4.2 Intervalle entre les Essais de Détermination des Caractéristiques.	26
4.3 Intervalle entre les Essais de Contrôle de Caractéristiques	28
4.4 Prescriptions pour le Recueil de Caractéristiques	28
4.5 Conditions d'utilisation	30
5 Essais de réception pour un Système de Mesure Approuvé	32
5.1 Applicabilité	32
5.2 Détermination du coefficient de conversion	32
5.3 Essais de linéarité	32
5.4 Essai de stabilité à court terme	34
5.5 Stabilité à long terme de chaque élément	34
5.6 Effet de la température	34
5.7 Effet de proximité	34
5.8 Comportement dynamique d'un constituant	36
5.9 Essais de tenue	36
6 Essais de Détermination des Caractéristiques des Systèmes de Mesure	38
6.1 Prescriptions générales	38
6.2 Détermination du Coefficient de Conversion Affecté d'un Système de Mesure	40
6.3 Essai de comportement dynamique (pour les Systèmes de Mesure de chocs)	42
6.4 Essai de perturbations (pour les Systèmes de Mesure de chocs).	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	13
3 Definitions and symbols	15
3.1 Measuring Systems	15
3.2 Converting devices	17
3.3 Transmission system	17
3.4 Indicating or recording instrument	17
3.5 Scale factors	19
3.6 Definition related to the dynamic behaviour of a Measuring System	19
3.7 Response parameters	21
3.8 Overall uncertainty e	23
3.9 Rated values	25
3.10 Definitions related to tests	25
4 Procedures for qualification and use of measuring systems	27
4.1 General principles	27
4.2 Schedule of Performance Tests	27
4.3 Schedule of Performance Checks	29
4.4 Requirements for the Record of Performance	29
4.5 Operating conditions	31
5 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	33
5.1 Applicability	33
5.2 Determination of the scale factor	33
5.3 Linearity test	33
5.4 Short-term stability test	35
5.5 Long-term stability of single elements	35
5.6 Temperature effect	35
5.7 Proximity effect	35
5.8 Dynamic behaviour of a component	37
5.9 Withstand tests	37
6 Performance Tests on Measuring Systems	39
6.1 General requirements	39
6.2 Determination of the Assigned Scale Factor	41
6.3 Dynamic behaviour test (for Impulse Measuring Systems)	43
6.4 Interference test (for Impulse Measuring Systems)	43

Articles

Pages

7	Mesures des tensions continues	44
7.1	Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé	44
7.2	Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé	44
7.3	Essai de Détermination des Caractéristiques pour un Système de mesure	48
7.4	Contrôle des caractéristiques	48
7.5	Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI	48
7.6	Mesure de l'amplitude de l'ondulation	48
8	Mesure d'une tension alternative	52
8.1	Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé	52
8.2	Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé	52
8.3	Essai de Détermination des Caractéristiques	56
8.4	Contrôle des caractéristiques	56
8.5	Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI	56
9	Mesures des tensions de chocs de foudre	58
9.1	Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé	58
9.2	Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé	60
9.3	Essais de Détermination des Caractéristiques sur des Systèmes de Mesure	64
9.4	Contrôle des caractéristiques	68
9.5	Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI	70
10	Mesures de tension de chocs de manoeuvre	72
10.1	Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé	72
10.2	Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé	72
10.3	Essais de Détermination des Caractéristiques du Système de Mesure	76
10.4	Contrôle des caractéristiques	80
10.5	Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI	80
11	Mesures de courants de choc	82
11.1	Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé	82
11.2	Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé	82
11.3	Essais de Détermination des Caractéristiques	84
11.4	Contrôle des caractéristiques	86
12	Les Systèmes de Mesure de Référence	90
12.1	Prescriptions pour les Systèmes de Mesure de Référence	90
12.2	Etalonnage d'un Système de Mesure de Référence	90
12.3	Intervalle entre les Etalonnages successifs des Systèmes de Mesure de Référence	92

Clause	Page
7 Measurement of direct voltage	45
7.1 Requirements for an Approved Measuring System	45
7.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	45
7.3 Performance Test on Measuring Systems	49
7.4 Performance Check	49
7.5 IEC Standard Measuring Device	49
7.6 Measurement of ripple amplitude	49
8 Measurement of alternating voltage	53
8.1 Requirements for an Approved Measuring System	53
8.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	53
8.3 Performance Test on Measuring Systems	57
8.4 Performance Check	57
8.5 IEC Standard Measuring Device	57
9 Measurement of lightning impulse voltage	59
9.1 Requirements for an Approved Measuring System	59
9.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	61
9.3 Performance Test on Measuring Systems	65
9.4 Performance Check	69
9.5 IEC Standard Measuring Device	71
10 Measurement of switching impulse voltage	73
10.1 Requirements for an Approved Measuring System	73
10.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	73
10.3 Performance Test on Measuring Systems	77
10.4 Performance Check	81
10.5 IEC Standard Measuring Device	81
11 Measurement of impulse current	83
11.1 Requirements for an Approved Measuring System	83
11.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System	83
11.3 Performance Test on Measuring Systems	85
11.4 Performance Check	87
12 Reference Measuring Systems	91
12.1 Requirements for Reference Measuring Systems	91
12.2 Calibration of a Reference Measuring System	91
12.3 Interval between successive Certifications of Reference Measuring Systems	93

Articles	Pages
Figures	95
Annexes	
A Systèmes d'Accréditation	98
A.1 Systèmes nationaux d'accréditation	98
A.2 Bibliographie	100
B Structure d'un Recueil de Caractéristiques	102
B.1 Structure générale	102
B.2 Description générale du système (Chapitre A)	102
B.3 Résultats des essais de réception sur les constituants (Chapitre B)	106
B.4 Résultats des essais de routine sur le Système de Mesure Complet (Chapitre C)	106
B.5 Résultats des essais de Détermination des Caractéristiques (Chapitre D)	106
B.6 Contrôle des Caractéristiques (Chapitre E)	106
B.7 Configuration à minima du Recueil de Caractéristiques	108
C Les mesures de la réponse indicielle	110
C.1 Circuits pour les mesures de la réponse indicielle	110
D Accroissement de température des résistances de mesure	114
E Les Systèmes de Mesure de Référence et les Mesures Comparatives pour Tensions de Choc – Bibliographie	116
E.1 Les mesures comparatives	116
E.2 Exemples de diviseurs pour les Systèmes de Mesure de Référence	116
E.3 Dispositifs de Mesure Normalisés CEI	116
F Tableaux résumés des essais	118
F.1 Essais sur un Système de Mesure à tension continue	120
F.2 Essais sur un Système de Mesure à tension alternative	122
F.3 Essais sur un Système de Mesure de chocs de foudre	124
F.4 Essais sur un Système de Mesure de chocs de manoeuvre	126
F.5 Essais sur un Système de Mesure de chocs de courant	128
G Domaines nécessitant une attention particulière	130
G.1 Mesure du coefficient de conversion d'un diviseur	130
G.2 Sondes et atténuateurs externes	130
G.3 Coefficient de conversion de sonde	132
G.4 Niveaux d'utilisation appropriés	132
G.5 Précision des mesures de temps	132

Clause	Page
Figures	94
Annexes	
A Accreditation Systems	99
A.1 National accreditation systems	99
A.2 Bibliography	101
B Structure of a Record of Performance	103
B.1 General structure	103
B.2 General description of the system (Chapter A)	103
B.3 Acceptance test results on components (Chapter B)	107
B.4 Routine test results on the complete Measuring System (Chapter C)	107
B.5 Performance Test results (Chapter D)	107
B.6 Performance Check (Chapter E)	107
B.7 Minimal form of the Record of Performance	109
C Step response measurements	111
C.1 Circuits for step response measurements	111
D Temperature rise of measuring resistors	115
E Reference Measuring Systems and Comparison Measurements for Impulse Measurements – Bibliography	117
E.1 Comparison measurements	117
E.2 Some examples of dividers for Reference Measuring Systems	117
E.3 IEC Standard Measuring Devices	117
F Summary of tests	119
F.1 Tests on a direct voltage Measuring System	121
F.2 Tests on an alternating voltage Measuring System	123
F.3 Tests on a lightning impulse Measuring System	125
F.4 Tests on a switching impulse Measuring System	127
F.5 Tests on an impulse current Measuring System	129
G Areas where special care is needed	131
G.1 Measurement of the scale factor of a divider	131
G.2 Probes and external attenuators	131
G.3 Probe scale factor	133
G.4 Use of appropriate levels	133
G.5 Accuracy of time measurements	133

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION –

Partie 2: Systèmes de Mesure

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 60-2 a été établie par le comité d'études 42 de la CEI: Technique des essais à haute tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la CEI 60-3, Dispositifs de mesure, parue en 1976 et la CEI 60-4, Guide d'application des dispositifs de mesure, parue en 1977. Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
42(BC)54	42(BC)57

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

La CEI 60 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Techniques des essais à haute tension*

- Première partie: 1989, Définitions et prescriptions générales relatives aux essais
- Deuxième partie: 1994, Systèmes de mesure

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme et fournit des prescriptions normatives pour les pays ayant choisi d'utiliser des systèmes d'accréditation.

Les annexes B à G sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE TEST TECHNIQUES -

Part 2: Measuring Systems

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use 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.

International Standard IEC 60-2 has been prepared by IEC technical committee 42: High-voltage testing techniques.

This second edition cancels and replaces IEC 60-3, Measuring devices, published in 1976, and IEC 60-4, Application guide for measuring devices, published in 1977. This second edition constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on voting
42(CO)54	42(CO)57

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

IEC 60 consists of the following parts, under the general title: *High-voltage test techniques*:

- Part 1: 1989, General definitions and test requirements
- Part 2: 1994: Measuring Systems

Annex A forms an integral part of this standard and provides normative requirements for countries choosing to use accreditation systems.

Annexes B to G are for information only.

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION –

Partie 2: Systèmes de Mesure

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60 est applicable aux Systèmes de Mesure complets et à leurs constituants lorsqu'ils sont utilisés pour les mesures des hautes tensions et courants réalisées lors des essais en tension continue, tension alternative, tensions de chocs de foudre et de manoeuvre, lors des essais en fort courant impulsionnel, ou encore lors d'essais mettant en oeuvre plusieurs de ces contraintes et tels qu'ils sont définis dans la CEI 60-1.

Les niveaux des incertitudes de mesure dont il est fait état dans cette Norme Internationale, s'appliquent aux niveaux d'essais définis dans la CEI 71-1. Les principes développés dans cette Norme Internationale s'appliquent aussi à des niveaux de tension d'essais plus élevés, mais l'incertitude peut en être alors plus élevée.

Cette norme:

- définit les termes utilisés,
- détermine les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les Systèmes de Mesure,
- décrit les méthodes à utiliser pour qualifier un Système de Mesure et pour en contrôler les différents constituants,
- décrit enfin les procédures grâce auxquelles l'utilisateur montrera qu'un Système de Mesure respecte les prescriptions de cette norme.

HIGH-VOLTAGE TEST TECHNIQUES –

Part 2: Measuring Systems

1 Scope

This part of IEC 60 is applicable to complete Measuring Systems, and to their components, used for the measurement of high-voltages and currents during tests with direct voltage, alternating voltage, lightning and switching impulse voltages and for tests with impulse currents, or with combinations of them as specified in IEC 60-1.

The limits on measurement uncertainties stated in this International Standard apply to test levels stated in IEC 71-1. The principles of this International Standard apply also to higher levels but the uncertainty may be greater.

This standard:

- defines the terms used,
- states the requirements which the Measuring Systems shall meet,
- describes the methods for approving a Measuring System and checking its components,
- describes the procedure by which the user will show that a Measuring System meets the requirements of this standard.

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 60. 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 60 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 50(301, 302, 303): 1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 301: Termes généraux concernant les mesures en électricité; Chapitre 302: Instruments de mesurage électriques; Chapitre 303: Instruments de mesurage électroniques*

CEI 50(321): 1986, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 321: Transformateurs de mesure*

CEI 51, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

CEI 52: 1960, *Recommandations pour la mesure des tensions au moyen d'éclateurs à sphères (une sphère à la terre)*

CEI 60-1: 1989, *Techniques d'essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 71-1: 1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 790: 1984, *Oscillographes et voltmètres de crête pour essais de chocs*

CEI 833: 1987, *Mesure des champs électriques à fréquence industrielle*

CEI 1083-1: 1991, *Enregistreurs numériques pour les pendant les essais de choc à haute tension – Partie 1: Prescriptions pour des enregistreurs numériques*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60. 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 60 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 50(301, 302, 303): 1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 301: General terms on measurements in electricity; Chapter 302: Electrical measuring instruments; Chapter 303: Electronic measuring instruments*

IEC 50(321): 1986, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 321: Instrument transformers*

IEC 51, *Direct acting indicating analogue electrical-measuring instruments and their accessories*

IEC 52: 1960, *Recommendations for voltage measurement by means of sphere-gaps (one sphere earthed)*

IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 71-1: 1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 790: 1984, *Oscilloscopes and peak voltmeters for impulse tests*

IEC 833: 1987, *Measurement of power-frequency electric fields*

IEC 1083-1: 1991, *Digital recorders for measurements in high-voltage impulse tests – Part 1: Requirements for digital recorders*

3 Définitions et symboles

Dans le cadre de cette partie de la CEI 60, on appliquera ce qui suit.

3.1 Systèmes de Mesure

3.1.1 Système de Mesure: Ensemble complet de dispositifs utilisable pour réaliser une mesure de haute tension ou de courant impulsionnel.

NOTES

1 Un Système de Mesure comprend généralement les constituants suivants: un dispositif de conversion, les conducteurs permettant le raccordement du dispositif à l'objet en essai ou dans la boucle de courant, toute liaison à la terre, un système de transmission reliant les bornes de sortie du dispositif de conversion aux appareils indicateurs ou enregistreurs et les réseaux ou impédances d'atténuation, de terminaison et d'adaptation, les appareils indicateurs et/ou enregistreurs y compris leur alimentation par une source de tension. Les Systèmes de Mesure qui ne comprennent que quelques uns des constituants mentionnés ci-dessus, ou qui sont basés sur des principes de mesure non conventionnels, sont acceptables s'ils satisfont aux prescriptions relatives à l'incertitude telles qu'elles sont spécifiées dans cette norme. Les constituants peuvent être composés de plusieurs éléments ou d'un seul élément, par exemple, le condensateur haute tension d'un diviseur capacitif peut être constitué de nombreux condensateurs basse tension ou d'un seul condensateur à gaz.

2 L'environnement dans lequel un Système de Mesure est appelé à fonctionner, ses distances de garde à des structures à la terre ou sous tension, et la présence de champs électriques ou magnétiques peuvent quelquefois avoir un effet notable sur son incertitude.

3.1.2 Recueil de Caractéristiques d'un Système de Mesure: Recueil détaillé, établi par l'utilisateur, décrivant le système et comprenant la preuve que les prescriptions décrites dans cette norme sont bien satisfaites. Les résultats de l'Essai de Détermination des Caractéristiques initial ainsi que l'inventaire et les résultats de chacun des Essais de Détermination et de Contrôle des Caractéristiques ultérieurs y seront inclus.

3.1.3 Système de Mesure Approuvé: Système de Mesure dont la conformité à un ou plusieurs ensembles de prescriptions imposées dans cette norme a été prouvée par:

- un essai de Détermination des Caractéristiques initiales,
- des essais successifs de Détermination et de Contrôle des Caractéristiques,
- l'insertion des résultats de ces essais dans le Recueil de Caractéristiques.

Le système est approuvé uniquement pour les configurations d'installation et les conditions d'utilisation décrites dans son Recueil de Caractéristiques.

3.1.4 Système de Mesure de Référence: Système de Mesure possédant une précision et une stabilité suffisantes pour être utilisé lors de l'approbation d'autres systèmes par la méthode de comparaison pour des types de formes d'onde et des gammes de tension ou de courant spécifiques.

NOTE – Un Système de Mesure de Référence (tenu à jour suivant les prescriptions de cette norme) peut être utilisé en tant que Système de Mesure Approuvé, mais l'inverse n'est pas vrai.

3.1.5 Dispositif de Mesure approuvé par la CEI: dispositif qui peut être utilisé pour mesurer une haute tension avec la précision spécifiée (par exemple un éclateur à sphères ou pointe-pointe utilisé suivant la CEI 60-1).

3 Definitions and symbols

For the purposes of this part of IEC 60, the following apply.

3.1 *Measuring Systems*

3.1.1 Measuring System: Complete set of devices suitable for performing a high-voltage or impulse-current measurement.

NOTES

1 A Measuring System usually comprises the following components: a converting device with the leads required for connecting this device to the test object or into the current circuit and the connections to earth, a transmission system connecting the output terminals of the device to the indicating or recording instruments with its attenuating, terminating and adapting impedances or networks, and indicating or recording instruments together with any connections to the power supply. Measuring Systems which comprise only some of the above components or which are based on non-conventional principles are acceptable if they meet the accuracy requirements specified in this standard. Components may be made of many elements or a single element, for example, a high-voltage capacitor or a capacitor divider may consist of many low-voltage capacitors or it may consist of a single gas capacitor.

2 The environment in which a Measuring System functions, its clearances to live and earthed structures and the presence of electric or magnetic fields may significantly affect its accuracy.

3.1.2 Record of Performance of a Measuring System: Detailed record, established by the user, describing the system and containing evidence that the requirements given in this standard have been met. This evidence shall include the results of the initial Performance Test and the schedule and results of each subsequent Performance Test and Performance Check.

3.1.3 Approved Measuring System: Measuring System which is shown to comply with one or more of the sets of requirements set out in this standard by:

- an initial Performance Test,
- successive Performance Checks and Performance Tests,
- inclusion of the results of these tests in the Record of Performance.

The system is approved only for the arrangements and operating conditions included in its Record of Performance.

3.1.4 Reference Measuring System: Measuring System having sufficient accuracy and stability for use in the approval of other systems by making simultaneous comparative measurements with specific types of waveform and ranges of voltage or current.

NOTE – A Reference Measuring System (maintained according to the requirements of this standard) can be used as an Approved Measuring System but the converse is not true.

3.1.5 IEC Standard Measuring Device: Device that can be used for measuring high-voltage with the specified accuracy (for example a sphere-gap or a rod/rod gap used according to IEC 60-1).

3.2 Dispositifs de conversion

3.2.1 dispositif de conversion: Dispositif qui convertit la grandeur à mesurer en une autre grandeur, compatible avec l'appareil indicateur ou enregistreur.

3.2.2 diviseur de tension: Dispositif de conversion consistant en une partie haute tension et une partie basse tension, tel que la tension d'entrée est appliquée à tout le dispositif tandis que la tension de sortie est prélevée au niveau de la partie basse tension. [VEI 301-05-13, modifié]

NOTE – Les éléments de ces deux parties sont généralement des résistances ou des condensateurs ou une combinaison des deux et le dispositif est décrit par son type et la disposition de ses éléments (par exemple résistance, capacité ou résistance-capacité).

3.2.3 transformateur de tension: Transformateur abaisseur pour la mesure des paramètres des hautes tensions alternatives (VEI 321-03-01, modifié).

3.2.4 Impédance de mesure d'une haute tension: Dispositif qui produit un courant proportionnel à la tension appliquée.

3.2.5 shunt de mesure de courant: Résistance pour laquelle la tension est proportionnelle au courant à mesurer. [VEI 301-06-05, modifié]

3.2.6 dispositif compensé de mesure de courant: Dispositif de mesure de courant comportant un système de compensation.

3.2.7 transformateur de courant: Transformateur qui produit une sortie proportionnelle au courant d'entrée. [VEI 321-02-01, modifié]

NOTE – Une bobine de Rogowski utilisée avec un circuit intégrateur est un transformateur de courant à large bande.

3.2.8 sonde de champ électrique: Dispositif de conversion pour la mesure de l'amplitude et la forme d'onde du champ électrique.

NOTE – Une sonde de champ électrique peut être utilisée pour la mesure de la forme d'onde de la tension qui génère le champ électrique pourvu que la mesure ne soit pas modifiée par un effet couronne.

3.3 système de transmission: Ensemble de dispositifs transmettant le signal de sortie d'un dispositif de conversion à un appareil indicateur et/ou enregistreur.

NOTES

1 Un système de transmission est en général composé d'un câble coaxial avec ses impédances terminales, mais peut aussi comprendre des atténuateurs ou d'autres dispositifs connectés entre le dispositif de conversion et l'appareil de mesure. Par exemple, une liaison optique comprend un transmetteur, le câble optique, le récepteur, ainsi que les amplificateurs associés.

2 Un système de transmission peut être inclus, partiellement ou en totalité, dans le dispositif de conversion.

3.4 appareil indicateur ou enregistreur: Dispositif destiné à afficher ou à donner un enregistrement de la valeur d'une grandeur mesurée ou d'une valeur qui s'y rapporte. [VEI 301-02-11 et 12, modifiés]

3.2 *Converting devices*

3.2.1 converting device: Device for converting the quantity to be measured into another quantity, compatible with the indicating or recording instrument.

3.2.2 voltage divider: Converting device consisting of a high-voltage and a low-voltage arm such that the input voltage is applied across the complete device and the output voltage is taken from the low-voltage arm. [IEV 301-05-13, modified]

NOTE – The elements of the two arms are usually resistors or capacitors or combinations of these and the device is described by the type and arrangement of its elements (for example, resistor, capacitor or resistor-capacitor).

3.2.3 voltage transformer: Step-down transformer for the measurement of the parameters of high alternating voltages. [IEV 321-03-01, modified]

3.2.4 high-voltage measuring impedance: Device which carries a current proportional to the applied voltage.

3.2.5 current-measuring shunt: Resistor across which the voltage is proportional to the current to be measured. [IEV 301-06-05, modified]

3.2.6 compensated current-measuring device: Current-measuring device which includes a compensating circuit.

3.2.7 current transformer: Transformer which produces an output proportional to the input current. [IEV 321-02-01, modified]

NOTE – A Rogowski coil used with an integrating circuit is a wide-band current transformer.

3.2.8 electric-field probe: Converting device for the measurement of the amplitude and waveform of an electric field.

NOTE – An electric-field probe may be used to measure the waveform of the voltage producing the field provided that the measurement is not affected by corona.

3.3 transmission system: Set of devices which transfers the output signal of a converting device to an indicating and/or recording instrument.

NOTES

1 A transmission system generally consists of a coaxial cable with its terminating impedance, but it may include attenuators or other devices connected between the converting device and the instrument. For example, an optical link includes the transmitter, the optical cable and the receiver as well as related amplifiers.

2 A transmission system may be partially or completely included in the converting device.

3.4 indicating or recording instrument: Device intended to display or provide a record of the value of a measurand or a related value. [IEV 301-02-11 and 12, modified]

3.5 Coefficients de conversion

3.5.1 coefficient de conversion d'un Système de Mesure: Coefficient par lequel la valeur lue sur l'instrument doit être multipliée pour obtenir la valeur de la grandeur d'entrée.

NOTES

- 1 Un Système de Mesure peut avoir plus d'un coefficient de conversion pour différents types de signaux et de gammes de tension (voir 3.6.1).
- 2 Pour certains Systèmes de Mesure, la valeur de la grandeur d'entrée est affichée directement (ce qui fait que le coefficient de conversion du Système de Mesure est égal à l'unité).

3.5.2 coefficient de conversion d'un dispositif de conversion: Coefficient par lequel la sortie du dispositif de conversion doit être multipliée pour obtenir sa grandeur d'entrée.

NOTE – Le coefficient de conversion d'un dispositif de conversion peut être sans dimension (par exemple le rapport d'un diviseur) ou peut être dimensionné (par exemple l'impédance de transfert d'une impédance de mesure de haute tension).

3.5.3 coefficient de conversion d'un système de transmission: Coefficient par lequel la sortie d'un système de transmission doit être multipliée pour obtenir sa grandeur d'entrée.

3.5.4 coefficient de conversion d'un enregistreur ou d'un indicateur de mesure: Coefficient par lequel la lecture de l'instrument doit être multipliée pour obtenir sa grandeur d'entrée.

3.5.5 Coefficient de Conversion Affecté: Le Coefficient de conversion d'un Système de Mesure qui est déterminée lors du dernier Essai de Détermination des Caractéristiques.

NOTE – Un Système de Mesure peut avoir plus d'un Coefficient de Conversion Affectée, par exemple il peut avoir plusieurs Epoques Nominales, chacune avec une différente valeur.

3.6 Définitions relatives au comportement dynamique d'un Système de Mesure

3.6.1 Epoque Nominale τ_N (Mesure des chocs, uniquement pour le front du choc): Plage de valeurs comprise entre les valeurs minimale ($t_{\min}$) et maximale ($t_{\max}$) des paramètres de temps relatifs aux chocs pour lesquels le Système de Mesure est approuvé. Les paramètres de temps concernés sont:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| la durée de front T_1 | pour les chocs de foudres pleins ou coupés sur la queue |
| la durée jusqu'à la coupure T_c | pour les chocs de foudres coupés sur le front |
| la durée jusqu'à la crête T_p | pour les chocs de manoeuvre |

NOTES

- 1 Un Système de Mesure peut avoir une, deux ou plusieurs Epoques Nominales pour différentes formes d'ondes. Par exemple, un Système de Mesure peut être approuvé:
 - pour des chocs de foudre pleins, avec un Coefficient de Conversion Affecté F_1 pour τ_{N1} s'étendant de $T_1 = 0,8 \mu s$ à $T_1 = 1,2 \mu s$
 - pour les chocs de foudre coupés sur le front, avec un Coefficient de Conversion Affecté F_2 pour τ_{N2} s'étendant de $T_c = 0,5 \mu s$ à $T_c = 0,9 \mu s$
 - pour des chocs de manoeuvre, avec un Coefficient de Conversion Affecté F_3 pour τ_{N3} s'étendant de $T_p = 200 \mu s$ à $T_p = 300 \mu s$.
- 2 «Choc coupé sur le front» a une durée jusqu'à la coupure de $0,5 \mu s$ à $2 \mu s$ au contraire de «choc coupé sur la queue» qui a une durée de plus de $2 \mu s$.

3.5 Scale factors

3.5.1 scale factor of a Measuring System: Factor by which the value of the instrument reading is to be multiplied to obtain the value of the input quantity.

NOTES

- 1 A Measuring System may have more than one scale factor, for example, it may have different scale factors for different frequency ranges or waveforms (see 3.6.1).
- 2 For some Measuring Systems the value of the input quantity is displayed directly (i.e., the scale factor of the Measuring System is unity).

3.5.2 scale factor of a converting device: Factor by which the output of the converting device is to be multiplied to obtain its input quantity.

NOTE – The scale factor of a converting device may be dimensionless (for example, the ratio of a divider) or may have dimensions (for example, the impedance of a high-voltage measuring impedance).

3.5.3 scale factor of a transmission system: Factor by which the output of a transmission system is to be multiplied to obtain its input quantity.

3.5.4 scale factor of an indicating or recording instrument: Factor by which the instrument reading is to be multiplied to obtain its input quantity.

3.5.5 Assigned Scale Factor: Scale factor of a Measuring System determined at the most recent Performance Test.

NOTE – A Measuring System may have more than one Assigned Scale Factor, for example, it may have several Nominal Epochs each with a different value (see 3.6.1).

3.6 Definitions related to the dynamic behaviour of a Measuring System

3.6.1 Nominal Epoch τ_N (Impulse measurements, front part of impulse only): Range of values between the minimum ($t_{\min}$) and the maximum ($t_{\max}$) of the relevant time parameter of impulses for which the Measuring System is to be approved. The relevant time parameter is:

the front time T_1 for full lightning and tail-chopped impulses and for current impulses

the time to chopping T_c for front-chopped impulses

the time to peak T_p for switching impulses

NOTES

1 A Measuring System may have one, two or more Nominal Epochs for different waveforms. For example, a particular Measuring System might be approved:

- for full lightning impulses with an Assigned Scale Factor F_1 over a Nominal Epoch τ_{N1} from $T_1 = 0,8 \mu\text{s}$ to $T_1 = 1,2 \mu\text{s}$
- for front-chopped lightning impulses with an Assigned Scale Factor F_2 over a Nominal Epoch τ_{N2} from $T_c = 0,5 \mu\text{s}$ to $T_c = 0,9 \mu\text{s}$
- for switching impulses with an Assigned Scale Factor F_3 over a Nominal Epoch τ_{N3} from $T_p = 200 \mu\text{s}$ to $T_p = 300 \mu\text{s}$.

2 "Front-chopped impulse" is used to designate a chopped impulse with a time to chopping in the range $0,5 \mu\text{s}$ to $2 \mu\text{s}$ as distinct from a "tail-chopped impulse" which has a time to chopping greater than $2 \mu\text{s}$.

3.6.2 réponse d'un Système de Mesure G : Grandeur de sortie exprimée en fonction du temps ou de la fréquence quand une tension ou un courant donné est appliqué à l'entrée du système.

3.6.3 réponse amplitude/fréquence $G(f)$: Rapport de la grandeur de sortie à la grandeur d'entrée d'un Système de Mesure en fonction de la fréquence f , quand la grandeur d'entrée est sinusoïdale (voir figure 1).

3.6.4 réponse indicielle $G(t)$: Grandeur de sortie d'un Système de Mesure en fonction du temps quand la grandeur d'entrée est un échelon.

3.7 Paramètres de la réponse

3.7.1 paramètres de la réponse: Paramètres qui sont déduits de la mesure de la réponse amplitude/fréquence ou de la réponse indicielle en appliquant la procédure spécifiée.

3.7.2 fréquences limites f_1 et f_2 : Limites inférieure et supérieure du domaine à l'intérieur duquel la réponse amplitude/fréquence est pratiquement constante. Ces limites sont celles où la réponse dévie de ± 3 dB de la valeur de la partie constante (voir figure 1).

3.7.3 Niveau de Référence I_R (mesures de chocs uniquement): la valeur moyenne de la réponse indicielle durant l'Epoque Nominale (voir figure 2).

NOTE – Un Système de Mesure peut avoir plusieurs Niveaux de Référence correspondants à différents formes d'onde (voir 3.6.1 et figure 2).

3.7.4 origine virtuelle de la réponse indicielle O_1 : L'intersection entre l'axe des temps et la droite tangente à la partie la plus raide du front de la réponse indicielle. Dans le cas où la réponse indicielle comporte des oscillations sur le front, une courbe moyenne est tracée à travers les oscillations et est utilisée pour déterminer la tangente. Toute distorsion initiale est ignorée lors de la détermination de la tangente (voir figure 3a).

NOTES

- 1 Toutes les grandeurs de temps sont mesurées à partir de l'origine virtuelle O_1 .
- 2 Dans le cas d'une réponse lisse ou encore quand une courbe lissée est tracée à travers les oscillations, la partie la plus raide se présente dans la partie initiale de la réponse.

3.7.5 réponse indicielle normée $g(t)$: Réponse à l'échelon normée de façon que le Niveau de Référence soit égal à l'unité.

NOTE – Un système de mesure a une réponse indicielle normée par Niveau de Référence.

3.7.6 Intégrale de la réponse indicielle $T(t)$: L'intégrale de O_1 à t de un moins la réponse à l'échelon normée $g(t)$, mais avec la partie initiale de $g(t)$ remplacée par la droite utilisée pour déterminer O_1 (voir 3.7.4).

$$T(t) = \int_{O_1}^t (1 - g(\tau)) d\tau$$

3.6.2 response of a Measuring System G: Output, as a function of time or frequency, when a specified voltage or current is applied to the input of the system.

3.6.3 amplitude/frequency response $G(f)$: Ratio of the output to the input of a Measuring System as a function of frequency f , when the input is sinusoidal (see figure 1).

3.6.4 step response $G(t)$: Output of a Measuring System as a function of time when the input is a step function.

3.7 Response parameters

3.7.1 response parameters: Parameters which are derived from the measured amplitude/frequency response or the measured step response by applying the specified procedure.

3.7.2 limit frequencies f_1 and f_2 : Lower and upper limits of the range within which the amplitude/frequency response is nearly constant. These limits are where the response first deviates by ± 3 dB from the constant value (see figure 1).

3.7.3 Reference Level I_R (impulse measurements only): Mean value of the step response taken over a Nominal Epoch (see figure 2).

NOTE – A Measuring System may have more than one Reference Level, for example, it may have different scale factors for different waveforms (see 3.6.1 and figure 2).

3.7.4 virtual origin of a step response O_1 : Intersection with the time axis of a straight line drawn as a tangent to the steepest portion of the front of the step response. In the case of a response with oscillations on the front, a mean curve is drawn through the oscillations and used to determine the tangent line. Any initial distortion is neglected when drawing the tangent line (see figure 3a).

NOTES

- 1 All time values are measured from the virtual origin O_1 .
- 2 For a smooth response, or for a smooth curve drawn through oscillations, the steepest portion will occur near the beginning of the response.

3.7.5 normalized step response $g(t)$: Step response normalized such that a Reference Level becomes unity.

NOTE – A Measuring System has a normalized step response for each Reference Level.

3.7.6 step response integral $T(t)$: Integral from O_1 to t of one minus the normalized step response $g(t)$, but with the initial portion of $g(t)$ replaced by the straight line drawn to determine O_1 (see 3.7.4).

$$T(t) = \int_{O_1}^t (1 - g(\tau)) d\tau$$

3.7.7 temps de réponse expérimental T_N : La valeur de l'intégrale de la réponse indicielle pour $t_{\max}$ (voir 3.6.1):

$$T_N = T(t_{\max})$$

3.7.8 temps de réponse partiel T_α : La valeur maximale de l'intégrale de la réponse indicielle (voir figure 3b).

NOTE – Habituellement $T_\alpha = T(t_1)$ où t_1 est le temps où $g(t)$ atteint pour la première fois l'amplitude unité.

3.7.9 temps de réponse résiduel $T_R(t_i)$: Le temps de réponse expérimental moins la valeur de l'intégrale de la réponse indicielle pour t_i tel que $t_i < t_{\max}$.

$$T_R(t_i) = T_N - T(t_i)$$

3.7.10 dépassement β : Quantité dont la valeur maximale de la réponse indicielle normée $g(t)$ dépasse la valeur unité.

3.7.11 temps de distorsion initiale T_0 : Surface comprise entre la ligne de zéro, la réponse indicielle normée $g(t)$ et la ligne droite utilisée pour déterminer O_1 (voir figure 3a).

3.7.12 temps de stabilisation t_s : Le temps le plus court pour lequel le temps de réponse résiduel $T_R(t)$ devient et reste inférieur en valeur absolue à 2 % de t :

$$|T_N - T(t)| < 0,02 t_s$$

Pour toutes les valeurs de t comprises dans l'époque de t_s à $t_{\max}$ (voir figure 3b).

3.7.13 Durée Equivalente T_E : Paramètre de temps des formes d'onde d'étalonnage:

- pour une tension continue T_E est égal à 100 ms (arbitraire),
- pour une tension alternative T_E est égal à un quart de la période,
- pour un choc T_E est égal à la durée jusqu'à crête T_p (pour les chocs de foudre, employer la définition T_p donnée pour les chocs de manoeuvre).

3.8 Incertitude globale e : Valeur estimée caractérisant la plage de valeurs autour de la valeur mesurée et dans laquelle la valeur vraie de la mesure doit se trouver; c'est la combinaison de nombreuses incertitudes individuelles dues à la présence de nombreuses grandeurs d'influence.

NOTE – On considère généralement que la plupart des sources d'incertitudes dont on tient compte dans cette norme présentent un caractère aléatoire et peuvent être considérées comme indépendantes; l'estimation préférentielle de l'incertitude globale e est alors:

$$e = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

où e et chaque incertitude e_i sont exprimées pour le même intervalle de confiance.

3.7.7 experimental response time T_N : Value of the step response integral at $t_{\max}$ (see 3.6.1):

$$T_N = T(t_{\max})$$

3.7.8 partial response time T_α : Maximum value of the step response integral (see figure 3b).

NOTE - Usually $T_\alpha = T(t_1)$ where t_1 is the time when $g(t)$ first reaches unit amplitude.

3.7.9 residual response time $T_R(t_i)$: Experimental response time minus the value of the step response integral at some specific time t_i where $t_i < t_{\max}$.

$$T_R(t_i) = T_N - T(t_i)$$

3.7.10 overshoot β : Amount by which the maximum value of the normalized step response $g(t)$ exceeds unity.

3.7.11 Initial distortion time T_O : Area bounded by the zero line, the normalized step response $g(t)$ and the straight line used to determine O_1 (see figure 3a).

3.7.12 settling time t_s : Shortest time for which the residual response time $T_R(t)$ becomes and remains less than 2 % of t :

$$|T_N - T(t)| < 0,02 t_s$$

for all values of t in the epoch from t_s to $t_{\max}$ (see figure 3b).

3.7.13 Equivalent Time T_E : Time parameter of calibration waveforms that:

- for direct voltage T_E is equal to 100 ms (arbitrary),
- for alternating voltage T_E is equal to one quarter of the period,
- for impulses T_E is equal to the time to peak T_p (for lightning impulses, use definition of T_p for switching impulses)

3.8 overall uncertainty e : Estimate characterizing the range of values around the result of a measurement within which the true value of the measurand could lie; it is the combination of many individual uncertainties due to the presence of many influence quantities.

NOTE - It is assumed that most of the sources of uncertainty considered in this standard have a random character and can be regarded as independent; the preferred estimate for the overall uncertainty e is:

$$e = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

where e and each e_i are expressed at the same confidence level.

3.9 *Caractéristiques assignées*

3.9.1 Tension Assignée pour la Mesure ou Courant Assigné pour la Mesure: Niveau maximale de tension ou de courant, pour une fréquence ou une forme d'onde spécifiée, pour lequel un Système de Mesure est utilisé avec l'incertitude donnée dans cette partie de la CEI 60.

3.9.2 domaine de tension ou de courant de fonctionnement: Domaine de tension ou de courant, pour une fréquence ou une forme d'onde spécifiée, à l'intérieur duquel un Système de Mesure peut être utilisé avec l'incertitude donnée dans cette partie de la CEI 60.

NOTE – Les limites du domaine de fonctionnement sont choisies par l'utilisateur et vérifiées par les Essais de Détermination des Caractéristiques spécifiés dans cette partie de la CEI 60.

3.9.3 durée de fonctionnement (pour les tensions continues ou alternatives): Durée pendant laquelle le Système de Mesure est utilisable à sa Tension Assignée pour la Mesure avec l'incertitude donnée dans cette partie de la CEI 60.

3.9.4 Fréquence maximale d'application (pour les chocs): Fréquence maximale de chocs de forme d'onde donnée, applicable pour une durée donnée, pour lequel le Système de Mesure est utilisable à sa Tension Assignée pour la Mesure ou à son Courant Assigné pour la Mesure avec l'incertitude donnée dans cette partie de la CEI 60.

3.10 *Définitions relatives aux essais*

3.10.1 essais de réception: Essai sur le dispositif avant qu'il ne soit accepté pour utilisation. Les essais de réception comprennent les essais de type (exécutés sur un dispositif de la même conception) et les essais de routine (effectués sur chaque dispositif), pour évaluer ses caractéristiques spécifiques, par exemple, mesure du coefficient de température sur un élément, essai de tenue diélectrique, etc. De plus, les essais de réception d'un Système de Mesure comprennent les premiers Essais de Détermination de Caractéristique.

3.10.2 Essai de Détermination des Caractéristiques: Essai sur un Système de Mesure complet pour en déterminer les caractéristiques dans les conditions d'utilisation.

3.10.3 Contrôle des Caractéristiques: Procédure simplifiée pour s'assurer que l'Essai de Détermination des Caractéristiques le plus récent est toujours valide.

3.10.4 Enregistrement de Référence (mesures de chocs uniquement): Enregistrement réalisé dans des conditions spécifiées lors d'un Essai de Détermination des Caractéristiques et retenu pour comparaison avec des enregistrements réalisés lors de contrôles ou d'essais postérieurs dans des conditions identiques (voir 9.3.2, 10.3.2 et 11.3.2).

3.9 *Rated values*

3.9.1 Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current: Maximum level of voltage or current of specified frequency or waveform at which a Measuring System can be used within the uncertainty limits given in this part of IEC 60.

3.9.2 operating voltage or current range: Range of voltage or current of specified frequency or waveform in which a Measuring System can be used within the uncertainty limits given in this part of IEC 60.

NOTE – The limits of the operating range are chosen by the user and verified by the Performance Tests specified in this part of IEC 60.

3.9.3 operating time (for direct or alternating voltages): Time during which the Measuring System can operate at its Rated Measuring Voltage within the uncertainty limits given in this part of IEC 60.

3.9.4 maximum rate of application (for impulses): Maximum rate of application of impulses with a specified waveform, at which the Measuring System can operate within the uncertainty limits given in this part of IEC 60 for a specified time at its Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current.

3.10 *Definitions related to tests*

3.10.1 acceptance test: Test on a device or Measuring System before it is accepted for use. The acceptance test includes type tests (performed on a device of the same design) and routine tests (performed on every device) to assess its specific characteristics, for example, measurement of temperature coefficient of an element, withstand test, etc. In addition, the acceptance test on a Measuring System includes the first Performance Test.

3.10.2 Performance Test: Test on a complete Measuring System to characterize it under operating conditions.

3.10.3 Performance Check: Simple procedure to ensure that the most recent Performance Test is still valid.

3.10.4 Reference Record (impulses measurements only): Record taken under specified conditions in a Performance Test and retained for comparison with records to be taken in future tests or checks under the same conditions (see 9.3.2, 10.3.2, and 11.3.2).

4 Procédures de qualification et d'utilisation des Systèmes de Mesure

4.1 Principes généraux

Les Systèmes de Mesure Approuvés doivent être soumis à des essais de réception, suivis par des essais et des contrôles réguliers, pendant toute leur durée de vie.

Les essais suivants sont normalement nécessaires:

- essais de réception des différents constituants du système (nécessaires une seule fois),
- Essais de Détermination des Caractéristiques sur le système (périodiquement, voir 4.2),
- Essais de Contrôle des Caractéristiques du système (périodiquement, voir 4.3).

La prescription essentielle pour les dispositifs de conversion, les systèmes de transmission et les instruments de mesure utilisés dans des Systèmes de Mesure concerne leur stabilité à l'intérieur des plages données pour leurs conditions d'utilisation spécifiées, de telle sorte que le coefficient de conversion du Système de Mesure soit maintenu constant durant de longues périodes.

Le coefficient de conversion est déterminé lors des Essais de Détermination des Caractéristiques.

Les stations d'essais doivent utiliser les essais mentionnés dans cette partie de la CEI 60 pour qualifier leur(s) Système(s) de Mesure. Une station d'essai peut également opter pour la réalisation des Essais de Détermination des Caractéristiques par un Laboratoire National ou par un Laboratoire d'Étalonnage Accrédité: dans ce cas la période de validité de chaque étalonnage est déterminée par le Laboratoire National ou par l'Organisme d'Accréditation.

Les pays qui auraient opté pour l'emploi de procédures d'accréditation pour assurer une traçabilité certifiée lors de la mise en œuvre de cette norme trouveront les prescriptions à respecter en annexe A. L'annexe A n'est pas applicable aux pays qui n'ont pas choisi l'emploi de procédures d'accréditation.

Les tableaux résumés des essais à réaliser sur chaque type de Système de Mesure sont donnés en annexe F.

4.2 Intervalle entre les Essais de Détermination des Caractéristiques.

Pour conserver la qualité d'un Système de Mesure, son ou ses Coefficients de Conversion Affectés doivent être déterminés en répétant les Essais de Détermination des Caractéristiques décrits à l'article 6 à intervalles réguliers. Il est recommandé de répéter les essais de l'article 6 de façon annuelle et dans tous les cas au moins une fois tous les cinq ans.

Un Essai de Détermination des Caractéristiques doit être répété après chaque réparation importante effectuée sur le Système de Mesure, ou quand on utilise une nouvelle configuration se trouvant en dehors des limites d'utilisation données dans le Recueil de Caractéristiques.

Quand les Essais de Contrôle de Caractéristiques montrent que le Coefficient de Conversion Affecté a changé de façon significative et que cela rend nécessaire des Essais de Détermination des Caractéristiques, la raison de cette modification sera recherchée avant la réalisation de ces Essais de Détermination des Caractéristiques.

4 Procedures for qualification and use of Measuring Systems

4.1 General principles

Approved Measuring Systems are required to undergo acceptance tests followed by tests and checks throughout their service lives.

The following are usually necessary:

- acceptance tests on system components (required once only),
- Performance Tests on the system (periodic, see 4.2),
- Performance Checks on the system (periodic, see 4.3).

A major requirement for converting devices, transmission systems and measuring instruments used in Measuring Systems is stability within their specified range of operating conditions so that the scale factor of the Measuring System remains constant over long periods.

The scale factor is determined in the Performance Tests.

Test facilities shall use the tests given in this part of IEC 60 to qualify their Measuring System(s). Alternatively, any test facility may choose to have the Performance Tests made by a National Laboratory or by an Accredited Calibration Laboratory: in this case the period of validity of each calibration is set by the National Laboratory or by the Accrediting Body.

Countries which choose to employ accreditation procedures to provide certified traceability in the implementation of this standard, shall meet the requirements given in annex A. Annex A is not applicable to the countries which do not choose to employ accreditation procedures.

Tables summarizing the tests to be performed on each type of Measuring System are given in annex F.

4.2 Schedule of Performance Tests

To maintain the quality of a Measuring System its Assigned Scale Factor(s) shall be determined by the Performance Tests of clause 6 repeated periodically: it is recommended that the tests of clause 6 should be repeated annually and in any case it shall be repeated at least once every five years.

Performance Tests shall be made after major repairs to the Measuring System and whenever a circuit arrangement which is beyond the limits already given in the Record of Performance is to be used.

When Performance Tests are required because a Performance Check shows that the Assigned Scale Factor has changed significantly, the cause of this change shall be investigated before the Performance Tests are made.

4.3 Intervalle entre les Essais de Contrôle de Caractéristiques

Les Essais de Contrôle de Caractéristiques doivent être réalisés à des intervalles de temps basés sur la stabilité du Système de Mesure telle qu'elle apparaît dans le Recueil de Caractéristiques.

Pour déterminer cette stabilité, les Essais de Contrôles de Caractéristiques doivent être initialement réalisés à intervalles rapprochés.

Ces essais sont décrits en 7.4, 8.4, 9.4, 10.4 et 11.4.

Aucune Méthode de Référence n'est proposée pour les Essais de Contrôle de Caractéristiques car la précision requise est moindre que pour les Essais de Détermination de Caractéristiques: les utilisateurs exigeant des précisions élevées doivent en principe répéter les Essais de Détermination plus fréquemment qu'il n'est exigé par cette Norme.

4.4 Prescriptions pour le Recueil de Caractéristiques

4.4.1 Contenu du Recueil de Caractéristiques

Les résultats de tous ces essais et contrôles, ainsi que les conditions avec lesquelles ces résultats ont été obtenus, sont conservés dans le Recueil de Caractéristiques, établi et tenu à jour par l'utilisateur.

L'organisation générale du Recueil de Caractéristiques est donnée en 4.4.3, la structure complète du Recueil de Caractéristiques recommandé est détaillée en annexe B (informative), articles B.1 à B.6, et une configuration à minima est indiquée à l'article B.7.

4.4.2 Exceptions

Dans le cas d'appareils ou d'équipements construits avant la date de publication de cette norme, si les éléments renseignés par certains essais de réception (par exemple 5.6 et 5.9) ne sont pas disponibles, les résultats des Essais de Détermination des Caractéristiques réalisés en accord avec l'article 6, associés aux résultats de contrôles réalisés suivant des normes antérieures et montrant que le coefficient de conversion est stable, sont réputés adéquats. Ils seront intégrés au Recueil de Caractéristiques aussi que les contrôles précédents.

Les Systèmes de Mesures Approuvés constitués de plusieurs constituants interchangeable peuvent ne faire l'objet que d'un seul Recueil de Caractéristiques. Ce recueil sera organisé de façon à couvrir toutes les combinaisons possibles avec le minimum de redites. Plus précisément, chaque dispositif de conversion doit avoir son Recueil de Caractéristiques. Par contre, les systèmes de transmission et les instruments peuvent être traités globalement, de façon à couvrir un ensemble de longueurs de câbles ou d'instruments semblables, dans la mesure où ils satisfont aux prescriptions de la norme CEI correspondante.

4.4.3 Organisation générale du Recueil de Caractéristiques

La composition suivante est conseillée pour chaque Recueil de Caractéristiques:

Chapitres A: Descriptions générales du Système de Mesure (voir article B.2)

Chapitre B: Résultats des essais de réception sur les dispositifs de conversion, les systèmes de transmission et les instruments de mesure (voir article B.3)

4.3 *Schedule of Performance Checks*

Performance Checks shall be made at intervals based on the recorded stability of the Measuring System as shown in the Record of Performance.

Initially Performance Checks shall be made at short intervals to determine this stability.

Performance Checks are described in 7.4, 8.4, 9.4, 10.4, and 11.4.

No reference method is identified for the Performance Checks because the required accuracy is less than that required for Performance Tests: users requiring higher accuracies should repeat the Performance Test more frequently.

4.4 *Requirements for the Record of Performance*

4.4.1 *Contents of the Record of Performance*

The results of all tests and checks with the conditions under which the results were obtained shall be kept in the Record of Performance established and maintained by the user.

An outline of the Record of Performance is given in 4.4.3, the full format of the recommended Record of Performance is given in annex B (informative), clauses B.1 to B.6 and a minimal form is given in clause B.7.

4.4.2 *Exceptions*

In the case of apparatus or equipment manufactured before the date of issue of this standard, if the evidence required in some of the acceptance tests (for example, 5.6 and 5.9) is not available, then Performance Tests (in accordance with clause 6) and checks made in accordance with earlier standards are deemed to be adequate provided they show the scale factor is stable. The results of these previous checks shall also be entered in the Record of Performance.

Approved Measuring Systems comprising several pieces of equipment used interchangeably, may be covered by a single Record of Performance including all the combinations possible with the least amount of duplication possible. Specifically, each converting device shall be covered individually, but transmission systems and instruments may be covered generically so that a range of cable lengths or similar instruments which meet the requirements of the relevant IEC standard may be indicated.

4.4.3 *Outline of a Record of Performance*

It is recommended that the format of each Record of Performance be as follows:

Chapters A: General descriptions of the Measuring System (see clause B.2)

Chapter B: Results of acceptance tests on converting devices, transmission systems and measuring instruments (see clause B.3)

Chapitre C: Résultats des essais de routine sur le Système de Mesure, quand ils sont réalisés (voir article B.4)

Chapitres D: Résultats des Essais de Détermination des Caractéristiques sur le Système de Mesure (voir article B.5)

Chapitres E: Résultats des Essais de Contrôles des Caractéristiques (voir article B.6)

Les chapitres successifs sont identifiés par un nombre ordinal. (Par exemple: le Chapitre A1 est la première description générale du Système, le Chapitre A2 la description du Système après la première modification significative, etc.; D1, les Essais de Détermination des Caractéristiques initiaux, D2, le second, etc. il n'est pas nécessaire de répéter le Chapitre B ou le Chapitre C). Pour plus de détails voir en annexe B.

Le Coefficient de Conversion Affecté à utiliser doit être celui déterminé lors du dernier essai de Détermination des Caractéristiques et il doit figurer dans le dernier des Chapitres D.

4.5 Conditions d'utilisation

Un Système de Mesure Approuvé pour la mesure de tensions doit être directement connecté aux bornes de l'objet en essai. Le couplage parasite entre les circuits d'essai et de mesure sera réduit au minimum.

Un Système de Mesure Approuvé pour la mesure de courant doit être connecté en série avec l'objet en essai.

Un Système de Mesure Approuvé est généralement conçu pour travailler à l'intérieur d'un domaine spécifié d'incertitudes, pour des conditions de service à sec et en l'absence de pollution.

Sauf mention contraire, les Systèmes de Mesures pour tension continue ou alternative doivent être conçus pour un fonctionnement permanent.

Sauf mention contraire, la fréquence maximale d'application, pour les Systèmes de Mesure de chocs, doit être de deux chocs par minute.

Chapter C: Results of routine tests on the Measuring System, when performed (see clause B.4)

Chapters D: Results of Performance Tests on the Measuring System (see clause B.5)

Chapters E: Results of Performance Checks on the Measuring System (see clause B.6)

The successive chapters are identified by an ordinal number when needed (for example, Chapter A1 is the first general description of the system, Chapter A2 the description of the system after the first significant change, etc., Chapter D1 the initial Performance Test of the system, Chapter D2 the second one, etc. but Chapter B and Chapter C will not need repetition). For details see annex B.

The Assigned Scale Factor to be used shall be the one determined at the latest Performance Test and shall be filed under the latest Chapters D.

4.5 *Operating conditions*

An Approved Measuring System for voltages shall be connected directly to the terminals of the test object. The parasitic coupling between the test and measuring circuits should be minimized.

An Approved Measuring System for currents shall be connected in series with the test object.

An Approved Measuring System is usually designed for operating within the required limits of uncertainty in dry service conditions and in the absence of pollution.

Unless otherwise specified, Measuring Systems for direct and alternating voltages shall be designed for continuous operation.

Unless otherwise specified, the maximum rate of application for Measuring Systems for impulses shall be two per minute.

5 Essais de réception pour un Système de Mesure Approuvé

5.1 Applicabilité

Les essais décrits dans cet article sont exigés pour les constituants des Systèmes de Mesure. Néanmoins, ils ne sont pas exigés pour les systèmes de transmission qui sont constitués uniquement de câbles et d'instruments satisfaisant aux prescriptions des Documents Normatifs référencés à l'article 2. Certains de ces essais ne peuvent être réalisés sur les équipements existants (voir 5.6 et 5.9): pour ces cas voir 4.4.2.

Pour certains des essais décrits dans cet article il est nécessaire d'insérer le constituant dans un Système de Mesure approprié (dont les autres constituants ont vu leur linéarité démontrée), ainsi l'essai de linéarité de 5.3.

5.2 Détermination du coefficient de conversion

La détermination du coefficient de conversion d'un constituant peut être faite par l'une des méthodes suivantes:

- mesures simultanées de ses grandeurs d'entrée et de sortie,
- méthode en pont,
- calcul basé sur la mesure des impédances.

Le coefficient de conversion d'un shunt de mesure de courant doit être mesuré par des méthodes à courant continu.

5.3 Essais de linéarité

Les valeurs du coefficient de conversion du Système de Mesure, mesurées pour les valeurs minimales et maximales du domaine de tension ou de courant de fonctionnement et pour trois valeurs à peu près réparties entre ces extrêmes, ne doivent pas varier de plus de ± 1 % de leur moyenne.

La méthode de référence est la méthode de comparaison avec un Système de Mesure de Référence selon 6.2 a).

Méthodes alternatives:

soit par comparaison avec un Système de Mesure Approuvé, dont la linéarité a été établie par la méthode de référence,

soit par une des méthodes décrites dans les paragraphes adéquats de cette norme.

Ces méthodes alternatives sont indiquées pour permettre aux utilisateurs la réalisation d'essais de substitution économiques. Néanmoins, le fait de ne pas satisfaire aux prescriptions de ces essais ne signifie pas nécessairement que le Système de Mesure est non linéaire.

Dans un tel cas on doit utiliser soit la méthode de référence soit la méthode de comparaison avec un Système de Mesure Approuvé.

5 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System

5.1 *Applicability*

The tests described in this clause are required for components of Measuring Systems. However these tests are not required for transmission systems which consist only of cables nor for instruments which meet the requirements of the relevant standard referenced in clause 2. Some of these tests cannot be performed on existing equipment (see 5.6 and 5.9): for these cases see 4.4.2.

For some of the tests described in this clause it is necessary to include the component in an appropriate Measuring System (whose other components have been shown to be linear), for example, the linearity test of 5.3.

5.2 *Determination of the scale factor*

The determination of the scale factor of a component may be made by one of the following methods:

- simultaneous measurements of its input and output quantities,
- a bridge method,
- calculation based on measured impedances.

The scale factor of a current-measuring shunt shall be measured by direct current methods.

5.3 *Linearity test*

Values of the scale factor of the Measuring System shall be measured at the minimum and maximum voltages (or currents) of the operating range and at three approximately equally spaced voltages or currents between these extremes. These five values shall not differ by more than ± 1 % from their mean value.

The reference method is by comparison with a Reference Measuring System according to 6.2 a).

Alternative methods are:

either comparison with an Approved Measuring System, the linearity of which has been established by the reference method

or one of the additional methods described in the relevant clauses of this standard.

These additional methods are provided to allow users alternative tests which may be economic. However, failure to meet the requirements of these tests does not necessarily show that a Measuring System is non-linear.

In such a case either the reference method or the method of comparison with an Approved Measuring System shall be used.

5.4 Essai de stabilité à court terme

La pleine Tension Assignée pour la Mesure ou le plein Courant Assigné pour la Mesure doit être appliqué au dispositif de manière continue, (ou dans le cas de chocs à la fréquence maximale d'application) et ce pendant une durée en rapport avec l'utilisation présumée.

Le coefficient de conversion doit être mesuré avant et immédiatement après la fin de l'application de la tension ou du courant (dans les 10 minutes). Les deux valeurs mesurées ne doivent pas différer de plus de 1 %.

5.5 Stabilité à long terme de chaque élément

Les caractéristiques de stabilité, les effets de la tension et du courant et les effets de la température sur chaque type d'élément devront être tels que le coefficient de conversion du dispositif de conversion ne varie pas de plus de 1 % entre les Essais successifs de Détermination des Caractéristiques.

Ces caractéristiques peuvent être issues des données du constructeur ou obtenues lors des Essais successifs de Détermination des Caractéristiques.

5.6 Effet de la température

Les variations du coefficient de conversion ou d'un des paramètres (par exemple une résistance ou une capacité) d'un dispositif dues à des changements de la température ambiante seront déterminées par des calculs utilisant les coefficients de température de chaque élément ou en faisant des mesures pour différentes températures.

Les coefficients de température devront être indiqués dans le Recueil de Caractéristiques. Ils peuvent être déduits des données du constructeur.

Les coefficients de température sont susceptibles d'être utilisés quand la température ambiante varie sur une large gamme. Toute correction de température à appliquer doit être indiquée dans le Recueil de Caractéristiques.

Dans chaque cas on devra montrer que le coefficient de conversion ne varie pas de plus de 1 %, une fois prise en compte la correction de température (voir annexe D).

5.7 Effet de proximité

Des variations du coefficient de conversion ou d'un des paramètres caractéristiques d'un dispositif, et dues à des effets de proximité, peuvent être déterminées par des mesures réalisées pour différentes distances du dispositif au mur mis à la terre ou à la structure au potentiel, alors que les distances aux autres structures à la terre ou non sont gardées constantes ou suffisamment grandes pour être sans effet.

Pour chaque gamme de distances indiquée dans le Recueil de Caractéristiques on devra montrer que le coefficient de conversion ne varie pas de plus de 1 %.

Pour les mesures de courant, les effets d'excentrement (si applicable) et les effets de voisinage pour les courants élevés peuvent être déterminés par des mesures réalisés pour différents chemins et distances aux conducteurs principaux.

NOTE – Certaines stations d'essais peuvent choisir d'approuver leurs Systèmes de Mesure pour un seul ensemble de distances ou pour quelques ensembles ou plages de distances.

5.4 *Short-term stability test*

The full rated voltage or current shall be applied to the device continuously (or in the case of impulses, at the maximum rate) for a period appropriate to the anticipated use.

The scale factor shall be measured before and immediately after (within 10 min) the application of the voltage or current. The two values shall not differ by more than 1 %.

5.5 *Long-term stability of single elements*

The stability characteristics, voltage and current effects and temperature effects of each type of element, shall be such that the scale factor of a converting device does not change by more than 1 % between successive Performance Tests.

These characteristics may be taken from manufacturer's data or demonstrated by successive Performance Tests.

5.6 *Temperature effect*

The variations of the scale factor or of a parameter (for example, resistance or capacitance) of a device due to changes of the ambient temperature are determined by computation using the temperature coefficients of single elements or by making measurements at different temperatures.

The temperature coefficients shall be listed in the Record of Performance and may be taken from manufacturer's data.

Temperature correction factors may be used in cases where the ambient temperature varies over a wide range. Any temperature corrections to be used shall be listed in the Record of Performance.

In each case, it shall be shown that the scale factor is within 1 %, taking into account any temperature correction (see annex D).

5.7 *Proximity effect*

Variations of the scale factor or of a parameter of a device, due to proximity effects, can be determined by measurements performed for different distances of the device from an earthed wall or an energized structure, the distances from other earthed walls or energized structures remaining constant or so large there is no effect.

For each range of distances listed in the Record of Performance, it shall be shown that the scale factor is within 1 %.

For current measurements, the effects of off-centre paths (when relevant) and the effects of nearby paths for high currents can be determined by measurements performed for different paths and distances to current-carrying conductors.

NOTE – Some test facilities may chose to approve their Measuring Systems for only a single set of distances, or for a few sets or ranges of distances.

5.8 Comportement dynamique d'un constituant

La réponse d'un constituant doit être déterminée dans un Système de Mesure représentatif des conditions d'utilisation, en particulier de ses distances de garde aux structures sous tension ou à la terre. On devra mesurer soit la réponse amplitude/fréquence soit la réponse indicielle.

5.8.1 Détermination de la réponse amplitude/fréquence

Le système est soumis à une grandeur d'entrée sinusoïdale d'amplitude connue, souvent à bas niveau, et la grandeur de sortie est mesurée. Cette mesure est répétée pour une gamme appropriée de fréquences.

5.8.2 Détermination de la réponse indicielle

Le système est soumis à un échelon de tension ou de courant et sa sortie est mesurée (voir annexe C). Il convient que le temps de montée de l'échelon soit inférieur à $1/10$ du temps de réponse partiel T_{α} .

5.9 Essais de tenue

Un dispositif de conversion doit subir un essai de tenue à sec exécuté avec une tension ou un courant de fréquence ou forme d'onde spécifiée, à un niveau de 110 % de la Tension Assignée pour la Mesure ou du Courant Assigné pour la Mesure. Pour les procédures des essais de tenue, voir la CEI 60-1.

Quand ils sont stipulés, des essais sous pluie ou sous pollution seront réalisés en tant qu'essais de type.

Les essais de tenue seront réalisés dans la ou les polarités pour lesquelles le système doit être utilisé.

NOTE – Il convient que la conception et la construction de n'importe lequel des constituants d'un Système de Mesure Approuvé soit telle qu'il puisse résister à une décharge disruptive de l'objet en essai, sans aucune modification de ses caractéristiques.

5.8 *Dynamic behaviour of a component*

The response of the component shall be determined in a Measuring System representative of its operating conditions, particularly clearances to earthed and energized structures. Either the amplitude/frequency response or the step response shall be measured.

5.8.1 *Determination of the amplitude/frequency response*

The system is subjected to a sinusoidal input of known amplitude, usually at low level, and the output is measured. This measurement is repeated for an appropriate range of frequencies.

5.8.2 *Determination of the step response*

The system is subjected to a voltage or current step and its output is measured (see annex C). The rise time of the applied step should be less than $1/10$ of the partial response time T_{α} .

5.9 *Withstand tests*

A converting device shall pass a dry withstand test performed with a voltage or current of the required frequency or shape at a level of 110 % of the Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current. For the procedures of withstand tests see IEC 60-1.

Wet tests and pollution tests, when specified, are performed as type tests.

The withstand tests shall be performed at the polarity or polarities at which the system is to be used.

NOTE – Design and construction of any component of an Approved Measuring System should be such that it can withstand a disruptive discharge at the test object without any change in its characteristics.

6 Essais de Détermination des Caractéristiques des Systèmes de Mesure

6.1 Prescriptions générales

Le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure est déterminé par étalonnage à l'aide des Essais de Détermination des Caractéristiques spécifiés. Pour un Système de Mesure de Chocs, ces essais montrent également que la réponse dynamique est adaptée aux mesures prescrites, et que le niveau d'une perturbation quelle qu'elle soit reste inférieur aux niveaux spécifiés.

Pour les essais à haute tension, la dimension des appareils, les niveaux de tension et de courant utilisés, et l'interaction entre les circuits d'essais et les circuits de mesure obligent habituellement à réaliser les essais d'étalonnage dans la station d'essai de l'utilisateur.

Toutefois, les Systèmes de Mesure ou leurs constituants peuvent être transportés dans d'autres laboratoires pour étalonnage dans une configuration simulant les conditions de service, pourvu que le niveau de perturbation soit vérifié dans la station de l'utilisateur, dans la mesure où cet essai est spécifié. La configuration d'essai devra être représentative des conditions de service décrites dans le Recueil de Caractéristiques et elle sera également décrite dans le Recueil de Caractéristiques.

Excepté si les essais de type montrent que le dispositif de conversion n'est pas affecté par les effets de proximité pour une gamme spécifiée de distances de garde, le Coefficient de Conversion Affecté de tout Système de Mesure constitué à partir de ce dispositif de conversion devra être mesuré pour chaque configuration d'utilisation. Chaque ensemble ou domaine de distances de garde sera mentionné dans le Recueil de Caractéristiques.

Il convient que la tension ou le courant d'entrée utilisé pour l'étalonnage soit de la même nature, fréquence et forme d'onde que les tensions ou courants devant être mesurés. Quand cette condition ne peut pas être remplie, on montrera la validité du Coefficient de Conversion Affecté pour les gammes de fréquences ou de formes d'onde devant être utilisées.

La méthode de référence pour la détermination du Coefficient de Conversion Affecté est la comparaison avec un Système de Mesure de Référence à la Tension Assignée pour la Mesure ou au Courant Assigné pour la Mesure, chaque fois que cela est possible. Néanmoins les Systèmes de Mesure de Référence ne sont pas toujours disponibles pour les hautes tensions et courants, la comparaison peut être réalisée à des tensions et courants aussi réduits que 20 % de la Tension Assignée ou du Courant Assigné pour la Mesure (voir 6.2 a)).

Pour les chocs de foudre dépassant 1 MV, cela peut être fait à 200 kV. On peut déterminer le Coefficient de Conversion Assigné en mesurant le coefficient de conversion de chaque constituant, généralement à bas niveau, et en effectuant la multiplication des coefficients de conversion des constituants (voir 6.2 b)).

La tension ou le courant utilisé pour déterminer le Coefficient de Conversion Affecté doit être compris dans la gamme couverte par l'essai de linéarité.

Tous les équipements utilisés pour déterminer les coefficients de conversion des Systèmes de Mesure et tous les instruments utilisés dans les systèmes de mesure devront être étalonnés avec références aux étalons de mesure nationaux.

Les conditions de réalisation de l'étalonnage doivent être incluses dans le Recueil de Caractéristiques.

6 Performance Tests on Measuring Systems

6.1 General requirements

The Assigned Scale Factor of the Measuring System is determined by calibration using the specified Performance Tests. For an Impulse Measuring System, the Performance Tests also show that its dynamic performance is adequate for the specified measurements and that the level of any disturbance is less than the specified limits.

In high-voltage tests, the size of the apparatus, the levels of voltage and current used, and the interaction between the test and measuring circuits often make it necessary to perform calibration tests in the test facility of the user.

However, Measuring Systems or their components may be transported to another laboratory for calibration in an arrangement which simulates the operating conditions, provided that the interference test, when specified, is performed in the test facility of the user. The simulated arrangement shall represent the operating conditions described in the Record of Performance and this simulated arrangement shall also be described in the Record of Performance.

Unless type tests show a converting device is not sensitive to proximity effects over a specified range of clearances the Assigned Scale Factor of any Measuring System based on that converting device shall be measured for each condition of use. Each set of clearances or range of clearances shall be entered in the Record of Performance.

The input voltage or current used for calibration should be of the same type, frequency or waveform as voltages or currents to be measured. When this condition is not fulfilled, evidence shall be given of the validity of the Assigned Scale Factor in the range of frequency or waveforms to be used.

The reference method of determining the Assigned Scale Factor is comparison with a Reference Measuring System at the Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current whenever possible. However, as Reference Measuring Systems are not always available at the highest voltages and currents, the comparison may be made at voltages or currents as low as 20 % of the Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current (see 6.2 a)).

For lightning impulses with peak values over 1 MV, it may be made at 200 kV. Alternatively, the Assigned Scale Factor may be determined by measuring the scale factor of each component, usually at low voltage, and taking the product of the scale factors of the components (see 6.2 b)).

The voltage or current used to determine the Assigned Scale Factor shall be included in the range covered by the linearity test.

All equipment used in establishing the scale factors of Measuring Systems and all instruments used in Measuring Systems shall have calibrations traceable to National Measurement Standards (Etalons).

The conditions under which the calibration has been performed shall be included in the Record of Performance.

6.2 Détermination du Coefficient de Conversion Affecté d'un Système de Mesure

a) Méthode de référence: comparaison avec un Système de Mesure de Référence

Un Système de Mesure de Référence doit être connecté en parallèle avec le Système de Mesure à étalonner. Des lectures simultanées seront effectuées sur les deux systèmes; la valeur de la grandeur d'entrée obtenue pour chaque mesurage réalisé à partir du Système de Mesure de Référence est divisée par la lecture correspondante relevée à partir de l'instrument de mesure du Système de Mesure en essai. Ceci donne le coefficient de conversion F_i du système de mesure en essai. La procédure est répétée pour obtenir n lectures indépendantes ($n \geq 10$) et la valeur moyenne F_m est déclarée comme étant le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure en essai, sous réserve que l'écart-type expérimental s calculé par:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (F_i - F_m)^2}{n-1}}$$

soit inférieur à 1 % de F_m .

NOTES

1 Une valeur arrondie F_o peut être retenue comme Coefficient de Conversion Affecté si, introduite à la place de F_m dans la relation donnant s , elle conduit à une valeur de s inférieure à 1 % de F_m .

2 Pour les mesures en tension continue ou alternative, des lectures indépendantes peuvent être obtenues soit en appliquant la tension d'essai et en effectuant n lectures, soit en appliquant n fois la tension d'essai et en effectuant une lecture chaque fois. Pour les chocs, n chocs seront appliqués.

L'essai sera réalisé à un seul niveau de tension ou de courant (voir 6.1). La sensibilité de l'appareil de mesure peut être modifiée ou un appareil différent peut être utilisé pour assurer une sensibilité adéquate, dans la mesure où cette modification n'altère pas le reste du Système de Mesure et si les calibres utilisés pour chaque nouvel instrument ont été étalonnés.

Si un seul appareil de mesure est disponible (cet instrument de mesure est alors celui du Système de Mesure Approuvé et il doit satisfaire aux exigences de la norme CEI adéquate), on peut réaliser l'essai en connectant l'appareil alternativement sur chacun des deux Systèmes de Mesure pour obtenir les n valeurs F_i . Une impédance terminale équivalente à celle de l'instrument devra être connectée à la place de l'instrument utilisé dans l'autre système. Tous les autres constituants de chaque Système de Mesure doivent rester inchangés.

Les Systèmes de Mesure avec plusieurs coefficients de conversion (par exemple par utilisation de différentes parties basse tension pour un diviseur de tension) devront être étalonnés pour chaque coefficient de conversion. Des Systèmes de Mesure avec des diviseurs secondaires de tension peuvent être étalonnés pour un seul calibre, si on peut montrer par d'autres essais que la charge de sortie du dispositif de conversion reste identique pour tous les calibres. Dans ce cas tous les calibres du diviseur secondaire doivent être étalonnés séparément.

NOTE – Pour l'utilisation des sondes d'oscilloscope voir annexe G.

6.2 Determination of the Assigned Scale Factor

a) Reference method: comparison with a Reference Measuring System

A Reference Measuring System shall be connected in parallel (voltage) or in series (current) with the Measuring System to be calibrated. Simultaneous readings shall be taken on both systems; the value of the input quantity obtained for each measurement by the Reference Measuring System is divided by the corresponding reading of the instrument in the system under test to obtain a value F_i of its scale factor. The procedure is repeated to obtain n independent readings ($n \geq 10$) and the mean value F_m is taken as the Assigned Scale Factor of the system under test, provided that the experimental standard deviation s as calculated from:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (F_i - F_m)^2}{n-1}}$$

is less than 1 % of F_m .

NOTES

1 A rounded value F_0 may be taken as the Assigned Scale Factor if, introduced in place of F_m in the formula for s , it gives the value of s less than 1 % of F_m .

2 For measurement of direct and alternating voltages, independent readings may be obtained either by applying the test voltage and taking n readings or by applying the test voltage n times and taking a reading each time. For impulses, n impulses are applied.

The test shall be performed at a single voltage or current level (see 6.1). The setting of the measuring instrument may be changed or a different instrument may be used to achieve a suitable sensitivity, provided that this change does not alter the rest of the Measuring System and that the settings used on each instrument have been calibrated.

If only one measuring instrument is available (this measuring instrument is the instrument to be used in the Approved Measuring System and shall meet the relevant IEC standard) the test may be made by the repeated alternate connection of the instrument to each system to provide the n values F_i . A termination equivalent to the instrument shall be connected in the place of the instrument in the other system. All other parts of both systems shall remain unchanged.

A Measuring System with several scale factors (for example, the use of different low-voltage arms for a voltage divider) shall be calibrated for each scale factor. Measuring Systems with secondary voltage dividers may be calibrated on one setting only, provided that the load on the output of the converting device can be shown to be constant for all settings by other tests. For such cases the full range of settings of the secondary divider shall be calibrated separately.

NOTE – For the use of oscilloscope probes see annex G.

b) Méthode alternative: étalonnage des constituants

Le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure sera déterminé comme le produit des coefficients de conversion de son dispositif de conversion, de son système de transmission et de son instrument de mesure.

Pour le dispositif de conversion et le système de transmission ou leur combinaison, le coefficient de conversion sera mesuré par une des méthodes décrites en 5.2 en assurant une incertitude globale au plus égale à 1 % (il convient de s'assurer que les capacités parasites ou les couplages appropriés, ainsi que l'influence mutuelle entre constituants sont compris dans la mesure).

Le coefficient de conversion de l'instrument est déterminé en accord avec la norme CEI adéquate (voir article 2) ou par la réalisation des essais correspondants cités dans cette partie de la CEI 60.

6.3 Essai de comportement dynamique (pour les Systèmes de Mesure de chocs)

a) Méthode de référence: comparaison avec un Système de Mesure de Référence

On peut utiliser les mêmes enregistrements qu'en 6.2 a) mais dans ce cas ce sont les paramètres de temps significatifs des chocs enregistrés qui sont évalués pour chaque système de mesure. Le système en essai devra remplir les deux conditions suivantes:

- la valeur de chaque paramètre de temps devra être comprise dans un intervalle de ± 10 % de la valeur correspondante mesurée avec le Système de Mesure de Référence,
- pour chaque paramètre de temps, l'écart-type expérimental du rapport des lectures correspondantes du système en essai et du Système de Mesure de Référence devra être inférieur à 5 % de la valeur moyenne du rapport.

b) Méthode alternative: mesure de la réponse indicielle

La réponse indicielle du Système de Mesure devra être mesurée conformément à 5.8.2. Les paramètres de la réponse doivent être déterminés et devront satisfaire aux prescriptions données dans le paragraphe afférent de cette partie de la CEI 60.

6.4 Essai de perturbations (pour les Systèmes de Mesure de chocs)

L'essai est réalisé sur le Système de Mesure, avec son câble ou son système de transmission court-circuité aux bornes d'entrée, sans changement des connexions de terre du câble ou du système de transmission. Une perturbation (pour une mesure de tension – à l'aide d'un amorçage avec un choc représentatif de la forme d'onde à mesurer; pour une mesure de courant – par l'action d'un dispositif approprié) doit être appliquée à l'entrée du Système de Mesure et la grandeur de sortie est enregistrée. L'essai sera effectué à la Tension ou au Courant Assigné pour la mesure.

L'amplitude de la perturbation mesurée doit rester inférieure à 1 % de l'indication de sortie de Système de Mesure lors de la mesure de la tension ou du courant de l'essai. Un niveau de perturbation supérieur à 1 % est permis pourvu que l'on puisse montrer qu'il n'affecte pas la mesure.

b) *Alternative Method: component calibration*

The Assigned Scale Factor shall be determined as the product of the scale factors of its converting device, its transmission system and its measuring instrument.

For the converting device and the transmission system or their combination, the scale factor shall be measured by one of the methods given in 5.2 to assure a total uncertainty not larger than 1 % (care should be taken to ensure the appropriate "stray" capacitance or coupling and the mutual influence of the components are included in the measurement).

The scale factor of an instrument is determined according to the relevant IEC standard (see clause 2) or by performing the relevant tests given in this part of IEC 60.

6.3 *Dynamic behaviour test (for Impulse Measuring Systems)*

a) *Reference method: comparison with a Reference Measuring System*

The same records taken in the test of 6.2 a) can be used and the relevant time parameters of the measured impulses evaluated for each system and:

- the value of each time parameter shall be within ± 10 % of the corresponding value measured by the Reference Measuring System,
- for each time parameter, the experimental standard deviation of the ratio of the corresponding readings of the system under test and the Reference Measuring System shall be less than 5 % of the mean value of the ratio.

b) *Alternative Method: step response measurement*

The step response of the Measuring System shall be measured according to 5.8.2. The relevant response parameters shall be determined and shall meet the requirements given in the relevant clause of this part of IEC 60.

6.4 *Interference test (for Impulse Measuring Systems)*

The test shall be made on the Measuring System, with its cable or transmission system short-circuited at its input terminals without changing the earth connections of the cable or transmission system. An interfering condition shall be produced at the input of the Measuring System (for voltage measurements – by a disruptive discharge with an impulse representative of the waveform to be applied; for current measurements – by operation of an appropriate device) and the output shall be recorded. The test shall be made at the Rated Measuring Voltage or Rated Measuring Current.

The amplitude of the measured interference shall be less than 1 % of the output of the Measuring System when measuring the test voltage or current. Interference greater than 1 % is permitted provided it is shown that it does not affect the measurement.

7 Mesures des tensions continues

7.1 Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé

La prescription générale est de mesurer la valeur (moyenne arithmétique) de la tension d'essai avec une incertitude globale ne dépassant pas $\pm 3 \%$.

Ces limites de l'incertitude ne devront pas être dépassées, même en présence d'une ondulation dont l'amplitude est à l'intérieur des limites données dans la CEI 60-1.

NOTE – L'attention est attirée sur la présence possible d'un couplage entre une tension alternative et le Système de Mesure et qui peut affecter la lecture de l'appareil de mesure.

7.1.1 Stabilité des coefficients de conversion

Les coefficients de conversion du dispositif de conversion et du système de transmission ne doivent pas varier de plus de $\pm 1 \%$ à l'intérieur des domaines de température et d'humidité ambiantes données dans le Recueil de Caractéristiques.

Un dispositif de conversion pour tension continue doit être construit de façon à conduire directement à la terre tous les courants de fuite dérivés sur ses surfaces externes et à maintenir négligeables les courants de fuite internes par rapport au courant de mesure.

NOTE – Pour garantir un rapport faible entre les courants de fuite et de mesure, un courant de mesure d'au moins 0,5 mA est recommandé, à tension assignée.

Les instruments de mesure devront satisfaire aux prescriptions des appareils de classe 0,5 de la CEI 51, ou doivent être essayés selon cette norme.

7.1.2 Comportement dynamique pour mesurer les montées de tension

Le temps de réponse expérimental T_N d'un Système de Mesure Approuvé ne devra pas être supérieur à 0,5 s. Cela permet de réaliser la mesure avec la précision prescrite en 7.1 lorsque la tension croît avec le taux de montée spécifié dans la CEI 60-1 pour les essais diélectriques.

NOTES

1 Dans certains cas, le temps de réponse du dispositif de conversion est pris beaucoup plus faible que 0,5 s pour améliorer son comportement en cas d'amorçage au niveau du circuit d'essai. Toutefois, pour éviter la présence d'une ondulation parasite sur l'alimentation à haute tension, le temps de réponse du Système de Mesure (qui inclut l'instrument de mesure) sera supérieur à $5/f$ où f est la fréquence fondamentale de l'ondulation.

2 Dans certains cas, par exemple lors des essais sous pollution, il peut être nécessaire de détecter et mesurer des composantes transitoires. Aucune prescription n'est donnée ici, mais on peut se reporter à l'article 9 qui donne des éléments d'information.

7.2 Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions des essais de type peuvent être satisfaites par des essais exécutés sur un constituant de la même conception ou parfois à partir des données constructeur. Les essais de routine doivent être effectués sur chaque constituant. Voir article 5 pour les détails et 4.4.2 pour les exceptions.

7 Measurement of direct voltage

7.1 Requirements for an Approved Measuring System

The general requirement is to measure the value (arithmetic mean) of the test voltage with an overall uncertainty within $\pm 3\%$.

The uncertainty limits shall not be exceeded in the presence of ripple, the magnitude of which is within the limits given in IEC 60-1.

NOTE – Attention is drawn to the possible presence of alternating voltages coupled to the Measuring System and affecting the reading of the measuring instrument.

7.1.1 Stability of the scale factors

The scale factors of the converting device and the transmission system shall not vary by more than $\pm 1\%$ within the ranges of the ambient temperature and humidity given in the Record of Performance.

A converting device for direct voltage shall be constructed so as to conduct directly to earth all leakage current on its external surfaces and to keep internal leakage current negligible relative to the measuring current.

NOTE – To maintain a low ratio between the leakage and measuring currents, a measuring current as high as 0,5 mA at the rated voltage may be necessary.

Measuring instruments shall comply with the requirements of class 0,5 of IEC 51 or shall be tested according to this standard.

7.1.2 Dynamic behaviour for measuring rising voltages

The experimental response time T_N of an Approved Measuring System shall not be larger than 0,5 s. This will permit measurement with the accuracy required by 7.1 when the voltage is increased at the rate specified for dielectric tests in IEC 60-1.

NOTES

1 In some cases the response time of a converting device is kept much lower than 0,5 s to improve its behaviour in case of flashover in the test circuit. However, to avoid ripple on the high-voltage source affecting the measured value, the response time of the Measuring System (which includes the measuring instrument) should be greater than $5/f$ where f is the fundamental frequency of the ripple.

2 In certain cases, for example, in pollution tests, it may be necessary to detect and measure transient components. No requirements for this are given here, but some guidance may be obtained from clause 9.

7.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System

The requirements of the type tests can be met by tests on a unit of the same type or sometimes from manufacturer's data. Routine tests shall be performed on each unit. See clause 5 for details and 4.4.2 for exceptions.

Les constituants d'un Système de Mesure doivent se conformer aux prescriptions des essais de type et des essais de routine suivants:

Essais de type:

- effet de la température sur le dispositif de conversion et le système de transmission et leur coefficient de conversion (5.6),
- stabilité à long terme (5.5),
- essais de tenue diélectrique sous pluie ou sous pollution sur le dispositif de conversion (s'ils sont demandés) (5.9),
- comportement dynamique (5.8).

Essais de routine:

- détermination des coefficients de conversion (5.2),
- linéarité (5.3, autres méthodes 7.2.1),
- stabilité à court terme (5.4),
- essai de tenue diélectrique à sec sur le dispositif de conversion (5.9).

7.2.1 Essai de linéarité: prescriptions et méthodes alternatives

L'essai de linéarité doit être réalisé selon 5.3 pour chaque polarité pour laquelle le système doit être approuvé.

Autres méthodes:

a) Comparaison avec un éclateur pointe/pointe

Le Système de Mesure doit être vérifié par rapport à un éclateur pointe-pointe, comme montré en figure 19 de la CEI 60-1 et dans les limites d'espacement et d'humidité fixées par l'article C.2. de cette publication. L'essai doit être effectué avec un réglage de l'écartement des pointes correspondant aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de l'intervalle à peu près également répartis entre ces deux extrêmes.

L'essai complet de linéarité sera fait en un temps réduit de façon à ce que les corrections climatiques ne soient pas nécessaires.

La méthode décrite à l'article C.3 de la CEI 60-1 est utilisée si ce n'est qu'aucune correction atmosphérique n'est appliquée. Si chacun des cinq rapports de la tension d'amorçage de l'intervalle à la grandeur de sortie du système soumis à l'essai est égal à $\pm 1\%$ de leur valeur moyenne, le système en essai peut être considéré comme linéaire.

b) Essai spécifique aux dispositifs constitués de plusieurs éléments

Pour un dispositif de conversion fabriqué en plusieurs éléments, l'essai doit être réalisé d'une part en contrôlant la linéarité de chacun des éléments suivant les méthodes décrites en 5.3 et d'autre part en contrôlant les éléments assemblés à la Tension Assignée pour la Mesure, par comparaison du courant dans les connexions haute tension du dispositif avec celui circulant dans la partie basse tension. Les deux mesures ne devront pas différer de plus de 1 %.

The components of a Measuring System shall meet the requirements of the following type and routine tests:

Type tests:

- temperature effect on the converting device and the transmission system and on their Scale Factors (5.6),
- long-term stability (5.5),
- wet or polluted withstand test on the converting device (if required) (5.9),
- dynamic behaviour (5.8).

Routine tests:

- determination of the scale factors (5.2),
- linearity test (5.3, additional alternative methods 7.2.1),
- short-term stability (5.4),
- dry withstand test on the converting device (5.9).

7.2.1 *Linearity test: requirements and additional alternative methods*

The linearity test shall be made according to 5.3 using each polarity with which the system is to be approved.

Additional alternative methods are:

a) *Comparison with a rod/rod gap*

The Measuring System shall be checked against a rod/rod gap, as shown in figure 19 of IEC 60-1, and within the limits of gap spacing and humidity given in clause C.2 of the same publication. The test shall be made with gap spacings corresponding to the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced gap settings between these extremes.

The complete linearity test shall be made in a short time so that atmospheric conditions do not change and hence no corrections need be applied.

The procedure given in clause C.3 of IEC 60-1 is used except that no atmospheric corrections need be applied. If each of the five ratios of the disruptive discharge voltage of the gap to the corresponding output of the system under test is within $\pm 1\%$ of their mean value then the system can be considered linear.

b) *Specific test for multi-section devices*

For a converting device made of several identical high-voltage units, the test shall be made by first checking the linearity of each unit as described in 5.3 and then by checking the assembled units at Rated Measuring Voltage by comparing the current into the high-voltage end of the device with that out of its low-voltage end. The measured values shall not differ by more than $\pm 1\%$.

c) *Comparaison avec la tension d'entrée d'un convertisseur alternatif/continu linéaire*

La sortie du Système de Mesure devra être vérifiée par rapport à la valeur crête de la tension alternative d'entrée du redresseur. Les essais seront réalisés pour les valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois valeurs de tension à peu près également réparties entre ces extrêmes.

Si chacun des cinq rapports de la tension mesurée et de la valeur crête correspondante de la tension alternative d'entrée du redresseur ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure peut être considéré comme linéaire.

7.3 *Essai de Détermination des Caractéristiques pour un Système de mesure*

Le coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure doit être déterminé selon 6.2.

7.4 *Contrôle des caractéristiques*

Le coefficient de conversion d'un Système de Mesure Approuvé est contrôlé par une des méthodes suivantes.

a) *Contrôle des coefficients de conversion de ses constituants*

Le ou les coefficients de conversion de chaque constituant doivent être contrôlés en utilisant des calibrateurs internes ou externes dont l'incertitude ne dépasse pas ± 1 %. Si la différence de chaque coefficient de conversion ne diffère pas de sa valeur précédente de plus de 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure est considéré comme valide. Si une seule des différences est supérieure à 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté doit être déterminé à nouveau (voir le troisième alinéa de 4.2).

b) *Contrôle du coefficient de conversion du Système de Mesure*

Une comparaison doit être faite avec un autre Système de Mesure Approuvé avec la procédure du 6.2 a) ou avec un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI utilisé suivant les principes de l'annexe C de la CEI 60-1. Si la différence entre les deux valeurs mesurées n'est pas supérieure à ± 3 %, le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme encore valide. Si cette différence est plus importante, le Coefficient de Conversion Affecté devra être déterminé à nouveau (voir le troisième alinéa de 4.2).

7.5 *Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI*

L'éclateur tige-tige, conçu et utilisé suivant l'annexe C de la CEI 60-1, est un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI pour les tensions continues avec une incertitude ne dépassant pas ± 3 % (voir E.3).

7.6 *Mesure de l'amplitude de l'ondulation*

7.6.1 *Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé*

L'amplitude de l'ondulation doit être mesurée avec une incertitude globale ne dépassant pas ± 10 % de l'amplitude de l'ondulation ou ± 1 % de la valeur moyenne arithmétique de la tension continue, selon celle qui est plus grande.

Des Systèmes de Mesure séparés peuvent être utilisés pour mesurer d'une part, la valeur moyenne de la tension et d'autre part, l'amplitude de l'ondulation ou alors le même dispositif de conversion peut être utilisé avec deux instruments de mesure différents.

c) *Comparison with input voltage of a linear a.c./d.c. converter*

The output of the Measuring System shall be checked against the peak value of the alternating voltage input to the rectifier network. Tests shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes.

If each of the five ratios of the measured voltage to the corresponding peak value of the alternating voltage input to the rectifier is within ± 1 % of their mean value then the Measuring System can be considered linear.

7.3 *Performance Test on Measuring Systems*

The Assigned Scale Factor shall be determined according to 6.2.

7.4 *Performance Check*

The scale factor of an Approved Measuring System shall be checked by one of the following methods.

a) *Check of the scale factors of its components*

The scale factor(s) of each component shall be checked, using internal or external calibrators having an uncertainty within ± 1 %. If the difference of each scale factor from its previous value is not larger than ± 1 %, the Assigned Scale Factor is taken as still valid. If any difference exceeds 1 %, then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined (see third paragraph of 4.2).

b) *Check of the scale factor of the Measuring System*

A comparison shall be made with another Approved Measuring System with the procedure of 6.2 a) or with an IEC Standard Measuring Device used according to appendix C of IEC 60-1. When the difference between the two measured values is within ± 3 %, the Assigned Scale Factor is taken as valid. When the difference is larger, then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined (see third paragraph of 4.2).

7.5 *IEC Standard Measuring Device*

The rod/rod gap, designed and used in accordance with appendix C of IEC 60-1, is an IEC Standard Measuring Device for direct voltage with an uncertainty within ± 3 % (see E.3).

7.6 *Measurement of ripple amplitude*

7.6.1 *Requirements for an Approved Measuring System*

The ripple amplitude shall be measured with an overall uncertainty within ± 10 % of the ripple amplitude or ± 1 % of the arithmetic mean value of the direct voltage, whichever is larger.

Separate Measuring Systems may be used to measure the mean value of the voltage and the ripple amplitude, or the same converting device can be used with two separate instruments.

Les essais de 7.6.2 et 7.6.3 doivent s'appliquer seulement aux Systèmes de Mesure utilisés pour mesurer l'amplitude de l'ondulation et figurer dans l'Essai de Détermination de Caractéristiques.

7.6.2 *Mesure du coefficient de conversion à la fréquence d'ondulation*

Le coefficient de conversion du Système de Mesure doit être déterminé à la fréquence fondamentale f de l'ondulation, avec une incertitude ne dépassant pas ± 3 %. Ce coefficient de conversion peut être calculé comme le produit des coefficients de conversion de chaque constituant.

7.6.3 *Comportement dynamique*

La fonction de transfert du Système de Mesure doit avoir une limite supérieure f_2 qui soit supérieure à 10 fois la fréquence fondamentale f de l'ondulation.

The tests specified in 7.6.2 and 7.6.3 shall be applied only to systems used to measure the ripple amplitude and are Performance Tests.

7.6.2 Measurement of the scale factor at the ripple frequency

The scale factor of the Measuring System shall be determined at the fundamental frequency f of the ripple, with an uncertainty within $\pm 3\%$. This scale factor may be determined as the product of the scale factors of the components.

7.6.3 Dynamic behaviour

The upper limit frequency f_2 of the amplitude/frequency response of the Measuring System shall be greater than 10 times the fundamental frequency f of the ripple.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60060-2:1994

8 Mesure d'une tension alternative

8.1 Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé

La prescription générale est de mesurer la valeur crête ou efficace de la tension d'essai, à sa fréquence nominale, avec une incertitude globale ne dépassant pas $\pm 3\%$.

8.1.1 Stabilité des coefficients de conversion

Les coefficients de conversion du dispositif de conversion et du système de transmission ne doivent pas varier de plus de $\pm 1\%$ à l'intérieur des domaines de température et de distances de garde données dans le Recueil de Caractéristiques.

Les instruments de mesure devront satisfaire aux prescriptions des appareils de classe 0,5 de la CEI 51 ou doivent être essayés selon cette norme. Si un voltmètre de crête est utilisé, son incertitude doit être inférieure ou égale à $\pm 1\%$.

8.1.2 Comportement dynamique

La fonction de transfert du Système de Mesure ne doit pas varier de plus de $\pm 2\%$ entre 0,2 fois et sept fois la fréquence de la tension d'essai. Quand la présence de l'objet en essai augmente le spectre d'harmoniques au-delà du septième, la fonction de transfert ne doit pas varier de $\pm 2\%$ jusqu'à la plus haute fréquence harmonique significative. Des prescriptions spéciales peuvent être demandées par le comité technique compétent.

NOTES

- 1 Dans certains cas, il peut être nécessaire de mesurer les transitoires de tension superposés à la tension alternative. Aucune prescription n'est donnée ici, mais on peut se reporter à l'article 9 qui donne des éléments d'information.
- 2 Quelques générateurs ne génèrent pas d'harmoniques (par exemple les sources résonantes «série»).

8.2 Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions des essais de type peuvent être satisfaites par des essais exécutés sur un constituant de la même conception ou parfois à partir des données constructeur. Les essais de routine doivent être effectués sur chaque constituant. Voir article 5 pour les détails et 4.4.2 pour les exceptions.

Les constituants d'un Système de Mesure doivent se conformer aux prescriptions des essais de type et des essais de routine suivants:

Essais de type:

- effet de la température sur le dispositif de conversion et le système de transmission et leur coefficient de conversion (5.6),
- stabilité à long terme (5.5),
- effet de proximité (si nécessaire) (5.7),
- essai de tenue diélectrique sous pluie ou sous pollution sur le dispositif de conversion (s'ils sont demandés) (5.9),
- comportement dynamique (5.8).

8 Measurement of alternating voltage

8.1 Requirements for an Approved Measuring System

The general requirement is to measure the peak or the r.m.s. value of a test voltage at its rated frequency with an overall uncertainty within $\pm 3\%$.

8.1.1 Stability of the scale factor

The scale factors of the converting device and the transmission system shall not vary by more than $\pm 1\%$ for the ranges of the ambient temperature and clearances given in the Record of Performance.

Measuring instruments shall comply with the requirements of class 0,5 of IEC 51 or shall be tested according to this standard. If a peak voltmeter is used, its uncertainty shall be within $\pm 1\%$.

8.1.2 Dynamic behaviour

The amplitude/frequency response of the Measuring System shall not vary by more than $\pm 2\%$ between 0,2 times and seven times the frequency of the test voltage. When the presence of the test object enhances the harmonic content above the seventh harmonic the amplitude/frequency response shall not vary by more than $\pm 2\%$ up to the frequency of the highest significant harmonic. Special requirements may be specified by the relevant technical committee.

NOTES

- 1 In certain cases, it may be necessary to measure voltage transients superimposed on an alternating voltage. No requirements for this are given here but some guidance may be obtained from clause 9.
- 2 Some sources do not generate harmonics (for example, series resonant test sets).

8.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System

The requirements of the type tests can be met by tests on a unit of the same type or sometimes from manufacturer's data. Routine tests shall be performed on each unit. See clause 5 for details and 4.4.2 for exceptions.

The components of a Measuring System shall meet the requirements of the following type and routine tests:

Type tests:

- temperature effect on the converting device and the transmission system and on their scale factors (5.6),
- long-term stability (5.5),
- proximity effect (if required) (5.7),
- wet or polluted withstand test on the converting device (if required) (5.9),
- dynamic behaviour (5.8).

Essais de routine:

- détermination des coefficients de conversion (5.2),
- linéarité (5.3, autres méthodes 8.2.1),
- stabilité à court terme (5.4),
- essai de tenue diélectrique à sec sur le dispositif de conversion (5.9).

8.2.1 Prescriptions pour l'essai de linéarité et des autres méthodes

L'essai de linéarité doit être réalisé selon 5.3.

Autres méthodes:

a) Comparaison avec un éclateur à sphères

Le Système de Mesure doit être vérifié par rapport à un éclateur à sphères utilisé selon 8.5 de la CEI 52. L'essai doit être effectué avec un réglage de l'écartement de l'intervalle correspondant aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de l'intervalle à peu près également répartis entre ces deux extrêmes.

L'essai complet de linéarité doit être fait en un temps réduit de façon à ce que les corrections climatiques ne soient pas nécessaires. Si chacun des cinq rapports de la tension d'amorçage de l'intervalle à la grandeur de sortie du système soumis à l'essai est inférieur à ± 1 % de leur valeur moyenne, le système en essai peut être considéré comme linéaire.

b) Essai spécifique aux dispositifs constitués de plusieurs condensateurs

Pour un dispositif de conversion constitué de plusieurs condensateurs, un essai décomposé suivant les trois étapes décrites ci-dessous est réalisé:

- un essai de type sur un dispositif de conversion complet équivalent (équipé avec ses électrodes) comme prescrit en 5.3,
- une mesure de la capacité de chaque condensateur aux cinq niveaux de tension spécifiée en 5.3. La valeur de la capacité de chaque élément ne doit pas changer sur tout le domaine de tension de plus de 1 %,
- le dispositif de conversion total doit être exempt d'effet couronne audible ou visible à la Tension Assigné pour la Mesure.

c) Comparaison avec la tension d'entrée d'un transformateur ou d'un transformateur cascade

Le Système de Mesure doit être connecté pour mesurer la sortie du transformateur. La sortie du Système de Mesure doit être vérifiée par rapport à la tension d'entrée du transformateur. Les essais seront réalisés pour les valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois valeurs de tension à peu près également réparties entre ces extrêmes. Si chacun des rapports de la tension mesurée et de la tension d'entrée correspondante ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure peut être considéré comme linéaire.

NOTE – On doit porter attention au changement possible du rapport de tension du transformateur dû à la charge et aux caractéristiques non linéaires du circuit magnétique.

Routine tests:

- determination of the scale factors (5.2),
- linearity test (5.3, additional alternative methods 8.2.1),
- short-term stability (5.4),
- dry withstand test on the converting device (5.9).

8.2.1 Linearity test: requirements and additional alternative methods

The linearity test shall be made according to 5.3.

Additional alternative methods are:

a) Comparison with a sphere-gap

The Measuring System shall be checked against a sphere-gap used according to 8.5 of IEC 52. Tests shall be made with gap spacings corresponding to the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced gap settings between these extremes.

The complete linearity test shall be made in a short time so that atmospheric conditions do not change and hence corrections need not be applied. If each of the five ratios of the disruptive discharge voltage of the gap to the corresponding output of the system under test is within ± 1 % of their mean value then the system can be considered linear.

b) Method for multi-section capacitor converting devices

For a converting device consisting of several identical high-voltage units a test consisting of the following three steps shall be made:

- a type test on an equivalent complete converting device (equipped with its electrodes) as specified in 5.3,
- measurement of the capacitance of each high-voltage unit at the five voltages specified in 5.3. The capacitance of each unit shall not change over the voltage range by more than ± 1 %,
- the assembled converting device shall be free from visible and audible corona at the Rated Measuring Voltage.

c) Comparison with the input voltage of a transformer or a transformer cascade

The Measuring System shall be connected to measure the output of the transformer. The output of the Measuring System shall be checked against the input voltage of the transformer. Tests shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of the five ratios of the measured voltage to the corresponding input voltage is within ± 1 % of their mean value then the Measuring System is considered linear.

NOTE – Attention should be paid to the possible variation of the voltage ratio of the transformer because of the load and non-linear characteristics of the magnetic circuit.

d) *Comparaison avec la sortie d'un mesureur de champ électrique*

Le Système de Mesure doit être vérifié par rapport à un mesureur de champ électrique, placé de façon à mesurer un champ électrique proportionnel à la tension à mesurer. Le mesureur de champ électrique doit être utilisé suivant les prescriptions correspondantes de la CEI 833. L'essai sera réalisé pour les valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois valeurs de tension à peu près également réparties entre ces extrêmes. Si chacun des cinq rapports de la tension mesurée et de la valeur correspondante relevée sur le mesureur de champ électrique ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure peut être considéré comme linéaire.

8.2.2 *Détermination du coefficient de conversion d'un voltmètre de crête*

Le coefficient de conversion doit être déterminé en utilisant une tension sinusoïdale connue à la fréquence nominale.

NOTE – Les instruments indicateurs autres que les voltmètres de crête sont étalonnés suivant la CEI 51.

8.3 *Essai de Détermination des Caractéristiques*

Le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure doit être déterminé selon 6.2.

8.4 *Contrôle des caractéristiques*

Le ou les coefficients de conversion d'un Système de Mesure Approuvé peuvent être contrôlés par l'une des méthodes suivantes.

a) *Contrôle des coefficients de conversion de ses constituants*

Le ou les coefficients de conversion de chaque constituant peuvent être contrôlés en utilisant des calibrateurs internes ou externes dont l'incertitude ne dépasse pas ± 1 %. Si la différence de chaque coefficient de conversion ne diffère pas de sa valeur précédente de plus de ± 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure est considéré comme valide. Si une seule des différences est supérieure à ± 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté doit être déterminé à nouveau (voir le troisième alinéa de 4.2).

b) *Contrôle du coefficient de conversion du Système de Mesure*

Une comparaison est faite avec un autre Système de Mesure Approuvé selon 6.2 a) ou avec un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI utilisé suivant les principes de la CEI 52.

Si la différence entre les deux valeurs mesurées n'est pas supérieure à ± 3 %, le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme valide. Si cette différence est plus importante, le Coefficient de Conversion Affecté devra être déterminé à nouveau (voir le troisième alinéa de 4.2).

8.5 *Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI*

L'éclateur à sphères, utilisé suivant la CEI 52, est un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI pour la valeur crête avec une incertitude ne dépassant pas ± 3 %.

d) *Comparison with the output of an electric-field measuring instrument*

The Measuring System shall be checked against an electric-field measuring instrument which is so located that it measures a field proportional to the voltage being measured. The electric-field measuring instrument is used according to the relevant requirements of IEC 833. The test shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of the five ratios of the measured voltage to the corresponding measured electric field is within ± 1 % of their mean value then the Measuring System is considered linear.

8.2.2 *Determination of the scale factor of a peak voltmeter*

The scale factor shall be determined using a known sinusoidal voltage of rated frequency.

NOTE – Indicating instruments other than peak voltmeters are calibrated according to IEC 51.

8.3 *Performance Test on Measuring Systems*

The Assigned Scale Factor shall be determined according to 6.2.

8.4 *Performance Check*

The scale factor(s) of an Approved Measuring System can be checked by one of the following methods.

a) *Check of the scale factors of the components*

The scale factor(s) of each component can be checked using internal or external calibrators having an uncertainty within ± 1 %. If each scale factor differs from its previous value by not more than ± 1 %, the Assigned Scale Factor is taken as still valid. If any difference exceeds ± 1 % then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined (see third paragraph of 4.2).

b) *Check of the scale factor of the Measuring System*

A comparison shall be made with another Approved Measuring System with the procedure of 6.2 a) or with an IEC Standard Measuring Device according to IEC 52.

When the difference between the two measured values is within ± 3 %, the Assigned Scale Factor is taken as still valid. When the difference is larger, then the Assigned Scale Factor shall be determined again (see third paragraph of 4.2).

8.5 *IEC Standard Measuring Device*

The sphere-gap, used according to IEC 52, is an IEC Standard Measuring Device for the peak value with an uncertainty within ± 3 %.

9 Mesures des tensions de chocs de foudre

9.1 Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions générales sont:

- de mesurer la valeur crête des chocs de foudre pleins avec une incertitude globale ne dépassant pas $\pm 3 \%$,
- de mesurer la valeur crête des chocs de foudre coupés avec une incertitude globale e qui dépend de la durée jusqu'à la coupure T_c comme suit:

pour des chocs coupés sur le front $e \leq \pm 5 \%$
 $(0,5 \mu s \leq T_c < 2 \mu s)$

pour des chocs coupés sur la queue $e \leq \pm 3 \%$
 $(T_c \geq 2 \mu s)$

- de mesurer les paramètres de temps qui définissent la forme d'onde du choc avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 10 \%$,
- de mesurer les oscillations qui peuvent être superposées sur un choc pour s'assurer qu'elles ne dépassent pas les niveaux autorisés donnés dans la CEI 60-1.

NOTES

- 1 Les chocs coupés avec $T_c < 0,5 \mu s$ sont à l'étude.
- 2 Aucune recommandation explicite n'est donnée pour la mesure de l'effondrement de la tension d'un choc coupé dans la mesure où aucun comité CEI relatif à l'appareillage n'a, jusqu'à présent, spécifié de prescriptions.

9.1.1 Stabilité des coefficients de conversion

Les coefficients de conversion du dispositif de conversion et du système de transmission ne doivent pas varier de plus de $\pm 1 \%$ à l'intérieur des domaines de température et de distances de garde données dans le Recueil de Caractéristiques.

Les instruments de mesure devront satisfaire à la CEI 790 ou à la CEI 1083-1.

9.1.2 Comportement dynamique

Le comportement dynamique d'un Système de Mesure permet la mesure des valeurs crête de tension et des paramètres de temps sur tout le domaine de formes d'onde spécifiées dans le Recueil de Caractéristiques quand:

- le coefficient de conversion est constant à l'intérieur des limites suivantes soit:
 $\pm 1 \%$ pour les chocs pleins et ceux coupés sur la queue, et
 $\pm 3 \%$ pour les chocs coupés sur le front,
- l'incertitude des paramètres de temps mesurés par le système est inférieure ou égale à $\pm 10 \%$.

Pour reproduire les oscillations qui peuvent être superposées à la forme d'onde, les limites suivantes sur la fréquence maximale f_2 du Système de Mesure ou sur le temps de réponse partiel T_α devront être respectées:

pour les oscillations au niveau de la crête: $f_2 > 5 \text{ MHz}$ ou $T_\alpha < 30 \text{ ns}$

pour les oscillations au niveau du front: $f_2 > 10 \text{ MHz}$ ou $T_\alpha < 15 \text{ ns}$

9 Measurement of lightning impulse voltage

9.1 Requirements for an Approved Measuring System

The general requirements are:

- to measure the peak value of full impulses with an overall uncertainty within $\pm 3\%$,
- to measure the peak value of chopped impulses with an overall uncertainty e which is dependent on the time to chopping T_c as follows:

for front-chopped impulses $e \leq \pm 5\%$
 $(0,5 \mu\text{s} \leq T_c < 2 \mu\text{s})$

for tail-chopped impulses $e \leq \pm 3\%$
 $(\text{for } T_c \geq 2 \mu\text{s})$

- to measure the time parameters which define the waveform with an overall uncertainty within $\pm 10\%$,
- to measure oscillations which may be superimposed on an impulse to ensure that they do not exceed the permitted levels given in IEC 60-1.

NOTES

- 1 Chopped impulses with $T_c < 0,5 \mu\text{s}$ are under consideration.
- 2 No recommendations are given for the measurement of voltage collapse since no IEC apparatus committee has yet specified a requirement.

9.1.1 Stability of the scale factor

The scale factors of the converting device and the transmission system shall not vary by more than $\pm 1\%$ for the ranges of the ambient temperature and clearances given in the Record of Performance.

The measuring instrument shall comply with IEC 790 or IEC 1083-1.

9.1.2 Dynamic behaviour

The dynamic behaviour of a Measuring System is adequate for the measurement of peak voltage and time parameters over the range of waveforms specified in the Record of Performance when:

- the scale factor is constant within the following limits:
 - within $\pm 1\%$ for full and tail-chopped impulses
 - within $\pm 3\%$ for front-chopped impulses
- the uncertainty of the time parameters measured by the system is within $\pm 10\%$.

To reproduce oscillations that may be superimposed on an impulse, the relevant limits on the upper limit frequency f_2 of the Measuring System or on the partial response time T_α should be:

for oscillations on the peak: $f_2 > 5 \text{ MHz}$ or $T_\alpha < 30 \text{ ns}$

for oscillations on the front: $f_2 > 10 \text{ MHz}$ or $T_\alpha < 15 \text{ ns}$

Historiquement, un seul Système de Mesure était utilisé pour mesurer tous les paramètres spécifiés, c'est-à-dire la valeur crête, les paramètres de temps et les oscillations. Actuellement, de nombreux systèmes qui pourraient être approuvés pour des mesures de valeur de crête et de paramètres de temps ne peuvent pas être approuvés pour la mesure des oscillations. Dans ce cas, un Système de Mesure peut être approuvé pour les mesures de valeur crête et des paramètres temporels alors qu'un système auxiliaire est approuvé pour les mesures des oscillations (si nécessaire, à une tension plus faible).

9.1.3 Connexion à l'objet en essai

Le dispositif de conversion doit être connecté directement aux bornes de l'objet en essai. Le dispositif de conversion ne doit pas être connecté entre la source de tension et l'objet en essai. La connexion au dispositif de conversion doit être telle que le Système de Mesure ne soit parcouru que par son propre courant. Il convient que le dispositif de conversion soit placé de façon à rendre négligeable les couplages entre les circuits de mesure et d'essai.

9.2 Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions des essais de type peuvent être satisfaites par des essais exécutés sur un constituant de la même conception ou quelquefois à partir des données constructeur. Les essais de routine doivent être effectués sur chaque constituant. Voir article 5 pour les détails et 4.4.2 pour les exceptions.

Les constituants d'un Système de Mesure doivent se conformer aux prescriptions des essais de type et des essais de routine suivants:

Essais de type:

- effet de la température sur le dispositif de conversion et le système de transmission et leur coefficient de conversion (5.6),
- stabilité à long terme (5.5),
- effet de proximité (si nécessaire) (5.7),
- essai de tenue diélectrique sous pluie ou sous pollution sur le dispositif de conversion (s'ils sont demandés) (5.9),
- essai de perturbations sur un système de transmission incluant les éléments actifs (6.4),
- comportement dynamique (5.8).

Essais de routine:

- détermination des coefficients de conversion (5.2),
- linéarité (5.3, autres méthodes 9.2.1),
- stabilité à court terme (5.4),
- essai de tenue diélectrique à sec sur le dispositif de conversion (5.9).

Historically, one Measuring System has been used to measure all of the required quantities, i.e. the peak value, the time parameters, and oscillations. However, many systems which could be approved for measurements of peak value and time parameters cannot be approved for measurements of oscillations. In this case a Measuring System may be approved for measurements of peak voltage and time parameters while an auxiliary system is approved for measurements of oscillations (at a lower voltage if necessary).

9.1.3 *Connection to the test object*

The converting device shall be connected directly to the terminals of the test object. The converting device shall not be connected between the voltage source and the test object. The lead to the converting device shall carry only the current to the Measuring System. The converting device should be placed so that coupling between the test and measuring circuits is negligible.

9.2 *Acceptance tests on components for an Approved Measuring System*

The requirements of the type tests can be met by tests on a unit of the same type or sometimes from manufacturer's data. Routine tests shall be performed on each unit. See clause 5 for details and 4.4.2 for exceptions.

The components of a Measuring System shall meet the requirements of the following type and routine tests:

Type tests:

- temperature effect on the converting device and the transmission system and on their scale factors (5.6),
- long-term stability (5.5),
- proximity effect (if required) (5.7),
- wet or polluted withstand test on the converting device (if required) (5.9),
- interference test on a transmission system with active elements (6.4),
- dynamic behaviour (5.8).

Routine tests:

- determination of the scale factors (5.2),
- linearity test (5.3, additional alternative methods 9.2.1),
- short-term stability (5.4),
- dry withstand test on the converting device (5.9).

9.2.1 Prescriptions pour l'essai de linéarité et autres méthodes

L'essai de linéarité doit être réalisé selon 5.3 pour chacune des polarités pour lesquelles le système doit être approuvé et avec des chocs d'une seule forme d'onde. Des chocs de foudres pleins peuvent être utilisés pour établir la linéarité des Systèmes de Mesure pour les chocs de foudres coupés.

Autres méthodes:

a) Comparaison avec un éclateur à sphères

Le Système de Mesure est vérifié par rapport à un éclateur à sphères, utilisé selon 9.5. L'essai doit être effectué avec un réglage de l'écartement de l'intervalle correspondant aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de la tension à peu près également répartis entre ces deux extrêmes.

L'essai complet de linéarité doit être fait en un temps réduit de façon à ce que les corrections climatiques ne soient pas nécessaires. Si chacun des cinq rapports de la tension d'amorçage de l'éclateur à sphères à la grandeur de sortie du système soumis à l'essai ne diffère pas de plus de ± 1 % de leur valeur moyenne, le système en essai peut être considéré comme linéaire.

b) Essai spécifique aux dispositifs constitués de plusieurs unités haute tension

Pour un dispositif de conversion constitué de plusieurs unités haute tension, l'essai doit être réalisé en trois étapes:

- l'essai de type sur un dispositif de conversion complet de la même conception (équipé de ses électrodes) selon 5.3,
- un essai de linéarité de chaque unité selon 5.3,
- le dispositif de conversion doit être exempt d'effet couronne visible à la Tension Assignée pour la Mesure.

c) Comparaison avec la tension de charge du générateur de chocs

Le Système de Mesure doit être vérifié par rapport à la tension de charge du générateur de chocs. L'essai doit être effectué aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de la tension à peu près répartis entre ces deux extrêmes. Si chacun des cinq rapports de la grandeur de sortie du système à la tension de charge correspondante ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure est considéré comme linéaire.

NOTE – Dans cette méthode il convient que les conditions de charge à l'instant de la mise à feu du générateur restent identiques.

d) Comparaison avec la tension de sortie d'une sonde de champs électrique

Le Système de Mesure doit être vérifié vis-à-vis d'une sonde de champs placée de façon à mesurer un champ proportionnel à la tension à mesurer. L'essai doit être effectué aux valeurs minimale et maximale du fonctionnement et pour trois autres réglages de la tension à peu près également répartis entre ces deux extrêmes. Si chacun des cinq rapports de la tension mesurée au champs électrique correspondant mesuré ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure est considéré comme linéaire.

9.2.1 *Linearity test: requirements and additional alternative methods*

Linearity tests shall be made according to 5.3 using each polarity for which the system is to be approved and lightning impulses with a single waveform. Full lightning impulses may be used to establish the linearity of Measuring Systems for chopped lightning impulses.

Additional alternative methods:

a) *Comparison with a sphere-gap*

The Measuring System shall be checked against a sphere-gap used according to 9.5. The test shall be made with gap spacings corresponding to the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced gap settings between these extremes.

The complete linearity test shall be made in a short time so that no atmospheric changes occur and hence no corrections need be applied. If each of these five ratios of the disruptive discharge voltage of the sphere-gap to the corresponding output of the system under test is within $\pm 1\%$ of their mean value then the system can be considered linear.

b) *Method for multi-section converting devices*

For a converting device consisting of several identical high-voltage units a test consisting of the following three steps shall be made:

- a type test on an equivalent complete converting device (equipped with its electrodes) according to 5.3,
- a linearity test of each unit according to 5.3,
- the assembled converting device shall be free from visible corona at the Rated Measuring Voltage.

c) *Comparison with charging voltage of the impulse generator*

The Measuring System shall be checked against the charging voltage of the impulse generator. Tests shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of these five ratios of the measured voltage to the corresponding charging voltage is within $\pm 1\%$ of their mean value then the system can be considered linear.

NOTE - In this method the charging conditions at the instant of firing the impulse generator should be the same.

d) *Comparison with the output of an electric-field measuring instrument*

The Measuring System shall be checked against an electric-field measuring instrument which is so located that it measures a field proportional to the voltage being measured. The test shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of the ratios of the measured voltage to the corresponding measured electric field is within $\pm 1\%$ of their mean value then the Measuring System is considered linear.

9.3 Essais de Détermination des Caractéristiques sur des Systèmes de Mesure

Les essais suivants doivent être réalisés:

- détermination du Coefficient de Conversion Affecté (9.3.1),
- comportement dynamique (9.3.1),
- essais de perturbations (6.4).

9.3.1 Détermination du Coefficient de Conversion Affecté et de l'Epoque(s) Nominale(s) (comportement dynamique)

a) Méthode de référence

Le Coefficient de Conversion Affecté et le comportement dynamique doivent être déterminés par comparaison avec un Système de Mesure de Référence, en utilisant la procédure donnée en 6.2 a) et 6.3 a). L'Epoque Nominale doit être déterminée à l'aide de chocs avec deux formes d'onde différentes telles que:

Pour les chocs pleins et coupés sur la queue:

- le temps de front le plus court donne $t_{\min}$ (voir 3.6.1),
- le temps de front le plus grand donne $t_{\max}$ (voir 3.6.1),
- il convient que ces deux formes d'onde aient (approximativement) le plus long des temps à mi-valeur pour lequel le système doit être approuvé.

Pour les chocs coupés sur le front:

- la durée jusqu'à la coupure la plus courte donne $t_{\min}$ (voir 3.6.1),
- la durée jusqu'à la coupure la plus longue donne $t_{\max}$ (voir 3.6.1).

Alternativement une des méthodes suivantes peut être utilisée:

b) une mesure comparative avec une seule forme d'onde complétée par la mesure de la réponse indicielle.

Une mesure comparative à l'aide de chocs pleins doit être réalisée par rapport à un Système de Mesure de Référence selon 6.2 a) et 6.3 a). La durée de front doit être T_{1cal} et le temps à mi-valeur T_{2max} doit être le plus long des temps à mi-valeur pour lequel le Système de mesure doit être approuvé.

De plus la réponse indicielle du Système de Mesure doit être mesurée selon 5.8.2. Le ou les Niveaux de Référence de la ou des Epoque(s) Nominale(s) ne doivent pas différer de plus de:

- ± 1 % pour chocs pleins et coupés sur la queue
- ± 3 % pour chocs coupés sur le front

du niveau de la réponse indicielle à T_{1cal} ou s'il y a des oscillations superposées sur la réponse dans l'Epoque Nominale on doit démontrer que:

- le temps de stabilisation $t_s < t_{\min}$ pour chocs pleins et coupés,
- le temps de réponse résiduel $T_R(t)$ est inférieur à $t/200$ sur toute l'Epoque Nominale pour les chocs coupés sur le front.

La réponse indicielle ne doit pas changer de plus de 5 % entre $t_{\min}$ et T_{2max} où T_{2max} est le plus long temps à mi-valeur pour lequel le système doit être approuvé.

9.3 Performance Test on Measuring Systems

The following tests shall be made:

- determination of the Assigned Scale Factor (9.3.1),
- dynamic behaviour (9.3.1),
- interference test (6.4).

9.3.1 Determination of the Assigned Scale Factor and Nominal Epoch(s) (dynamic behaviour)

a) Reference method

The Assigned Scale Factor and dynamic behaviour of the Measuring System shall be determined by comparison with a Reference Measuring System, using the procedure given in 6.2 a) and 6.3 a). The Nominal Epoch shall be determined by using impulses with two different waveforms such that:

For full and tail-chopped impulses:

- the shorter front time gives $t_{\min}$ (see 3.6.1),
- the longer front time gives $t_{\max}$ (see 3.6.1),
- both these waveforms should have the longest time to half-value (approximately) for which the Measuring System is to be approved

For front-chopped impulses

- the shorter time to chopping gives $t_{\min}$ (see 3.6.1),
- the longer time to chopping gives $t_{\max}$ (see 3.6.1).

Alternatively, one of the following tests may be used:

b) Comparative Measurement using impulses with a single waveform supplemented by a measurement of the step response

A comparative measurement shall be made against a Reference Measuring System according to 6.2 a) and 6.3 a) using full impulses with a front time $T_{1\text{cal}}$ and a time to half-value approximately equal to the longest time to half-value $T_{2\text{max}}$ for which the Measuring System is to be approved.

In addition the step response of the Measuring System shall be measured according to 5.8.2. The Reference Level(s) of the Nominal Epoch(s) for which the system is to be approved shall not differ from the value of the step response at the time $T_{1\text{cal}}$ by more than:

- ± 1 % for full and tail-chopped impulses
- ± 3 % for front-chopped impulses

or if there are high-frequency oscillations on the step response in the Nominal Epoch, then it shall be shown that:

- the settling time t_s is less than $t_{\min}$ for full and chopped impulses,
- the residual response time $T_R(t)$ is less than $t/200$ throughout the Nominal Epoch for front-chopped impulses.

The step response shall not change by more than 5 % in the range $t_{\min}$ to $T_{2\text{max}}$ where $T_{2\text{max}}$ is the longest time to half-value for which the system is to be approved.

c) Mesure des coefficients de conversion des constituants et détermination des paramètres de réponse à partir de la réponse indicielle

Le Coefficient de Conversion Affecté d'un Système de Mesure doit être déterminé selon 6.2 b).

La réponse indicielle d'un Système de Mesure doit être déterminée selon 5.8.2. Elle doit être constante à $\pm 1 \%$ de $t_{\min}$ à la Durée Equivalent T_E de la forme d'onde utilisée pour la mesure du Coefficient de Conversion affecté (voir 3.7.13).

Pour des chocs pleins ou coupés sur la queue la réponse indicielle doit être constante à $\pm 1 \%$ près pour l'Epoque Nominale. Sinon, si elle comporte les oscillations à haute fréquence, il suffit de montrer que le temps de stabilisation t_s est inférieur à $t_{\min}$. Pour des chocs coupés sur le front la réponse indicielle doit être constante à $\pm 3 \%$ près pour l'Epoque Nominale. Sinon, si elle comporte les oscillations à haute fréquence, il suffit de montrer que la valeur absolue du temps de réponse résiduel $T_R(t)$ est inférieure à $t/200$ sur toute l'Epoque Nominale.

De plus, la réponse indicielle ne doit pas différer de plus de 5% du niveau de référence pour la durée jusqu'à mi-valeur la plus longue par laquelle on recherche l'approbation du système.

NOTE – Les recommandations suivantes sont données pour aider les laboratoires à évaluer les Systèmes de Mesure. On doit savoir que satisfaire (ou pas toujours nécessaire) pour garantir des caractéristiques dynamiques satisfaisantes pour le Système de Mesure.

Pour la mesure de chocs pleins ou coupés sur la queue de durée du front T_1 il convient que le dépassement β et le temps de réponse partiel T_α soient tels que β et T_α/T_1 se situent dans la zone grisée de la figure 4.

Pour la mesure de chocs coupés sur le front dans la gamme de durée jusqu'à la coupure T_c considérée, il convient que les conditions suivantes soient satisfaites:

- il convient que le temps de stabilisation soit tel que:

$$t_s \leq T_c$$

- il convient que le temps de réponse expérimental T_N et le temps de réponse partiel T_α soient tels que:

$$T_\alpha - 0,03 T_c \leq T_N \leq 0,03 T_c$$

- il convient que le temps de distorsion initial T_o soit tel que:

$$T_o \leq 0,005 T_c$$

Quand la réponse indicielle est utilisée pour évaluer les caractéristiques du Système de Mesure, le Recueil de Caractéristiques doit contenir:

- l'enregistrement de la réponse indicielle avec indication du niveau O_1 et la ligne horizontale correspondant à chaque Niveau de Référence,
- les valeurs de T_α , T_N , t_s et β .

c) *Measurement of the scale factors of the components and determination of the response parameters from the step response*

The Assigned Scale Factor of the Measuring System shall be determined according to 6.2 b).

The step response of the Measuring System shall be measured according to 5.8.2. The step response shall be constant within ± 1 % from $t_{\min}$ up to the Equivalent Time T_E of the waveform used for the measurement of the Assigned Scale Factor (see 3.7.13).

For full and tail-chopped impulses the step response shall be constant within ± 1 % for the Nominal Epoch. Alternatively, if there are high-frequency oscillations on the step response, it is sufficient to show that the settling time t_s is less than $t_{\min}$. For front-chopped impulses the step response shall be constant within ± 3 % in this Nominal Epoch. Alternatively, if there are high-frequency oscillations on the step response, it is sufficient to show that the absolute value of the Residual Response Time $T_R(t)$ is less than $t/200$ throughout this Nominal Epoch.

In addition, the step response shall not deviate from the reference level by more than 5 % for the longest time to half-value for which approval is sought.

NOTE – The following recommendations are provided to assist laboratories in their assessment of Measuring Systems. It is emphasized that compliance with these recommendations is not always sufficient (and may not always be necessary) to ensure adequate dynamic characteristics of a Measuring System.

When measuring a full and tail-chopped impulses with a front time T_1 , the overshoot β and the partial response time T_α should be such that β and T_α/T_1 are within the shaded area of figure 4.

When measuring impulses chopped on the front in the range of chopping time T_c to be considered, the following conditions should be met:

- the settling time should be such that:

$$t_s \leq T_c$$

- the experimental response time T_N and partial response time T_α should be such that:

$$T_\alpha - 0,03 T_c \leq T_N \leq 0,03 T_c$$

- and the initial distortion time T_o should be small so that:

$$T_o \leq 0,005 T_c$$

When the step response is used for assessing the characteristics of the Measuring System, the Record of Performance shall include:

- the record of the unit step response, with the indication of O_1 and the horizontal line corresponding to each Reference Level,
- the values of T_α , T_N , t_s and β .

9.3.2 Enregistrement de Référence (optionnel)

En vue d'une utilisation pour les Essais de Contrôle des Caractéristiques, la réponse indicielle d'un Système de Mesure doit être déterminé selon la méthode de 5.8.2. Cet enregistrement doit être inclus dans le Recueil de Caractéristiques à titre d'Enregistrement de Référence («signature») en vue de détecter des variations dans le comportement dynamique lors d'Essais de Contrôle antérieurs (voir 9.4.1).

9.4 Contrôle des caractéristiques

9.4.1 Contrôle du coefficient de conversion et du comportement dynamique

Le ou les coefficients de conversion et le comportement dynamique d'un Système de Mesure Approuvé peuvent être contrôlés par l'une des méthodes suivantes.

a) Contrôle des coefficients de conversion de ses constituants et de la réponse indicielle du Système de Mesure

Le ou les coefficients de conversion de chaque constituant doivent être vérifiés à l'aide d'appareils d'étalonnage internes ou externes ayant une incertitude inférieure à ± 1 %. Si les coefficients de conversion diffèrent des valeurs antérieures de moins de 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure est considéré comme encore valide. Toute différence supérieure à 1 % nécessite la détermination de nouvelles valeurs des Coefficients de Conversion Affectés par un Essai de Détermination des Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

A chaque contrôle, la réponse indicielle doit être enregistrée de la même façon et avec le même circuit d'essai lors de l'obtention de l'Enregistrement de Référence (voir 9.3.2). L'enregistrement de la réponse indicielle doit être comparé à ceux des contrôles antérieurs. De petites variations sont possibles d'un contrôle à l'autre et le degré de variation acceptable sera déterminé au vu des contrôles initiaux. Toute variation importante doit être examinée et un Essai de Détermination des Caractéristiques doit être effectué.

b) Comparaison avec un Système de Mesure Approuvé

On effectuera la comparaison avec un autre Système de Mesure Approuvé (ou un Système de Mesure de Référence) selon la procédure donnée en 6.2 a) et 6.3 a) avec une seule forme d'onde mais le nombre de chocs pourra être choisi. Si la différence entre les deux valeurs mesurées n'est pas supérieure à ± 3 %, le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme encore valide.

Si cette différence est supérieure, on doit déterminer une nouvelle valeur de ce Coefficient de Conversion Affecté par un Essai de Détermination de Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2). La valeur de chaque paramètre de temps doit être à moins de ± 10 % de la valeur correspondante mesurée par l'autre Système de Mesure. Toute différence supérieure à 10 % nécessite la détermination de nouvelles valeurs des limites d'Epoque Nominale par un Essai de Détermination de Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

9.3.2 *Reference Record (optional)*

When wanted for use in Performance Checks, the step response of the Measuring System shall be recorded using the method of 5.8.2. This shall be included in the Record of Performance for use as a Reference Record ("fingerprint") to permit detection of changes in the dynamic behaviour at subsequent Performance Checks (see 9.4.1).

9.4 *Performance Check*

9.4.1 *Check of scale factor and dynamic behaviour*

The scale factor(s) and dynamic behaviour of an Approved Measuring System can be checked by one of the following methods.

a) *Check of the scale factors of the components and the step response of the Measuring System*

The scale factor(s) of each component shall be checked using internal or external calibrators having an uncertainty within ± 1 %. If the scale factors differ from their previous values by not more than 1 %, the Assigned Scale Factor is taken as valid. If any difference exceeds ± 1 % then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

In each check the step response shall be recorded in the same manner and in the same circuit as was used to obtain the Reference Record (see 9.3.2). The step response record shall be compared with those from previous checks. Small variations can be expected from check to check and the extent of acceptable variations shall be established by the early checks. Any large variations shall be investigated and a Performance Test shall be made.

b) *Comparison with an Approved Measuring System*

A comparison shall be made with another Approved Measuring System (or Reference Measuring System) using the procedure given in 6.2 a) and 6.3 a) with a single waveform but the number of impulses used may be chosen. When the difference between the two measured values of the scale factor is less than 3 %, the Assigned Scale Factor is taken as still valid.

When the difference is larger, then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see 4.2). The value of each time parameter shall be within ± 10 % of the corresponding value measured by the other Measuring System. When any difference is larger than 10 % then new values of the limits of the Nominal Epoch shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

c) Contrôle du coefficient de conversion avec un éclateur à sphères et mesure de la réponse indicielle du Système de Mesure

La comparaison est effectuée avec un l'éclateur à sphères selon 9.5. Quand la différence entre les deux valeurs mesurées du Coefficient de Conversion n'est pas supérieure à $\pm 3 \%$, le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme valide. Quand la différence est supérieur à 3% , une nouvelle valeur du Coefficient de Conversion Affecté doit être déterminée par un Essai de Détermination de Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

Lors de chaque contrôle, la réponse indicielle sera mesurée de la même manière et pour le même circuit d'essai que celui utilisé pour obtenir l'Enregistrement de Référence (voir 9.3.2). La réponse indicielle devra être comparée avec celle obtenue lors des précédents contrôles. On peut s'attendre à de petites différences et le degré des variations acceptables devra être déterminé par l'analyse des précédents contrôles. Toute variation plus importante devra faire l'objet d'investigations plus larges et un Essai de Détermination de Caractéristiques doit alors être réalisé.

9.5 Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI

L'éclateur à sphères, irradié à l'aide d'un éclateur de type à air libre et utilisé suivant les modalités de la CEI 52, est un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI pour la mesure des valeurs crête des chocs de foudre normalisés, avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 3 \%$. L'irradiation provenant d'une lampe à ultraviolets n'est pas considérée comme suffisante.

c) *Check of the scale factor with a sphere gap and measurement of the step response of the Measuring System*

A comparison is made with a sphere gap according to 9.5. When the difference between the two measured values of the scale factor is not larger than 3%, the Assigned Scale Factor is taken as valid. When the difference is larger, then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

In each check the step response shall be recorded in the same manner and in the same circuit as was used to obtain the Reference Record (see 9.3.2). The step response record shall be compared with those from previous checks. Small variations can be expected from check to check and the extent of acceptable variations shall be established by the early checks. Any large variations shall be investigated and a Performance Test shall be made.

9.5 *IEC Standard Measuring Device*

The sphere-gap, irradiated by an open spark but otherwise according to IEC 52, is an IEC Standard Measuring Device for measuring the peak values of a standard lightning impulse, with an uncertainty not exceeding $\pm 3\%$. Irradiation from an ultraviolet lamp is not considered to be sufficient.

10 Mesures de tension de chocs de manoeuvre

10.1 Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions générales sont:

- de mesurer la valeur crête des chocs de manoeuvre avec une incertitude globale ne dépassant pas $\pm 3 \%$,
- de mesurer les paramètres temporels qui définissent la forme d'onde avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 10 \%$.

10.1.1 Stabilité du coefficient de conversion

Le ou les coefficients de conversion du dispositif de conversion et du système de transmission ne doivent pas varier de plus de $\pm 1 \%$ à l'intérieur des domaines de température et de distances de garde indiquées dans le Recueil de Caractéristiques.

Les instruments de mesure doivent satisfaire aux exigences de la CEI 790 ou de la CEI 1083-1.

10.1.2 Comportement dynamique

Le comportement dynamique d'un Système de Mesure est convenable si:

- le Coefficient de Conversion Affecté est constant à $\pm 1 \%$ pour tout le domaine de formes d'ondes de chocs indiqué dans le Recueil des Caractéristiques,
- l'incertitude globale sur les paramètres de temps mesurés par le système est inférieure ou égale à $\pm 10 \%$.

10.1.3 Connexion à l'objet en essai

Un Système de Mesure Approuvé doit être connecté directement aux bornes de l'objet en essai. Pour les mesures de chocs de manoeuvre, le Système de Mesure peut être interposé entre la source de tension et l'objet en essai contrairement au cas des chocs de foudre (voir 9.1.3). Les couplages entre les circuits de mesure et d'essai seront réduits au minimum.

10.2 Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions des essais de type peuvent être satisfaites par des essais exécutés sur un constituant de la même conception ou parfois à partir des données constructeur. Les essais de routine doivent être effectués sur chaque constituant. Voir article 5 pour les détails et 4.4.2 pour les exceptions.

Les constituants d'un Système de Mesure doivent se conformer aux prescriptions des essais de type et des essais de routine suivants:

Essais de type:

- effet de la température sur le dispositif de conversion et le système de transmission et leurs coefficients de conversion (5.6),
- stabilité à long terme (5.5),
- effet de proximité (si nécessaire) (5.7),
- essai de tenue diélectrique sous pluie ou sous pollution sur le dispositif de conversion (s'ils sont demandés) (5.9),
- essai de perturbations sur un système de transmission incluant des éléments actifs (6.4),
- comportement dynamique (5.8).

10 Measurement of switching impulse voltage

10.1 Requirements for an Approved Measuring System

The general requirements are:

- to measure the peak value of switching impulses with an overall uncertainty within $\pm 3\%$,
- to measure the time parameters which define the waveform with an overall uncertainty within $\pm 10\%$.

10.1.1 Stability of the scale factor

The scale factors of the converting device and the transmission system shall not vary by more than $\pm 1\%$ for the ranges of ambient temperature and clearances given in the Record of Performance.

The measuring instrument shall comply with IEC 790 or IEC 1083-1.

10.1.2 Dynamic behaviour

The dynamic behaviour of a Measuring System is adequate when:

- the scale factor is constant within $\pm 1\%$ over the range of impulse waveforms specified in the Record of Performance,
- the overall uncertainty of the measured time parameters is within $\pm 10\%$.

10.1.3 Connection to the test object

The Approved Measuring System shall be connected directly to the terminals of the test object. In contrast to measurements of Lightning Impulses (see 9.1.3), the Measuring System may be interposed between the voltage source and the test object. The coupling between the test and measuring circuits should be negligible.

10.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System

The requirements of the type tests can be met by tests on a unit of the same type or sometimes from manufacturer's data. Routine tests shall be performed on each unit. See clause 5 for details and 4.4.2 for exceptions.

The components of a Measuring System shall meet the requirements of the following type and routine tests:

Type tests:

- temperature effect on the converting device and the transmission system and on their scale factors (5.6),
- long-term stability (5.5),
- proximity effect (if required) (5.7),
- wet or polluted withstand test on the converting device (if required) (5.9),
- interference test on a transmission system with active elements (6.4),
- dynamic behaviour (5.8).

Essais de routine:

- détermination des coefficients de conversion (5.2),
- linéarité (5.3, autres méthodes 10.2.1),
- stabilité à court terme (5.4),
- essai de tenue diélectrique à sec sur le dispositif de conversion (5.9).

10.2.1 Prescriptions pour l'essai de linéarité et autres méthodes

L'essai de linéarité doit être réalisé selon 5.3 pour chacune des polarités pour lesquelles le système doit être approuvé et avec une seule forme d'onde.

Autres méthodes:

a) Comparaison avec un éclateur à sphères

Le Système de Mesure est vérifié par rapport à un éclateur à sphères utilisé selon 10.5. L'essai doit être effectué avec un réglage de l'écartement de l'intervalle correspondant aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de l'intervalle à peu près également répartis entre ces deux extrêmes. L'essai complet de linéarité doit être fait en un temps réduit de façon à ce que les corrections climatiques ne soient pas nécessaires. Si chacun des cinq rapports de la tension d'amorçage de l'intervalle à la grandeur de sortie du système soumis à l'essai ne diffère pas de plus de ± 1 % de leur valeur moyenne, le système en essai peut être considéré comme linéaire.

b) Essai spécifique aux dispositifs constitués de plusieurs unités haute tension

Pour un dispositif de conversion constitué de plusieurs unités haute tension, l'essai doit être réalisé en trois étapes:

- l'essais de type sur un dispositif de conversion complet de la même conception (équipé de ses électrodes) selon 5.3,
- le coefficient de conversion de chaque unité doit être mesuré aux cinq niveaux de tension selon 5.3 et ne doit pas varier de plus de ± 1 % sur le domaine de tensions,
- le dispositif de conversion doit être exempt d'effet couronne visible à la Tension Assignée pour la Mesure.

c) Comparaison avec la tension de charge du générateur de chocs

Le Système de Mesure doit être vérifié par rapport à la tension de charge du générateur de chocs. L'essai doit être effectué aux valeurs minimale et maximale du domaine de tension de fonctionnement et pour trois autres réglages de l'intervalle approximativement également répartis entre ces deux extrêmes. Si chacun des cinq rapports de la tension mesurée ne diffère pas de ± 1 % de leur valeur moyenne, le Système de Mesure peut être considéré comme linéaire.

NOTE – Dans cette méthode, il convient que les conditions de charge à l'instant de la mise a feu de générateur restent identiques.

Routine tests:

- determination of the scale factors (5.2),
- linearity test (5.3, additional alternative methods 10.2.1),
- short-term stability (5.4),
- dry withstand test on the converting device (5.9).

10.2.1 Linearity test: requirements and additional alternate methods

The linearity test shall be made according to 5.3 using each polarity for which the system is to be approved and switching impulses with a single waveform.

Additional alternative methods are:**a) Comparison with a sphere-gap**

The Measuring System shall be checked against a sphere-gap according to 10.5. The test shall be made with gap spacings corresponding to the minimum and maximum values of the operating voltage range of the system and at three equally-spaced gap settings between these extremes. The complete linearity test shall be made in a short time so that no atmospheric changes occur and hence no corrections need be applied. If each of the five ratios of the disruptive discharge voltage of the sphere-gap to the corresponding output of the system under test is within ± 1 % of their mean value then the system can be considered linear.

b) Method for multi-section converting devices

For a converting device consisting of several identical units a test consisting of the following three steps shall be made:

- a type test on an equivalent complete converting device (equipped with its electrodes) as specified in 5.3,
- measurement of the scale factor of each unit at the five voltages specified in 5.3. The scale factor of each unit shall not change over the voltage range by more than ± 1 %,
- the assembled converting device shall be free from visible corona at the Rated Measuring Voltage.

c) Comparison with charging voltage of the impulse generator

The Measuring System shall be checked against the charging voltage of the impulse generator. Tests shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of these five ratios of the measured voltage to the corresponding charging voltage is within ± 1 % of their mean value then the system can be considered linear.

NOTE - In this method the charging conditions at the instant of firing the impulse generator should be the same.

d) *Comparaison avec la tension de sortie d'une sonde de champ*

Le Système de Mesure doit être vérifié vis-à-vis d'une sonde de champs placée de façon à mesurer un champ proportionnel à la tension à mesurer. L'essai doit être effectué aux valeurs minimale et maximale du fonctionnement et pour trois autres réglages de la tension à peu près également répartis entre ces deux extrêmes. Si chacun des cinq rapports de la tension mesurée au champs électrique correspondant mesuré ne diffère pas de $\pm 1\%$ de leur valeur moyenne, le Système de Mesure est considéré comme linéaire.

10.3 *Essais de Détermination des Caractéristiques du Système de Mesure*

Les essais suivants doivent être réalisés:

- détermination du Coefficient de Conversion Affecté (10.3.1),
- comportement dynamique (10.3.1),
- essais de perturbations (6.4).

10.3.1 *Détermination du Coefficient de Conversion Affecté et de l'Epoque ou des époques Nominales (comportement dynamique)*

a) *Méthode de référence*

Le Coefficient de Conversion Affecté et le comportement dynamique doivent être déterminés par comparaison avec un Système de Mesure de Référence, en utilisant la procédure donnée en 6.2 a) et 6.3 a). L'Epoque Nominale doit être déterminée à l'aide de chocs avec deux formes d'onde différentes telles que:

- la durée jusqu'à la crête (ou la durée de front) la plus courte donne $t_{\min}$ (voir 3.6.1),
- la durée jusqu'à la crête (ou la durée de front) la plus longue donne $t_{\max}$ (voir 3.6.1),
- il convient que ces deux formes d'onde aient (approximativement) la plus longue des durées à mi-valeur (ou durées au-dessus de 90 % ou durées jusqu'à zéro) pour laquelle le système doit être approuvé.

Alternativement une des méthodes suivantes peut être utilisée:

b) *Une mesure comparative avec une seule forme d'onde de chocs complétée par la mesure de la réponse indicielle.*

Une mesure comparative à l'aide de chocs avec une seule forme d'onde doit être réalisée par rapport à un Système de Mesure de Référence selon 6.2 a) et 6.3 a). La durée jusqu'à la crête T_{Pcal} (ou durée de front $T_{1\text{cal}}$) sera choisie et la durée jusqu'à mi-valeur (ou durées au dessus de 90 % ou durées jusqu'à zéro) devra être la plus longue pour laquelle le Système de Mesure doit être approuvé.

De plus la réponse indicielle du Système de Mesure doit être mesurée selon 5.8.2. Le ou les Niveaux de Référence de l'Epoque ou des Epoque Nominales ne doivent pas différer de plus de $\pm 1\%$ du niveau de la réponse indicielle à $T_{1\text{cal}}$ ou s'il y a des oscillations superposées sur la réponse dans l'Epoque Nominale, on doit démontrer que le temps de stabilisation $t_s < t_{\min}$.

d) *Comparison with the output of an electric-field measuring instrument*

The Measuring System shall be checked against an electric-field measuring instrument which is so located that it measures a field proportional to the voltage being measured. The test shall be made at the minimum and maximum values of the operating voltage range and at three approximately equally spaced voltages between these extremes. If each of these five ratios of the measured voltage to the corresponding measured electric field is within $\pm 1\%$ of their mean value then the Measuring System is considered linear.

10.3 *Performance Test on Measuring Systems*

The following tests shall be made:

- determination of the Assigned Scale Factor (see 10.3.1),
- dynamic behaviour (see 10.3.1),
- interference test (see 6.4).

10.3.1 *Determination of the Assigned Scale Factor and Nominal Epoch(s) (dynamic behaviour)*

a) *Reference method*

The Assigned Scale Factor and dynamic behaviour of the Measuring System shall be determined by comparison with a Reference Measuring System using the procedure in 6.2 a) and 6.3 a). The Nominal Epoch shall be determined by using impulses with two different waveforms such that:

- the shorter time to peak (or front time) gives $t_{\min}$ (see 3.6.1),
- the longer time to peak (or front time) gives $t_{\max}$ (see 3.6.1),
- both these impulses should have the longest time to half-value (or time above 90 % or time to zero) (approximately) for which the Measuring System is to be approved.

Alternatively, one of the following tests may be used:

b) *Comparative measurement using impulses with a single waveform supplemented by a step response measurement*

A comparative measurement with a single waveform shall be made against a Reference Measuring System according to 6.2 a) and 6.3 a) using full impulses with a time to peak value T_{Pcal} (or front time $T_{1\text{cal}}$) and a time to half-value (or time above 90 % or time to zero) approximately equal to the longest time to half-value (or time above 90 % or time to zero) for which the Measuring System is to be approved.

In addition the step response of the Measuring System shall be recorded according to 5.8.2. The Reference Level(s) of the Nominal Epoch(s) for which the Measuring System is to be approved shall not differ from the value of the step response at T_{Pcal} (or $T_{1\text{cal}}$) by more than $\pm 1\%$. Alternatively, when there are high-frequency oscillations on the step response in the Nominal Epoch, then it is sufficient to show that the settling time t_s is less than $t_{\min}$.

La réponse indicielle ne doit pas changer de plus de 5 % entre $t_{\min}$ et $T_{2\max}$ où $T_{2\max}$ est le plus long temps à mi-valeur pour lequel le système doit être approuvé.

c) *Mesure des Coefficients de Conversion des constituants et détermination des paramètres de réponse à partir de la réponse indicielle.*

Le Coefficient de Conversion Affecté d'un Système de Mesure doit être déterminé selon 6.2 b). La plage des conditions de fonctionnement couvert par l'essai doit être donnée dans le Recueil de Caractéristique.

La réponse indicielle du Système de Mesure doit être enregistrée selon 5.8.2. Elle doit être constante à ± 1 % de $t_{\min}$ jusqu'à la Durée Equivalente T_E (voir 3.7.13) de la forme d'onde utilisée pour la mesure du Coefficient de Conversion Affecté. De plus, la réponse indicielle doit être constante à ± 1 % pour toute l'Epoque Nominale et ne doit pas changer de plus de 5 % pour le temps le plus long jusqu'à mi-valeur (ou durée au dessus de 90 % ou durée jusqu'à zéro) pour lequel le Système de Mesure doit être approuvé.

Le temps de stabilisation t_s doit être inférieur à 10 μ s.

d) *Mesure du Coefficient de Conversion Affecté avec une haute tension alternative complétée par la mesure de la réponse indicielle.*

Le coefficient de conversion du Système de Mesure devra être déterminé selon la procédure 6.2 a) en utilisant une tension alternative et la réponse indicielle du Système de Mesure doit être enregistrée selon 5.8.2. La réponse indicielle doit être stabilisée à ± 1 % et rester constante à ± 1 % de $t_{\min}$ à la durée équivalente T_E de la forme d'onde utilisée pour déterminer le Coefficient de Conversion.

Le temps de stabilisation t_s doit être inférieur à 10 μ s.

Quand la réponse indicielle est utilisée pour évaluer les caractéristiques du Système de Mesure, le Recueil de Caractéristiques doit contenir:

- l'enregistrement de la réponse indicielle, avec mention de O_1 et de la ligne horizontale correspondant à chaque Niveau de Référence,
- la valeur de t_s .

10.3.2 Enregistrement de Référence (optionnel)

En vue d'une utilisation pour les Essais de Contrôle des Caractéristiques, la réponse indicielle d'un Système de Mesure doit être déterminée selon la méthode de 5.8.2. Cet enregistrement doit être inclus dans le Recueil de Caractéristiques à titre d'Enregistrement de Référence («signature») en vue de détecter des variations dans le comportement dynamique lors d'Essais de Contrôle ultérieurs (voir 10.4.2).

10.3.3 Essai de perturbations

Un essai doit être réalisé selon 5.5.4.

The step response shall not change by more than 5 % for times up to the longest time to half-value (or time above 90 % or time to zero) for which the Measuring System is to be approved.

c) Measurement of the scale factors of the components and determination of the response parameters from the step response

The Assigned Scale Factor of the Measuring System shall be determined according to 6.2 b). The range of working conditions covered by the test shall be given in the Record of Performance.

The step response of the Measuring System shall be recorded according to 5.8.2. The step response shall be constant within ± 1 % from $t_{\min}$ up to the Equivalent Time T_E (see 3.7.13) of the waveform used for the measurement of the Assigned Scale Factor. In addition, the step response shall be constant within ± 1 % throughout the Nominal Epoch and not change by more than 5 % for times up to the longest time to half-value (or time above 90 % or time to zero) for which the Measuring System is to be approved.

The settling time t_s shall be less than 10 μ s.

d) Measurement of the Assigned Scale Factor with high alternating voltage supplemented with a step response measurement.

The scale factor of the Measuring System shall be determined using the procedure of 6.2 a) using a high alternating voltage and the step response of the Measuring System shall be measured according to 5.8.2. The step response shall settle to within ± 1 % and remain within ± 1 % from $t_{\min}$ up to the Equivalent Time T_E of the waveform used to determine the scale factor.

The settling time t_s shall be less than 10 μ s.

When the step response is used for assessing the characteristics of the Measuring System, the Record of Performance shall include:

- the record of the unit step response, with the indication of O_1 and the horizontal line corresponding to each Reference Level,
- the value of t_s .

10.3.2 Reference Record (optional)

When wanted for use in Performance Checks, the step response of the Measuring System shall be recorded using the method of 5.8.2. This shall be included in the Record of Performance for use as a Reference Record ("fingerprint") to permit detection of changes in the dynamic behaviour at subsequent Performance Checks (see 10.4.2).

10.3.3 Interference test

A test shall be made according to 5.5.4.

10.4 *Contrôle des caractéristiques*

10.4.1 *Contrôle du coefficient de conversion*

Le coefficient de conversion d'un Système de Mesure Approuvé peut être contrôlé par l'une des méthodes suivantes.

a) *Contrôle des coefficients de conversion de ses constituants*

Le ou les coefficients de conversion de chaque constituant doivent être contrôlés en utilisant des calibrateurs internes ou externes dont l'incertitude ne dépasse pas $\pm 1\%$. Si chaque coefficient de conversion ne diffère pas de sa valeur précédente de plus de 1% , le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme encore valide. Si une seule des différences est supérieure à 1% , le Coefficient de Conversion Affecté doit être déterminé à nouveau (voir le troisième alinéa de 4.2).

b) *Contrôle du coefficient de conversion du Système de Mesure*

Une comparaison est faite avec un autre Système de Mesure Approuvé (ou un Système de Mesure de Référence) avec la procédure du 6.2 a) ou avec un éclateur à sphères selon 10.5 (coefficient de conversion uniquement).

Si la différence entre les deux valeurs mesurées n'est pas supérieure à $\pm 3\%$ (5% pour un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI), le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme valide. Si cette différence est plus importante, le Coefficient de Conversion Affecté devra être déterminé à nouveau par un Essai de Détermination des Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

La valeur de chaque paramètre temporel ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ de la valeur correspondante mesurée par l'autre Système de Mesure. Pour toute différence supérieure à 10% , l'Epoque Nominale devra être déterminée par un Essai de Détermination des Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

10.4.2 *Contrôle du comportement dynamique*

Lors de chaque contrôle, la réponse indicielle sera mesurée de la même manière et pour le même circuit d'essai que celui utilisé pour obtenir l'Enregistrement de Référence (voir 10.3.2 et annexe C). La réponse indicielle devra être comparée avec celle obtenue lors des précédents contrôles. On peut s'attendre à de petites différences et le degré des variations acceptables devra être déterminé par l'analyse des précédents contrôles. Toute variation plus importante devra faire l'objet d'investigations plus larges et un Essai de Détermination des Caractéristiques devra alors être réalisé.

Sinon, le comportement dynamique peut être contrôlé par un essai de comparaison avec un autre Système de Mesure de Référence ou un autre Système de Mesure Approuvé à l'aide de la procédure de 6.3.

10.5 *Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI*

L'éclateur à sphères, irradié à l'aide d'un éclateur de type à air libre et utilisé suivant les modalités de la CEI 52, est un Dispositif de Mesure Approuvé par la CEI pour la mesure des valeurs crête des chocs de manoeuvres normalisés, avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 5\%$. L'irradiation provenant d'une lampe à ultra-violets n'est pas considérée comme suffisante.

La tension d'amorçage (valeurs à 50%) d'un éclateur à sphères pour les chocs de manoeuvre est prise égale à celle indiquée dans le tableau donné dans la CEI 52 et correspondant aux chocs de foudre de même polarité.

10.4 *Performance Check*

10.4.1 *Scale factor check*

The scale factor of an Approved Measuring System can be checked by one of the following methods.

a) *Checking the scale factors of the components*

The scale factor(s) of each component shall be checked using internal or external calibrators having uncertainties within ± 1 %. If the scale factors differ from their previous values by not more than ± 1 % the Assigned Scale Factor is taken as still valid. If any difference exceeds ± 1 % a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined (see third paragraph of 4.2).

b) *Check of the scale factor of the Measuring System*

A comparison is made with another Approved Measuring System (or Reference Measuring System) with the procedure of 6.2 a) or with a sphere gap according to 10.5 (scale factor only).

When the difference between the two measured peak values is not larger than 3 % (5 % when using the sphere gap), the Assigned Scale Factor is taken as still valid. If it is larger, then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

The value of each time parameter shall be within ± 10 % of the corresponding value measured by the other Measuring System. When any difference is larger than 10 % then the Nominal Epoch shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

10.4.2 *Dynamic behaviour check*

In each check the step response shall be recorded in the same manner and in the same circuit as was used to obtain the Reference Record (see 10.3.2 and annex C). The step response record shall be compared with those from previous checks. Small variations can be expected from check to check and the extent of acceptable differences shall be established by the early checks. Any large variations shall be investigated and a Performance Test shall then be made.

Alternatively the dynamic behaviour may be checked by comparison with another Approved Measuring System (or Reference Measuring System) using the procedure of 6.3.

10.5 *IEC Standard Measuring Device*

The sphere-gap irradiated with an open spark but otherwise according to IEC 52 is an IEC Standard Measuring Device for measuring the peak value of a standard switching impulse, with an uncertainty not exceeding ± 5 %. Irradiation from an ultraviolet lamp is not considered to be sufficient.

The disruptive discharge voltage (50 % values) of a sphere-gap for switching impulses is taken from the table for lightning impulses of the same polarity given in IEC 52.

11 Mesures de courants de choc

11.1 Prescriptions pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions générales sont:

- de mesurer la valeur crête avec une incertitude globale ne dépassant pas $\pm 3 \%$,
- mesurer les paramètres temporels (qui définissent la forme d'onde) avec une incertitude ne dépassant pas $\pm 10 \%$,
- de permettre la détection d'oscillations superposées au choc de courant.

NOTE – Lors des essais de tensions de chocs, la résolution et la reproductibilité de la forme d'onde du courant traversant l'objet en essai peut être de la plus haute importance. Dans ces conditions, les prescriptions sur les paramètres à mesurer devront être indiquées par le Comité Technique concerné.

11.1.1 Stabilité des coefficients de conversion

Les coefficients de conversion du dispositif de conversion et du système de transmission ne doivent pas varier de plus de $\pm 1 \%$ à l'intérieur du domaine de température indiqué dans le Recueil de Caractéristiques.

Les instruments de mesure doivent satisfaire aux exigences de la CEI 790 ou de la CEI 1083-1.

11.1.2 Comportement dynamique

Le comportement dynamique d'un Système de Mesure convient pour le domaine de formes d'onde spécifiées dans le Recueil de Performances si:

- le Coefficient de Conversion Affecté est constant à $\pm 1 \%$, pour chaque plage de formes d'onde,
- l'incertitude sur les paramètres temporels mesurés est inférieure ou égale à $\pm 10 \%$.

11.2 Essais de réception sur les constituants pour un Système de Mesure Approuvé

Les prescriptions des essais de type peuvent être satisfaites par des essais exécutés sur un constituant de la même conception ou parfois à partir des données constructeur. Les essais de routine doivent être effectués sur chaque constituant. Voir article 5 pour les détails et 4.4.2 pour les exceptions.

Les constituants d'un Système de Mesure doivent se conformer aux prescriptions des essais de type et des essais de routine suivants:

Essais de type:

- effet de la température sur le dispositif de conversion et le système de transmission et leur Coefficient de Conversion (5.6),
- stabilité à long terme (5.5),
- effet de proximité (si nécessaire) (5.7),
- essai de tenue diélectrique sous pluie ou sous pollution sur le dispositif de conversion (s'ils sont demandés) (5.9),
- essai de perturbations sur un système de transmission incluant des éléments actifs (6.4),
- comportement dynamique (5.8).

11 Measurement of impulse current

11.1 Requirements for an Approved Measuring System

The general requirements are:

- to measure the peak value with an overall uncertainty within $\pm 3\%$,
- to measure the time parameters (which define the waveform) with an overall uncertainty within $\pm 10\%$,
- to permit the detection of oscillations superimposed on a current impulse.

NOTE – In impulse voltage tests the resolution and reproducibility of the shape of the current through the test object may be of high importance. In these cases the requirements on the parameters to be measured should be stated by the relevant Technical Committee.

11.1.1 Stability of the scale factors

The scale factors of the converting device and the transmission system shall not vary by more than $\pm 1\%$ for the range of ambient temperature given in the Record of Performance.

Measuring instruments shall meet the requirements of IEC 790 or IEC 1083-1.

11.1.2 Dynamic behaviour

The dynamic behaviour of a Measuring System is adequate for its range of waveforms specified in the Record of Performance when:

- the scale factor is constant within $\pm 1\%$ over each range of waveforms,
- the uncertainty of the measured time parameters is within $\pm 10\%$.

11.2 Acceptance tests on components for an Approved Measuring System

The requirements of the type tests can be met by tests on a unit of the same type or sometimes from manufacturer's data. Routine tests shall be performed on each unit. See clause 5 for details and 4.4.2 for exceptions.

The components of a Measuring System shall meet the requirements of the following type and routine tests:

Type tests:

- temperature effect on the converting device and the transmission system and on their scale factors (5.6),
- long-term stability (5.5),
- proximity effect (if required) (5.7),
- wet or polluted withstand test on the converting device (if required) (5.9),
- interference test on a transmission system with active elements (6.4),
- dynamic behaviour (5.8).

Essais de routine:

- détermination des coefficients de conversion (5.2),
- linéarité (5.3, autres méthodes alternatives 11.2.1),
- stabilité à court terme (5.4),
- essai de tenue diélectrique à sec sur le dispositif de conversion (5.9).

11.2.1 Prescriptions pour l'essai de linéarité et autres méthodes alternatives

Les essais de linéarité doivent être réalisés selon 5.3 à l'aide d'une seule forme d'onde.

Autres méthodes alternatives

Les courants de choc traversant le shunt élèvent la température de son élément résistif, ce qui peut modifier de façon significative son coefficient de conversion. L'ampleur de cet effet et sa dépendance du courant peuvent être établies par le calcul si le coefficient de température de l'élément résistif est connu (voir annexe D).

11.3 Essais de Détermination des Caractéristiques

Les essais suivants doivent être réalisés:

- détermination du Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure (11.3.1),
- comportement dynamique (11.3.1),
- essais de perturbations (6.4).

11.3.1 Détermination du Coefficient de Conversion Affecté et de l'Epoque ou des Epoques Nominales (comportement dynamique)

a) Méthode de référence pour les shunts ayant une réponse indicielle monotone.

Pour les shunts dont la réponse est monotone, le coefficient de conversion est déterminé par la mesure de la résistance en courant continu à l'aide d'un pont de précision et la réponse indicielle est enregistrée selon 5.8.2. Le shunt est adéquat quand la réponse est essentiellement monotone (c'est-à-dire avec un dépassement inférieur à 5 % et des oscillations inférieures à 1 %) et quand le temps de réponse expérimental $T_N (\approx T_\alpha)$ est inférieur à $0,2 T_1$.

NOTE - T_1 est la durée de front du choc de courant pour lequel l'approbation du système de mesure incluant le shunt est recherchée.

b) Méthode de référence pour les autres dispositifs de conversion

Le Coefficient de Conversion Affecté et le comportement dynamique du Système de Mesure doivent être déterminés à l'aide de la procédure donnée en 6.2 a) et 6.3 a). L'Epoque Nominale doit être déterminée à l'aide de deux formes d'onde de choc différentes telles que:

- la durée de front la plus courte donne $t_{\min}$ (voir 3.6.1),
- la durée de front la plus longue donne $t_{\max}$ (voir 3.6.1),
- il convient que ces formes d'ondes aient toutes deux la durée jusqu'à mi-valeur la plus longue (approximativement) pour laquelle le Système de Mesure doit être approuvé.

Routine tests:

- determination of the scale factors (5.2),
- linearity test (5.3, additional alternative methods 11.2.1),
- short-term stability (5.4),
- dry withstand test on the converting device (5.9).

11.2.1 *Linearity test: requirements and additional alternative method*

The linearity test shall be made according to 5.3 using a current impulse with a single waveform.

Additional alternative method

The impulse currents carried by a shunt raise the temperature of its resistance element and this can alter its scale factor significantly. The extent of this effect and its dependence on current can be established by calculation if the temperature coefficient of the resistance element is known (see annex D).

11.3 *Performance Test on Measuring Systems*

The following tests shall be performed:

- determination of the Assigned Scale Factor (11.3.1),
- dynamic behaviour (11.3.1),
- interference test (6.4).

11.3.1 *Determination of the Assigned Scale Factor and Nominal Epoch(s) (dynamic behaviour)*

a) *Reference method for shunts with monotonic step response*

For shunts with monotonic step response, the scale factor is determined by the measurement of the resistance to direct voltage using a calibrated bridge and the step response is recorded according to 5.8.2. When the step response is essentially monotonic (i.e. overshoot less than 5 % and oscillations less than 1 %) and the experimental response time $T_N (= T_\alpha)$ is less than $0,2 \cdot T_1$ then the shunt is adequate.

NOTE – T_1 is the front time of the current impulse for which approval of the Measuring System, based on the shunt, is sought.

b) *Reference method for other converting devices*

The Assigned Scale Factor and dynamic behaviour of the Measuring System shall be determined according to 6.2 a) and 6.3 a). The Nominal Epoch shall be determined by using impulses with two different waveforms such that:

- the shorter front time gives $t_{\min}$ (see 3.6.1),
- the longer front time gives $t_{\max}$ (see 3.6.1),
- both these waveforms should have the longest time to half-value (approximately) for which the Measuring System is to be approved.

Sinon, les méthodes d'essais alternatives suivantes peuvent être utilisées:

c) Mesure des Coefficients de conversion des constituants et détermination des paramètres de réponse à partir de la réponse indicielle

Le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure doit être déterminé à l'aide de la procédure donnée en 6.2 b).

La réponse indicielle du Système de Mesure doit être enregistrée selon 5.8.2. Elle doit être constante à ± 1 % de $t_{\min}$ à la Durée Equivalente T_E (voir 3.7.13) de la forme d'onde utilisée pour la mesure du Coefficient de Conversion Affecté.

La réponse indicielle doit être constante à ± 1 % pour l'Epoque Nominale.

Sinon, si elle comporte des oscillations à haute fréquence, il suffit de montrer que le temps de stabilisation t_s est inférieur à $t_{\min}$.

De plus, la réponse indicielle ne doit pas différer du niveau de référence de plus de 5 % pour la durée jusqu'à mi-valeur la plus longue pour laquelle l'approbation est recherchée.

Pour la mesure d'un choc de courant normalisé de temps de front T_1 , il convient que le dépassement β et le premier temps de réponse partiel T_α soient tels que β et T_α/T_1 soient situés dans la zone grise de la figure 4.

Quand la réponse indicielle est utilisée pour évaluer les caractéristiques du Système de Mesure, le Recueil de Caractéristiques doit comprendre:

- l'enregistrement de la réponse indicielle, avec mention de O_1 et de la ligne horizontale correspondant à chaque Niveau de Référence,
- les valeurs de T_α , T_N , t_s et β .

11.3.2 Enregistrement de Référence (optionnel)

Pour utilisation lors de Contrôles de Caractéristiques, la réponse indicielle d'un Système de Mesure doit être enregistrée selon la méthode de 5.8.2. Elle doit être incluse dans le Recueil de Caractéristiques comme Enregistrement de Référence («Signature») pour permettre la détection de variations du comportement dynamique lors de Contrôles de Caractéristiques ultérieurs (voir 11.4.2).

11.4 Contrôle des caractéristiques

11.4.1 Contrôle du coefficient de conversion

Le coefficient de conversion d'un Système de Mesure Approuvé peut être contrôlé par l'une des méthodes suivantes.

a) Contrôle des coefficients de conversion de ses constituants

Le ou les coefficients de conversion de chaque constituant peuvent être contrôlés en utilisant des calibrateurs internes ou externes dont l'incertitude ne dépasse pas ± 1 %. Si chaque coefficient de conversion ne diffère pas de sa valeur précédente de plus de ± 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté du Système de Mesure est considéré comme encore valide. Si une seule des différences est supérieure à 1 %, le Coefficient de Conversion Affecté doit être déterminé à nouveau par un Essai de Détermination des Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

Alternatively, the following test may be used:

c) Measurement of the scale factors of the components and determination of the response parameters from the step response

The Assigned Scale Factor of the Measuring System shall be determined using the procedure given in 6.2 b).

The step response of the Measuring System shall be recorded according to 5.8.2. The step response shall be constant within ± 1 % from $t_{\min}$ up to the Equivalent Time T_E (see 3.7.13) of the waveform used for the measurement of the Assigned Scale Factor.

The step response shall be constant within ± 1 % for the Nominal Epoch.

Alternatively, if there are high-frequency oscillations on the step response, it is sufficient to show that the settling time t_s is less than $t_{\min}$.

In addition, the step response shall not deviate from the Reference Level by more than 5 % for the longest time to half-value for which approval is sought.

When measuring a standard impulse current with front time T_1 , the overshoot β and the first partial response time T_α should be such that β and T_α/T_1 are within the shaded area of figure 4.

When the step response is used for assessing the characteristics of the Measuring System, the Record of Performance shall include:

- the record of the unit step response, with the indication of O_1 and the horizontal line corresponding to each Reference Level,
- the values of T_α , T_N , t_s and β .

11.3.2 Reference Record (optional)

When wanted for use in Performance Checks, the step response of the Measuring System shall be recorded using the method of 5.8.2. This shall be included in the Record of Performance for use as a Reference Record ("fingerprint") to permit detection of changes in the dynamic behaviour at subsequent Performance Checks (see 11.4.2).

11.4 Performance Check

11.4.1 Scale factor check

The scale factor of an Approved Measuring System can be checked by one of the following methods.

a) Check of the scale factors of its components

The scale factor(s) of each component can be checked using internal or external calibrators having an uncertainty not exceeding ± 1 %. If the scale factors differ from their previous values by not more than ± 1 %, the Assigned Scale Factor of the Measuring System is taken as still valid. If any difference exceeds ± 1 % then a new value of the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

b) Contrôle du coefficient de conversion du Système de Mesure.

Une comparaison est faite avec un autre Système de Mesure Approuvé avec la procédure de 6.2 a). Si la différence entre les deux valeurs mesurées n'est pas supérieure à $\pm 3 \%$, le Coefficient de Conversion Affecté est considéré comme valide. Si cette différence est plus importante, le Coefficient de Conversion Affecté devra être déterminé à nouveau par un Essai de Détermination des Caractéristiques (voir le troisième alinéa de 4.2).

11.4.2 Contrôle du comportement dynamique

Lors de chaque contrôle, la réponse indicielle sera mesurée de la même manière et pour le même circuit d'essai que celui utilisé pour obtenir l'Enregistrement de Référence (voir 11.3.2). La réponse indicielle devra être comparée avec celle obtenue lors des précédents contrôles. On peut s'attendre à de petites différences et le degré des variations acceptables devra être déterminé par l'analyse des précédents contrôles. Toute variation plus importante devra faire l'objet d'investigations plus étendues et un Essai de Détermination des Caractéristiques doit alors être réalisé à nouveau.

Sinon, le comportement dynamique peut être vérifié par un essai de comparaison avec un autre Système de Mesure Approuvé (ou un Système de Mesure de Référence) selon la méthode de 6.3.

b) *Check of the scale factor of the Measuring System.*

A comparison is made with another Approved Measuring System with the procedure of 6.2 a). When the difference between the two measured values is not larger than $\pm 3\%$, the Assigned Scale Factor is taken as still valid. If it is larger, then the Assigned Scale Factor shall be determined in a Performance Test (see third paragraph of 4.2).

11.4.2 *Dynamic behaviour check*

In each check the step response shall be recorded in the same manner and in the same circuit as were used to obtain the Reference Record (see 11.3.2). The step response record shall be compared with those from previous checks. Small variations can be expected from check to check and the extent of acceptable variations shall be established by the early checks. Any large difference shall be investigated and a Performance Test shall then be made.

Alternatively the dynamic behaviour may be checked by comparison with another Approved Measuring System (or Reference Measuring System) using the procedure of 6.3.

12 Les Systèmes de Mesure de Référence

12.1 Prescriptions pour les Systèmes de Mesure de Référence

12.1.1 Tension continue

Un Système de Mesure de Référence pour tension continue doit avoir une incertitude globale au plus égale à ± 1 % pour son domaine d'utilisation. L'incertitude ne doit pas être influencée par un taux d'ondulation jusqu'à 3 %.

12.1.2 Tension alternative

Un Système de Mesure de Référence pour tension alternative doit avoir une incertitude globale au plus égale à ± 1 % pour son domaine d'utilisation.

12.1.3 Chocs de foudre pleins, coupés sur la queue et de manoeuvre

Un Système de Mesure de Référence pour chocs pleins, coupés sur la queue et de manoeuvre doit avoir une incertitude globale au plus égale à ± 1 % pour les valeurs crêtes, ± 5 % pour les paramètres de temps pour le domaine d'utilisation; de plus les oscillations et/ou le dépassement doivent être enregistrés de manière adéquate (voir CEI 60-1).

12.1.4 Chocs de foudre coupés sur le front

Un Système de Mesure de Référence pour chocs de foudre coupés sur le front doit avoir une incertitude globale au plus égale à ± 3 % pour les valeurs crêtes et ± 5 % pour les paramètres de temps.

12.1.5 Chocs de courant

Un Système de Mesure de Référence pour chocs de courant doit avoir une incertitude globale au plus égale à ± 1 % pour les valeurs crêtes et ± 5 % pour les paramètres de temps pour le domaine d'utilisation.

12.2 Etalonnage d'un Système de Mesure de Référence

La conformité d'un Système de Mesure de Référence avec les prescriptions afférentes données en 12.1 de cette partie de la CEI 60 doit être démontrée par l'essai de 12.2.1. Sinon l'essai de 12.2.2 peut être utilisé.

12.2.1 Méthode de référence: mesure comparative

La conformité des caractéristiques sera démontrée par des mesures comparatives à haute tension ou à haut courant par rapport à un Système de Mesure de Référence raccordable par comparaisons nationales ou internationales.

Le coefficient de conversion d'un Système de Mesure de Référence devra être établi avec une incertitude au plus égale à $\pm 0,5$ %.

12 Reference Measuring Systems

12.1 Requirements for Reference Measuring Systems

12.1.1 Direct voltage

A Reference Measuring System for direct voltage shall have an overall uncertainty within ± 1 % in its range of use. The accuracy shall not be influenced by a ripple factor up to 3 %.

12.1.2 Alternating voltage

A Reference Measuring System for alternating voltage shall have an overall uncertainty within ± 1 % in its range of use.

12.1.3 Full and tail-chopped lightning and switching impulse voltages

A Reference Measuring System for full and tail-chopped impulse voltages shall have an overall uncertainty within ± 1 % for the peak values of full impulses, ± 5 % for the time parameters in its range of use, and oscillations and/or overshoot shall be recorded adequately (see IEC 60-1).

12.1.4 Front-chopped lightning impulses

A Reference Measuring System for front-chopped impulses shall have an overall uncertainty within ± 3 % for peak values and within ± 5 % for time parameters.

12.1.5 Impulse current

A Reference Measuring System for impulse currents shall have an overall uncertainty within ± 1 % for the peak value and ± 5 % for the time parameters in its range of use.

12.2 Calibration of a Reference Measuring System

The compliance of a Reference Measuring System with the relevant requirements given in 12.1 of this part of IEC 60 shall be shown by the test of 12.2.1. Alternatively the test of 12.2.2 may be used.

12.2.1 Reference method: comparative measurement

The satisfactory performance of a Reference Measuring System shall be shown by comparative measurements at high voltage or high current against a Reference Measuring System which is itself traceable through national or international comparisons.

The scale factor of a Reference Measuring System shall be established with an uncertainty within $\pm 0,5$ %.

12.2.2 Méthode alternative: Mesure du coefficient de conversion et évaluation des paramètres de la réponse

Le coefficient de conversion d'un Système de Mesure de Référence doit être établi avec une incertitude au plus égale à $\pm 0,5 \%$ selon 6.2 b). Il convient que les paramètres de la réponse satisfassent aux prescriptions suivantes:

Paramètres	Prescriptions pour			
	Chocs de foudre pleins et coupés sur queue	Chocs de foudre coupés sur front	Chocs de manoeuvre	Chocs de courant
Temps de réponse expérimental T_N	$\leq 15 \text{ ns}$	$\leq 10 \text{ ns}$	—	—
Temps de stabilisation t_s	$\leq 200 \text{ ns}$	$\leq 150 \text{ ns}$	$\leq 10 \mu\text{s}$	—
Temps de réponse partiel T_α	$\leq 30 \text{ ns}$	$\leq 20 \text{ ns}$	—	$0,1 T_1$
Temps de distorsion initial T_o		$\leq 2,5 \text{ ns}$	—	—

12.3 Intervalle entre les Etalonnages successifs des Systèmes de Mesure de Référence

En l'absence de preuves contraires, les Etalonnages seront répétés au moins une fois tous les cinq ans.

Il est recommandé de n'utiliser le Système de Mesure de Référence que pour les mesures comparatives des Essais de Détermination des Caractéristiques. Toutefois, des Systèmes de Mesure de Référence peuvent être utilisés pour d'autres mesures, y compris un usage de routine quotidien, s'il est montré qu'un tel usage n'affecte pas leurs caractéristiques. (Les Contrôles des Caractéristiques prescrits dans cette norme suffisent à le vérifier.) De plus, le remplacement d'un instrument indicateur ou enregistreur de même type et qui satisfait aux prescriptions de la norme CEI afférente sera accepté.

12.2.2 *Alternative method: Measurement of scale factor and evaluation of response parameters*

The scale factor of a Reference Measuring System shall be established within an uncertainty of $\pm 0,5$ % according to the procedure given in 6.2 b). The response parameters should satisfy the following requirements:

Parameters	Requirements for			
	Full and tail-chopped lightning impulses	Front-chopped lightning impulses	Switching impulses	Current impulses
Experimental response time T_N	≤ 15 ns	≤ 10 ns	—	—
Settling time t_s	≤ 200 ns	≤ 150 ns	≤ 10 μ s	—
Partial response time T_α	≤ 30 ns	≤ 20 ns	—	$0,1 T_1$
Initial distortion time T_o		$\leq 2,5$ ns	—	—

12.3 *Interval between successive Certifications of Reference Measuring Systems*

In the absence of evidence to the contrary, the Certification shall be repeated at least once every five years.

It is recommended that Reference Measuring Systems are used only for comparative measurements in Performance Tests. However, Reference Measuring Systems may be used for other measurements, including routine daily use, if it is shown that such use does not affect their performance. (The Performance Checks specified in this International Standard are sufficient to verify this.) In addition, the substitution of an equivalent indicating or recording instrument, which satisfies the relevant IEC standard, shall be accepted.

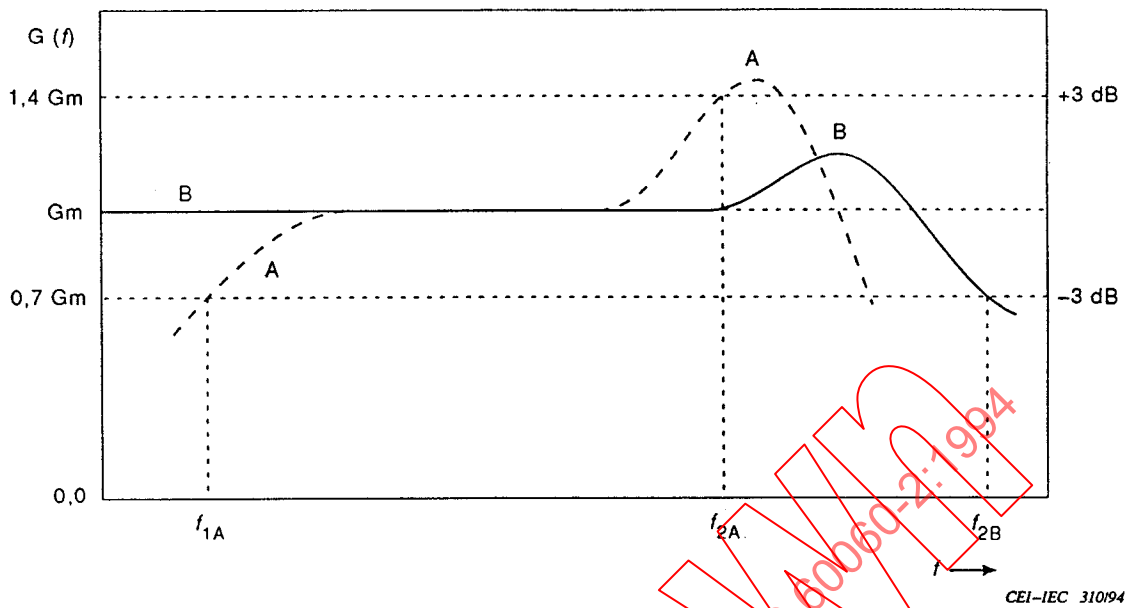


Figure 1 – Exemples de fréquences limites pour la fonction de transfert.
Les fréquences limites haute et basse sont illustrées par la courbe A.
La courbe B montre une fonction de transfert s'étendant jusqu'au continu
Examples of limit frequencies for an amplitude/frequency response.
Upper and lower limit frequencies are shown for curve A.
Curve B shows a constant response down to direct voltage.

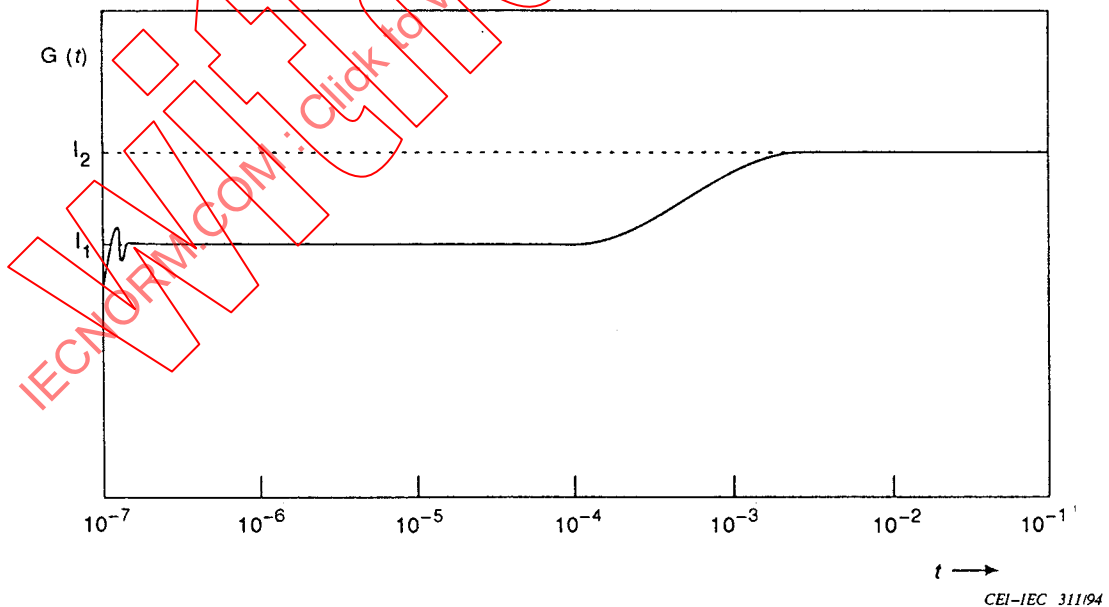


Figure 2 – Réponse indicielle montrant deux Niveaux de Référence
Step Response showing two Reference Levels

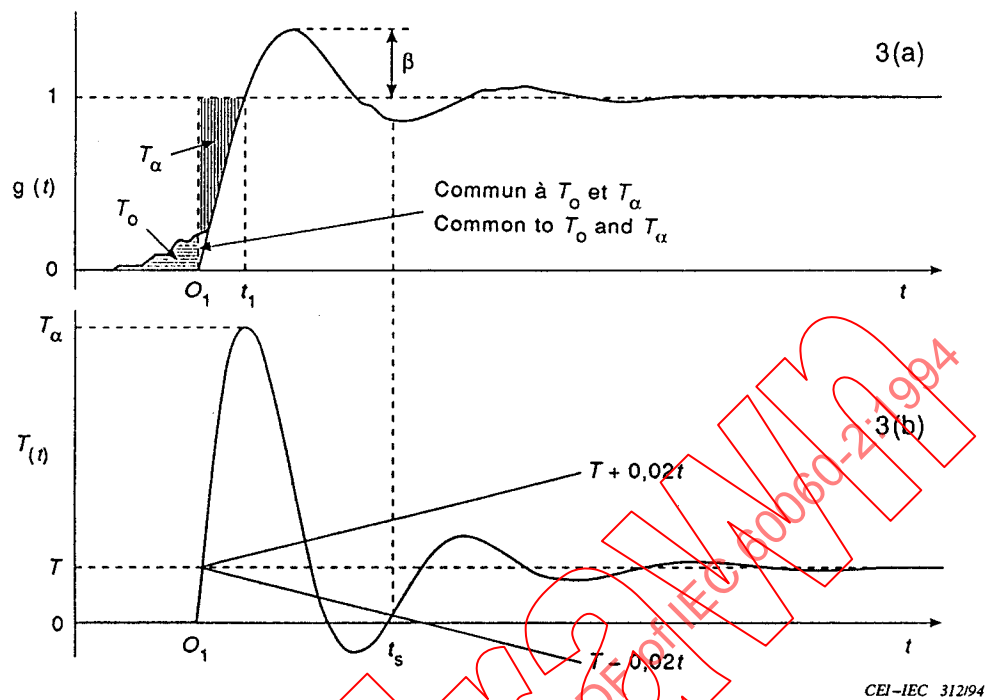
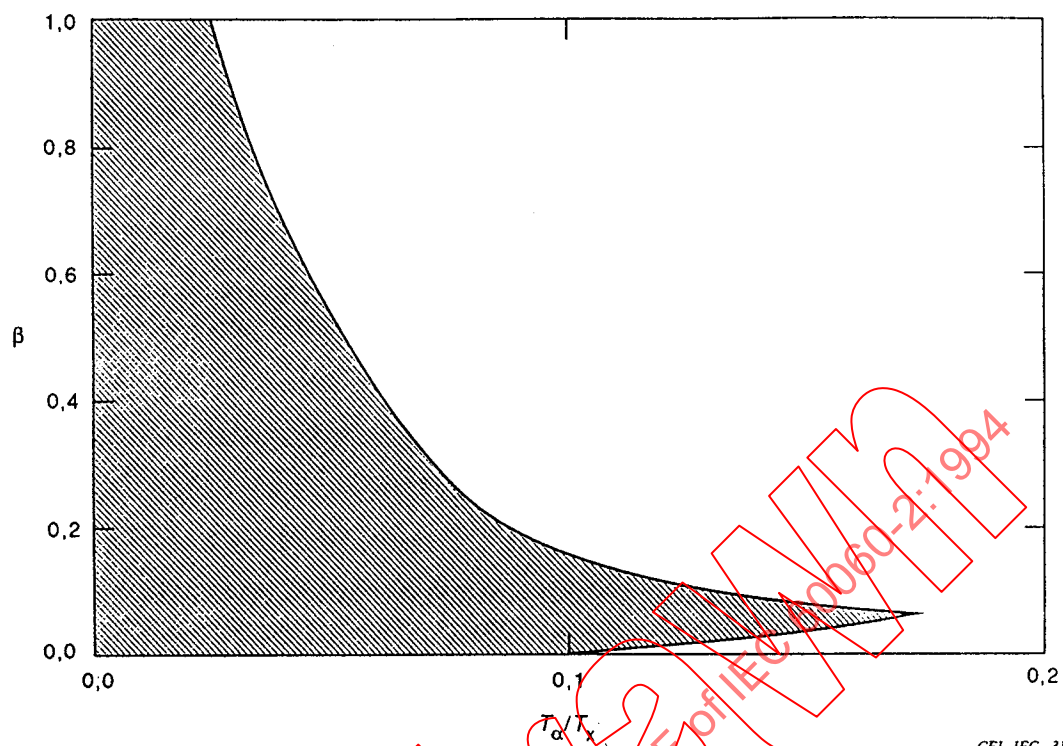


Figure 3a – Définition des paramètres de la réponse indicielle $g(t)$

Figure 3b – Définition des paramètres de l'intégrale de la réponse indicielle $T(t)$.

Figure 3a – Definition of Response Parameters with respect to $g(t)$

Figure 3b – Definition of Response Parameters with respect to $T(t)$



CEI-IEC 313/94

Figure 4 – Limites sur β et T pour mesurer T_x
Limits on β and T to measure T_x

– Page blanche –

– Blank page –

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60060-2:1994

Annexe A (normative)

Systèmes d'Accréditation

A.1 Systèmes nationaux d'accréditation

Si des pays ayant des systèmes d'accréditation nationaux choisissent de les utiliser pour la mise en application de cette Norme Internationale, les prescriptions suivantes s'appliquent:

A.1.1 Classification des laboratoires accrédités

Deux catégories de laboratoires accrédités sont susceptibles d'être reconnus, conformément au guide ISO/CEI 25:

- a) *Laboratoires accrédités de métrologie* ayant les Systèmes de Mesure de Référence et le degré d'expertise nécessaires pour étalonner les Systèmes de Mesure de Référence ou les Systèmes de Mesure Approuvés dans ou pour d'autres laboratoires.
- b) *Laboratoires accrédités d'essais* ayant les Systèmes de Mesure Approuvés et le degré d'expertise nécessaires pour réaliser des mesures en accord avec les prescriptions de cette Norme Internationale.

A.1.2 Prescriptions pour les laboratoires accrédités de métrologie

Les systèmes d'accréditation imposent que les laboratoires accrédités de métrologie utilisent des appareils dont l'étalonnage est raccordable aux étalons de mesure nationaux et dont la conformité avec cette prescription doit être certifiée.

A.1.3 Accréditation pour Essais de Détermination des Caractéristiques

De façon à satisfaire aux prescriptions de cette Norme Internationale, le premier Essai de Détermination des Caractéristiques sur le Système de Mesure pour lequel l'approbation est recherchée devra être réalisé sous le contrôle d'un laboratoire accrédité de métrologie.

NOTE - La dimension et la sensibilité de certains Systèmes de Mesure de Haute Tension à leur environnement peut imposer de réaliser les Essais de Détermination des Caractéristiques dans les conditions d'utilisation et dans le Laboratoire de l'utilisateur.

Un organisme national d'accréditation peut autoriser un laboratoire accrédité d'essais à réaliser les Essais de Détermination des Caractéristiques de son propre Système de mesure suivants.

Dans les pays sans système d'accréditation mais qui en envisagent la création dans le futur, on suggère que les laboratoires soient accrédités de façon provisoire.

Annex A (normative)

Accreditation Systems

A.1 National accreditation systems

When countries having national accreditation systems choose to use them for the implementation of this International Standard, the following requirements apply:

A.1.1 Classification of accredited laboratories

Two classes of accredited laboratories can be recognized, according to ISO/IEC Guide 25:

- a) *Accredited calibration laboratories* possessing the necessary Reference Measuring Systems and expertise to calibrate other Reference Measuring Systems and Approved Measuring Systems in or for other laboratories.
- b) *Accredited testing laboratories* possessing Approved Measuring Systems and expertise to perform measurements in accordance with the requirements of this International Standard.

A.1.2 Requirements for accredited calibration laboratories

The accreditation systems shall require that accredited calibration laboratories use measuring apparatus having calibrations traceable to national measurement standards and compliance with this requirement shall be certified.

A.1.3 Accreditation for Performance Tests

For complying with the requirements of this International Standard, the first Performance Test on a Measuring System for which approval is sought shall be made under the supervision of an accredited calibration laboratory.

NOTE – The size and sensitivity of some high-voltage Measuring Systems to their environments will require that Performance Tests be carried out under operating conditions and in the user's laboratory.

A national accrediting body may authorize an accredited testing laboratory to carry out successive Performance Tests on its own Measuring System.

In countries without an accreditation system but which plan to have one in the future, it is suggested that laboratories should be accredited on an interim basis.

A.2 Bibliographie

A.2.1 Documents ISO/CEI relatifs à l'accréditation

Guide ISO/CEI 2: 1991, *Termes généraux et leurs définitions concernant la normalisation et les activités connexes*

Guide ISO/CEI 16: 1978, *Recueil de principes régissant les systèmes de certification par une tierce partie et normes connexes*

Guide ISO/CEI 23: 1982, *Modes d'indication de la conformité aux normes dans les systèmes de certification par une tierce partie*

Guide ISO/CEI 25: 1990, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais*

Guide ISO/CEI 39: 1988, *Prescriptions générales pour l'acceptation des organismes de contrôle*

Guide ISO/CEI 40: 1983, *Prescriptions générales pour l'acceptation des organismes de certification*

Guide ISO/CEI 42: 1984, *Lignes directrices pour l'approche pas à pas d'un système international de certification*

Guide ISO/CEI 43: 1984, *Développement et mise en oeuvre des essais d'aptitude de laboratoires*

Guide ISO/CEI 44: 1985, *Règles générales pour des systèmes internationaux ISO ou CEI de certification des produits par tierce partie*

Guide ISO/CEI 45: 1985, *Lignes directrices pour la présentation des résultats d'essais*

Guide ISO/CEI 58: 1993, *Systèmes d'accréditation de laboratoires d'essais et d'étalonnages – Prescriptions générales pour la gestion et la reconnaissance*

A.2.2 Information sur les systèmes accrédités déjà réalisés ou en cours de réalisation dans plusieurs pays

Répertoire International des Organisations d'Essais et des Systèmes d'Agrément de Laboratoires d'Essais, troisième édition, 1985. Conférence Internationale sur l'Agrément des Laboratoires d'Essais, Organisation Internationale de Normalisation (ISO), Genève, Suisse.

A.2.3 Références générales

Locke J.W., "Measurement Assurance and Accreditation", *Proc. IEEE*, Vol. 74, n° 1, Janvier 1986, pp 21-23.

A.2 Bibliography

A.2.1 ISO/IEC Documents on Accreditation

ISO/IEC Guide 2: 1991, *General terms and their definitions concerning standardization and related activities*

ISO/IEC Guide 16: 1978, *Code of principles on third-party certification systems and related standards*

ISO/IEC Guide 23: 1982, *Methods of indicating conformity with standards for third-party certification systems*

ISO/IEC Guide 25: 1990, *General requirements for the competence of calibration testing laboratories*

ISO/IEC Guide 39: 1988, *General requirements for the acceptance of inspection bodies*

ISO/IEC Guide 40: 1983, *General requirements for the acceptance of certification bodies*

ISO/IEC Guide 42: 1984, *Guidelines for a step-by-step approach to an international certification system*

ISO/IEC Guide 43: 1984, *Development and operation of laboratory proficiency testing*

ISO/IEC Guide 44: 1985, *General rules for ISO or IEC international third-party certification schemes for products*

ISO/IEC Guide 45: 1985, *Guidelines for the presentation of test results*

ISO/IEC Guide 58: 1993, *Calibration and testing laboratory accreditation systems – General requirements for operation and recognition*

A.2.2 Information on Accreditation Systems already established, or being established in various countries.

International Directory of Laboratory Accreditation Systems and other schemes for assessment of testing laboratories, third edition, 1985. International Laboratory Accreditation Conference, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

A.2.3 General reference

Locke J.W., "Measurement Assurance and Accreditation", *Proc. IEEE*, Vol. 74, No. 1, January 1986, pp 21-23.

Annexe B (informative)

Structure d'un Recueil de Caractéristiques

L'organisation générale du Recueil de Caractéristiques est donnée en 4.4.3, la structure complète du Recueil de Caractéristiques recommandé est détaillée de B.1 à B.6, et une configuration à minima est indiquée en B.7.

B.1 Structure générale

La structure détaillée du Recueil de Caractéristiques est donnée ci-dessous

Chapitre A1:	Description générale du système
Chapitre B:	Résultats des essais de réception sur les constituants
Chapitre C:	Résultats des essais de routine sur les constituants
Chapitre D1:	Résultats des premiers essais de Détermination des Caractéristiques sur le Système de Mesure
Chapitre E1:	Résultats des premiers essais de Contrôle des Caractéristiques
Chapitre E2 à EM:	Résultats des 2 ^{ième} à M ^{ième} essais de Contrôle des Caractéristiques
Chapitre D2:	Résultats du 2 ^{ième} essai de Détermination des Caractéristiques
Chapitre E(M+1) à EN:	Résultats du (M+1) ^{ième} à N ^{ième} essai de Contrôle des Caractéristiques
Chapitre A2:	Description du système après le premier changement significatif, etc.

Les documents fournis par le constructeur ou d'autres devront être annexés au Recueil de Caractéristiques et clairement référencés dans le chapitre approprié.

B.2 Description générale du système (Chapitre A)

La description du système devra inclure toutes les informations qui sont nécessaires pour son identification. Il inclura les détails de B.2.1 à B.2.9.

B.2.1 Caractéristiques du Système de Mesure

Pour les systèmes de mesure de tension: type du diviseur de tension (constitué de résistances, capacités ou combinaison des deux), transformateurs, impédance haute tension, arrangement de la sonde de champ, etc.

Pour les systèmes de mesure de courant: type de shunt, transformateur de courant, etc.

Types de tension ou de courants qui peuvent être mesurés par le système (c'est-à-dire tension alternative, choc de foudre normalisé, etc.) et les domaines de mesure correspondants, spécifiés par leurs valeurs maximales et minimales.

Annex B

(informative)

Structure of a Record of Performance

An outline of the Record of Performance is given in 4.4.3, the full format of the recommended Record of Performance is given in B.1 to B.6. and a minimal form is given in B.7.

B.1 General structure

The detailed structure of a Record of Performance is

Chapter A1:	General description of the system
Chapter B:	Results of acceptance tests on components
Chapter C:	Results of routine tests on components
Chapter D1:	Results of first Performance Test on the Measuring System
Chapter E1:	Results of first Performance Check
Chapter E2 to EM:	Results of the 2nd to Mth Performance Check
Chapter D2:	Results of second Performance Test
Chapter E(M+1) to EN:	Results of the (M+1) th to Nth Performance Check
Chapter A2:	Description of the system after a significant change, etc.

Documents issued by a manufacturer or others shall be annexed to the Record of Performance and clearly referred to in the appropriate chapter.

B.2 General description of the system (Chapter A)

The description of a system shall include all the information that is necessary for its identification. It should include the items in B.2.1 to B.2.9.

B.2.1 Characteristics of the Measuring System

For voltage Measuring Systems: type of voltage divider (composed of resistors, capacitors or combination of these), transformer, high-voltage impedance, field-probe arrangement, etc.

For current Measuring Systems: type of shunt, current transformer, etc.

Types of voltage or current which can be measured by the system (for example, power-frequency alternating voltage, standard lightning impulse, etc.) and the corresponding ranges specified by their maximum and minimum values.

B.2.2 Description du dispositif de conversion

- usage à l'intérieur ou à l'extérieur,
- domaine des conditions climatiques,
- précautions pour éviter les contraintes mécaniques,
- plans et principales dimensions.

Le domaine des distances de garde pour lequel les variations du coefficient de conversion et du comportement dynamique de l'appareil sont négligeables doit être indiqué.

B.2.3 Diagramme de principe du circuit électrique

- diagramme du circuit électrique du système de mesure complet.

B.2.4 Relevé des valeurs de la plaque signalétique du dispositif de conversion

Les valeurs relevées sur la plaque signalétique du constructeur et qui comprennent:

- le numéro de série,
- la tension ou le courant assigné,
- la ou les valeurs nominales.

B.2.5 Description du système de transmission

Pour un système de transmission par câble:

- le type de câble,
- l'impédance caractéristique (pour les mesures de choc),
- la longueur du câble utilisé,
- les impédances d'adaptation du câble (pour les mesures de choc).

Pour d'autres systèmes de transmission (par exemple des liaisons optiques):

- type et connexions,
- caractéristiques d'entrée,
- caractéristiques de sortie.

B.2.6 Description de l'instrument de mesure

- type de l'instrument indicateur ou enregistreur ou de l'oscilloscope,
- tension ou courant assigné,
- caractéristiques d'entrée,
- le Recueil des Caractéristiques de l'appareil (s'il est prescrit par une publication CEI) sera inclus ou mis en annexe ou au moins clairement référencé.

B.2.2 Description of the converting device

- indoor or outdoor use,
- range of atmospheric conditions,
- precautions needed to avoid mechanical stresses,
- drawing and main dimensions.

The range of clearances, for which the variations of the scale factor or of the dynamic behaviour are negligible, shall be indicated.

B.2.3 Principle electrical circuit diagram

- electrical circuit diagram of the complete Measuring System.

B.2.4 Name-plate values of the converting device

The values, copied from the manufacturer's name-plate that include:

- serial number,
- voltage or current rating,
- nominal value(s).

B.2.5 Description of the transmission system

For a cable transmission system:

- type of cable,
- characteristic impedance (for impulse measurement),
- lengths of the cable used,
- cable matching impedances (for impulse measurement).

For other transmission systems (for example, an optical link):

- type and connections,
- input characteristics,
- output characteristics.

B.2.6 Description of the measuring instrument

- type of indicating or recording instrument or oscilloscope,
- rated voltage or current,
- input characteristics,
- the Record of Performance of the instrument (if specified by an IEC publication) should be included, appended or at least clearly referenced.

B.2.7 Connexions haute tension

Dimensions des connexions haute tension et localisation et caractéristiques des résistances ou impédances s'il y en a.

B.2.8 Connexions côté masse

Les dimensions et l'agencement de tous les conducteurs reliant la partie basse tension du dispositif de conversion à la partie basse tension de l'objet en essai.

NOTE – Cela peut comprendre les connexions à l'instrument de mesure et le retour à la terre.

B.2.9 Système de mise à la terre

Les dimensions et l'agencement du système de mise à la terre de l'aire d'essai, comprenant la position et les caractéristiques des connexions du circuit source et du point de mise à la terre lointaine.

B.3 Résultats des essais de réception sur les constituants (Chapitre B)

Les informations relatives aux résultats des essais de type et de routine seront fournies par le constructeur et enregistrées sur le Recueil des Performances par l'utilisateur.

Des prescriptions spéciales et des procédures d'essais sont données dans des parties appropriées de cette Norme Internationale, suivant le type de tension ou de courant à mesurer.

B.4 Résultats des essais de routine sur le Système de Mesure Complet (Chapitre C)

Quand un Système de Mesure Complet est acheté, on précisera la méthode utilisée et les résultats des essais suivants:

- mesures du coefficient de conversion,
- comportement dynamique (si prescrit).

Cette détermination du coefficient de conversion du Système de Mesure Complet ne peut toutefois pas remplacer l'Essai des Déterminations des Caractéristiques réalisé dans le Laboratoire de l'utilisateur.

B.5 Résultats des essais de Détermination des Caractéristiques (Chapitre D)

Les résultats des Essais de Détermination des Caractéristiques réalisés suivant les procédures décrites dans les parties appropriées de cette Norme Internationale. Pour chaque ensemble de conditions d'essais, la dernière valeur du Coefficient de Conversion Affecté sera celle à utiliser.

B.6 Contrôle des Caractéristiques (Chapitre E)

On précisera la méthode utilisée et les résultats obtenus.