

**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 XB  
PRICE CODE

• 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
<b>Annexes</b>	
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*