



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents
and measuring systems**

**Techniques des essais à haute intensité – Définitions et exigences relatives
aux courants d'essai et systèmes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XE**
CODE PRIX

ICS 19.080

ISBN 978-2-88912-184-7

CONTENTS

FOREWORD.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	10
3.1 Measuring systems.....	11
3.2 Components of a measuring system	11
3.3 Scale factors	12
3.4 Rated values	13
3.5 Definitions related to the dynamic behaviour	13
3.6 Definitions related to uncertainty	14
3.7 Definitions related to tests on measuring systems	16
4 Procedures for qualification and use of a measuring system.....	17
4.1 General principles	17
4.2 Schedule of performance tests	17
4.3 Schedule of performance checks.....	17
4.4 Requirements for the record of performance.....	18
4.4.1 Contents of the record of performance.....	18
4.4.2 Exceptions.....	18
4.5 Operating conditions	18
4.6 Uncertainty.....	19
5 Tests and test requirements for an approved measuring system.....	20
5.1 General requirements.....	20
5.2 Calibration – Determination of the scale factor	20
5.2.1 Calibration of a measuring system by comparison with a reference measuring system (preferred method)	20
5.2.2 Determination of the scale factor of a measuring system from those of its components	24
5.3 Linearity test	25
5.3.1 Application	25
5.3.2 Alternative methods in order of suitability	26
5.4 Dynamic behaviour.....	26
5.5 Short-term stability	27
5.5.1 Method	27
5.5.2 Steady-state current	27
5.5.3 Impulse current and short-time current	28
5.5.4 Periodic impulse current and periodic short-time current.....	28
5.6 Long-term stability.....	29
5.7 Ambient temperature effect	29
5.8 Effect of nearby current paths	30
5.9 Software effect	32
5.10 Uncertainty calculation	32
5.10.1 General	32
5.10.2 Uncertainty of calibration.....	32
5.10.3 Uncertainty of measurement using an approved measuring system	33
5.11 Uncertainty calculation of time-parameter measurements (impulse currents only).....	34
5.11.1 General	34

5.11.2	Uncertainty of the time-parameter calibration.....	34
5.11.3	Uncertainty of a time-parameter measurement using an approved measuring system	35
5.12	Interference test	36
5.12.1	Application	36
5.12.2	Current-converting shunts and current transformers with iron	37
5.12.3	Inductive measuring systems without iron (Rogowski coils)	38
5.13	Withstand tests	38
5.13.1	Voltage withstand tests.....	38
5.13.2	Current withstand tests.....	39
6	Steady-state direct current	39
6.1	Application	39
6.2	Terms and definitions	39
6.3	Test current.....	39
6.3.1	Requirements	39
6.3.2	Tolerances	39
6.4	Measurement of the test current.....	40
6.4.1	Requirements for an approved measuring system.....	40
6.4.2	Uncertainty contributions	40
6.4.3	Dynamic behaviour	40
6.4.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	40
6.4.5	Performance check.....	41
6.5	Measurement of ripple amplitude.....	41
6.5.1	Requirements for an approved measuring system.....	41
6.5.2	Uncertainty contributions	41
6.5.3	Dynamic behaviour for ripple	41
6.5.4	Calibrations and tests on an approved ripple-current measuring system.....	42
6.5.5	Measurement of the scale factor at the ripple frequency	42
6.5.6	Performance check for ripple current measuring system	42
6.6	Test procedures	43
7	Steady-state alternating current.....	43
7.1	Application	43
7.2	Terms and definitions	43
7.3	Test current.....	43
7.3.1	Requirements	43
7.3.2	Tolerances	44
7.4	Measurement of the test current.....	44
7.4.1	Requirements for an approved measuring system.....	44
7.4.2	Uncertainty contributions	44
7.4.3	Dynamic behaviour	44
7.4.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	46
7.4.5	Performance check.....	47
7.5	Test procedures	47
8	Short-time direct current.....	47
8.1	Application	47
8.2	Terms and definitions	48
8.3	Test currents.....	49
8.3.1	Requirements for the test current	49

8.3.2	Tolerances	49
8.4	Measurement of the test current.....	49
8.4.1	Requirements for an approved measuring system.....	49
8.4.2	Uncertainty contributions	49
8.4.3	Dynamic behaviour	49
8.4.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	50
8.4.5	Performance check.....	51
8.4.6	Linearity test.....	51
8.5	Test procedures	51
9	Short-time alternating current	51
9.1	Application	51
9.2	Terms and definitions	52
9.3	Test current.....	53
9.3.1	Requirements for the test current	53
9.3.2	Tolerances	53
9.4	Measurement of the test current.....	54
9.4.1	Requirements for an approved measuring system.....	54
9.4.2	Uncertainty contributions	54
9.4.3	Dynamic behaviour	54
9.4.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	55
9.4.5	Performance check.....	56
9.4.6	Linearity test.....	56
9.4.7	Interference test	57
9.5	Test procedures	57
10	Impulse currents.....	57
10.1	Application	57
10.2	Terms and definitions	57
10.3	Test current.....	61
10.3.1	General	61
10.3.2	Tolerances	61
10.4	Measurement of the test current.....	62
10.4.1	Requirements for an approved measuring system.....	62
10.4.2	Uncertainty contributions	62
10.4.3	Dynamic behaviour	62
10.4.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	64
10.4.5	Performance check.....	64
10.5	Test procedures	65
11	Current measurement in high-voltage dielectric testing.....	65
11.1	Application	65
11.2	Terms and definitions	65
11.3	Measurement of the test current.....	66
11.3.1	Requirements for an approved measuring system.....	66
11.3.2	Uncertainty contributions	66
11.3.3	Dynamic behaviour	66
11.3.4	Calibrations and tests on an approved measuring system.....	66
11.3.5	Performance check.....	67
11.3.6	Linearity test.....	67
11.3.7	Interference test	67
11.4	Test procedures	67

12 Reference measuring systems.....	67
12.1 General.....	67
12.2 Interval between subsequent calibrations of reference measuring systems.....	67
Annex A (informative) Uncertainty of measurement.....	68
Annex B (informative) Examples of the uncertainty calculation in high-current measurements.....	76
Annex C (informative) Step-response measurements.....	82
Annex D (informative) Convolution method for estimation of dynamic behaviour from step-response measurements.....	85
Annex E (informative) Constraints for certain wave shapes.....	88
Annex F (informative) Temperature rise of measuring resistors.....	90
Annex G (informative) Determination of r.m.s. values of short-time a.c. current.....	91
Annex H (informative) Examples of IEC standards with high current tests.....	98
Bibliography.....	100
Figure 1 – Examples of amplitude frequency responses for limit frequencies ($f_1; f_2$).	14
Figure 2 – Calibration by comparison over full assigned measurement range.....	22
Figure 3 – Uncertainty contributions of the calibration (example with the minimum of 5 current levels).....	23
Figure 4 – Calibration by comparison over a limited current range with a linearity test (see 5.3) providing extension up to the largest value in the assigned measurement range.....	24
Figure 5 – Linearity test of the measuring system with a linear device in the extended voltage range.....	26
Figure 6 – Short-term stability test for steady-state current.....	28
Figure 7 – Short-term stability test for impulse current and short-time current.....	28
Figure 8 – Short-term stability test for periodic impulse-current and periodic short-time current.....	29
Figure 9 – Test circuit for effect of nearby current path for current-converting shunts and current transformers with iron.	31
Figure 10 – Test circuit for effect of nearby current path for inductive measuring systems without iron (Rogowski coils).....	31
Figure 11 – Principle of interference test circuit.	37
Figure 12 – Interference test on the measuring system $i_1(t)$ based on current-converting shunt or current transformer with iron in a typical 3-phase short-circuit set-up (example).	37
Figure 13 – Test circuit for interference test for inductive systems without iron.	38
Figure 14 – Acceptable normalized amplitude-frequency response of an a.c. measuring system intended for a single fundamental frequency f_{nom}	45
Figure 15 – Acceptable normalized amplitude-frequency response of an a.c. measuring system intended for a range of fundamental frequencies f_{nom1} to f_{nom2}	46
Figure 16 – Example of short-time direct current.....	48
Figure 17 – Example of short-time alternating current.	52
Figure 18 – Exponential impulse current.	58
Figure 19 – Exponential impulse current – oscillating tail.....	58
Figure 20 – Impulse current – Rectangular, smooth.....	59

Figure 21 – Impulse current – Rectangular with oscillations.....	59
Figure A.1 – Normal probability distribution $p(x)$ of a continuous random variable x	75
Figure A.2 – Rectangular symmetric probability distribution $p(x)$ of the estimate x of an input quantity X	75
Figure B.1 – Comparison between the system under calibration X and the reference system N	81
Figure C.1 – Circuit to generate current step using a coaxial cable.....	82
Figure C.2 – Circuit to generate current step using a capacitor.....	82
Figure C.3 – Definition of response parameters with respect to step response.....	84
Figure E.1 – Attainable combinations of time parameters (shaded area) for the 8/20 impulse at maximum 20 % undershoot and for 20 % tolerance on the time parameters	88
Figure E.2 – Locus for limit of attainable time parameters as a function of permissible undershoot for the 8/20 impulse.....	89
Figure E.3 – Locus for limit of attainable time parameters as a function of permissible undershoot for the 30/80 impulse.....	89
Figure G.1 – Equivalent circuit of short-circuit test.....	91
Figure G.2 – Symmetrical a.c. component of an alternating short-circuit current	92
Figure G.3 – Numerical evaluation of r.m.s value showing both instantaneous current and instantaneous squared value of the current.....	93
Figure G.4 – Three-crest method	94
Figure G.5 – Evaluation of conventional r.m.s. value of an arc current using the three-crest method.....	95
Figure G.6 – Evaluation of equivalent r.m.s value of a short-time current during a short-circuit test.....	96
Figure G.7 – Relation between peak factor k and power factor $\cos(\varphi)$	97
Table 1 – Required tests for steady-state direct current	40
Table 2 – Required tests for ripple current	42
Table 3 – Required tests for steady-state alternating current	46
Table 4 – Tolerance requirement on test-current parameters for short-time direct current.....	49
Table 5 – Required tests for short-time direct current.....	50
Table 6 – Tolerance requirements on the short-time alternating current test parameters	53
Table 7 – List of typical tests in a high-power laboratory and required minimum frequency range of the measuring system.....	54
Table 8 – Tolerance requirements on scale factor.....	55
Table 9 – Required tests for short-time alternating current.....	55
Table 10 – Examples of exponential impulse-current types	61
Table 11 – Required tests for impulse current.....	64
Table 12 – Required tests for impulse current in high-voltage dielectric testing.....	66
Table A.1 – Coverage factor k for effective degrees of freedom ν_{eff} ($p = 95,45 \%$)	73
Table A.2 – Schematic of an uncertainty budget	74
Table B.1 – Result of the comparison measurement	78
Table B.2 – Result of the comparison measurement	78
Table B.3 – Uncertainty budget for calibration of scale factor F_x	79
Table B.4 – Result of linearity test	80

Table B.5 – Uncertainty budget of scale factor $F_{X,mes}$	81
Table H.1 – List of typical tests with short-time alternating current.....	98
Table H.2 – List of typical tests with exponential impulse current.....	99
Table H.3 – List of typical tests with rectangular impulse current.....	99

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-CURRENT TEST TECHNIQUES – DEFINITIONS AND REQUIREMENTS FOR TEST CURRENTS AND MEASURING SYSTEMS

FOREWORD

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

International Standard IEC 62475 has been prepared by IEC technical committee 42: High-voltage test techniques.

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

FDIS	Report on voting
42/278/FDIS	42/283/RVD

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

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

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

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

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

HIGH-CURRENT TEST TECHNIQUES – DEFINITIONS AND REQUIREMENTS FOR TEST CURRENTS AND MEASURING SYSTEMS

1 Scope

This International Standard is applicable to high-current testing and measurements on both high-voltage and low-voltage equipment. It deals with steady-state and short-time direct current (as e.g. encountered in high-power d.c. testing), steady-state and short-time alternating current (as e.g. encountered in high-power a.c. testing), and impulse-current. In general, currents above 100 A are considered in this International Standard, although currents less than this can occur in tests.

NOTE This standard also covers fault detection during, for example, lightning impulse testing.

This standard:

- defines the terms used;
- defines parameters and their tolerances;
- describes methods to estimate uncertainties of high-current measurements;
- states the requirements which a complete measuring system shall meet;
- describes the methods for approving a measuring system and checking its components;
- describes the procedure by which the user shall show that a measuring system meets the requirements of this standard, including limits set for uncertainty of measurement.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this International Standard. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60051-2:1984, *Direct acting analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 2: Special requirements for ammeters and voltmeters*

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 61180-1, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)*

NOTE Further related standards, guides, etc. on subjects included in this standard are given in the bibliography.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	110
1 Domaine d'application	112
2 Références normatives.....	112
3 Termes et définitions	113
3.1 Systèmes de mesure	113
3.2 Constituants d'un système de mesure	113
3.3 Coefficients de conversion	114
3.4 Caractéristiques assignées	115
3.5 Définitions relatives au comportement dynamique	116
3.6 Définitions relatives à l'incertitude	116
3.7 Définitions relatives aux essais sur des systèmes de mesure	118
4 Procédures de qualification et d'utilisation d'un système de mesure	119
4.1 Principes généraux.....	119
4.2 Programme des essais de détermination des caractéristiques	119
4.3 Programme des contrôles des caractéristiques.....	120
4.4 Exigences applicables au recueil de caractéristiques	120
4.4.1 Contenu du recueil de caractéristiques	120
4.4.2 Exceptions.....	121
4.5 Conditions d'utilisation	121
4.6 Incertitude	121
5 Essais et exigences d'essai pour un système de mesure approuvé.....	122
5.1 Exigences générales	122
5.2 Etalonnage – Détermination du coefficient de conversion	123
5.2.1 Etalonnage d'un système de mesure par comparaison avec un système de mesure de référence (méthode à privilégier)	123
5.2.2 Détermination du coefficient de conversion d'un système de mesure à partir de ceux de ses constituants	127
5.3 Essai de linéarité.....	128
5.3.1 Application	128
5.3.2 Autres méthodes par ordre d'adéquation	129
5.4 Comportement dynamique.....	129
5.5 Stabilité à court terme	129
5.5.1 Méthode	129
5.5.2 Courant en régime établi	130
5.5.3 Courant de choc et courant de courte durée	131
5.5.4 Courants périodiques de choc et de courte durée	131
5.6 Stabilité à long terme	132
5.7 Effet de la température ambiante.....	132
5.8 Effet des trajets de courant voisins.....	133
5.9 Effet du logiciel	135
5.10 Calcul de l'incertitude	135
5.10.1 Généralités.....	135
5.10.2 Incertitude d'étalonnage	135
5.10.3 Incertitude de mesure utilisant un système de mesure approuvé	136
5.11 Calcul de l'incertitude de mesure des paramètres temporels (courants de choc uniquement).....	137
5.11.1 Généralités.....	137

5.11.2	Incertitude d'étalonnage des paramètres temporels	137
5.11.3	Incertitude de mesure des paramètres temporels au moyen d'un système de mesure approuvé	139
5.12	Essai de perturbations.....	139
5.12.1	Application	139
5.12.2	Shunts de conversion de courant et transformateurs de courant avec fer	140
5.12.3	Systèmes de mesure inductifs sans fer (bobines de Rogowski)	141
5.13	Essais de tenue.....	142
5.13.1	Essais de tension de tenue.....	142
5.13.2	Essais de courant de tenue	142
6	Courant continu en régime établi	143
6.1	Application	143
6.2	Termes et définitions.....	143
6.3	Courant d'essai	143
6.3.1	Exigences.....	143
6.3.2	Tolérances	143
6.4	Mesure du courant d'essai.....	143
6.4.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	143
6.4.2	Contributions à l'incertitude	144
6.4.3	Comportement dynamique	144
6.4.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	144
6.4.5	Contrôle des caractéristiques	145
6.5	Mesure de l'amplitude de l'ondulation.....	145
6.5.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	145
6.5.2	Contributions à l'incertitude	145
6.5.3	Comportement dynamique de l'ondulation	145
6.5.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé du courant ondulatoire.....	146
6.5.5	Mesure du coefficient de conversion à la fréquence d'ondulation.....	146
6.5.6	Contrôle des caractéristiques du système de mesure de courant ondulatoire	146
6.6	Procédures d'essai.....	147
7	Courant alternatif en régime établi.....	147
7.1	Application	147
7.2	Termes et définitions.....	147
7.3	Courant d'essai	148
7.3.1	Exigences.....	148
7.3.2	Tolérances	148
7.4	Mesure du courant d'essai.....	148
7.4.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	148
7.4.2	Contributions à l'incertitude	148
7.4.3	Comportement dynamique	149
7.4.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	151
7.4.5	Contrôle des caractéristiques	151
7.5	Procédures d'essai.....	152
8	Courant continu de courte durée	152
8.1	Application	152
8.2	Termes et définitions.....	153

8.3	Courants d'essai.....	153
8.3.1	Exigences relatives au courant d'essai	153
8.3.2	Tolérances	153
8.4	Mesure du courant d'essai.....	154
8.4.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	154
8.4.2	Contributions à l'incertitude	154
8.4.3	Comportement dynamique	154
8.4.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	155
8.4.5	Contrôle des caractéristiques	155
8.4.6	Essai de linéarité.....	156
8.5	Procédures d'essai.....	156
9	Courant alternatif de courte durée	156
9.1	Application	156
9.2	Termes et définitions	157
9.3	Courant d'essai	158
9.3.1	Exigences relatives au courant d'essai	158
9.3.2	Tolérances	158
9.4	Mesure du courant d'essai.....	159
9.4.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	159
9.4.2	Contributions à l'incertitude	159
9.4.3	Comportement dynamique	159
9.4.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	161
9.4.5	Contrôle des caractéristiques	162
9.4.6	Essai de linéarité.....	162
9.4.7	Essai de perturbations.....	162
9.5	Procédures d'essai.....	162
10	Courants de choc	163
10.1	Application	163
10.2	Termes et définitions	163
10.3	Courant d'essai	167
10.3.1	Généralités.....	167
10.3.2	Tolérances	167
10.4	Mesure du courant d'essai.....	168
10.4.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	168
10.4.2	Contributions à l'incertitude	168
10.4.3	Comportement dynamique	168
10.4.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	170
10.4.5	Contrôle des caractéristiques	170
10.5	Procédures d'essai.....	171
11	Mesure du courant lors d'essais diélectriques à haute tension.....	171
11.1	Application	171
11.2	Termes et définitions	172
11.3	Mesure du courant d'essai.....	172
11.3.1	Exigences applicables à un système de mesure approuvé.....	172
11.3.2	Contributions à l'incertitude	172
11.3.3	Comportement dynamique	172
11.3.4	Etalonnages et essais pour un système de mesure approuvé	172
11.3.5	Contrôle des caractéristiques	173
11.3.6	Essai de linéarité.....	173

11.3.7 Essai de perturbations	173
11.4 Procédures d'essai.....	173
12 Systèmes de mesure de référence	173
12.1 Généralités.....	173
12.2 Intervalle entre étalonnages successifs de systèmes de mesure de référence.....	174
Annexe A (informative) Incertitude de mesure.....	175
Annexe B (informative) Exemples de calcul de l'incertitude dans les mesures à haute intensité.....	183
Annexe C (informative) Mesures de la réponse indicielle	189
Annexe D (informative) Méthode de convolution pour l'estimation du comportement dynamique à partir des mesures des réponses indicielles	192
Annexe E (informative) Contraintes liées à certaines formes d'onde	196
Annexe F (informative) Echauffement des résistances de mesure.....	199
Annexe G (informative) Détermination des valeurs efficaces de courant alternatif de courte durée	200
Annexe H (informative) Exemples de normes CEI relatives aux essais à haute intensité.....	207
Bibliographie.....	209
Figure 1 – Exemples de réponses amplitude/fréquence pour les fréquences limites (f_1 ; f_2).....	116
Figure 2 – Etalonnage par comparaison sur l'ensemble de l'étendue de mesure affectée	125
Figure 3 – Contributions à l'incertitude de l'étalonnage (exemple avec un minimum de 5 niveaux de courant)	125
Figure 4 – Etalonnage par comparaison sur un domaine de courant limité, avec un essai de linéarité (voir 5.3) permettant une extension jusqu'à la valeur la plus élevée de l'étendue de mesure affectée	126
Figure 5 – Essai de linéarité du système de mesure avec un dispositif linéaire dans la plage de tension étendue.....	128
Figure 6 – Essai de stabilité à court terme pour un courant en régime établi.....	130
Figure 7 – Essai de stabilité à court terme pour un courant de choc et un courant de courte durée	131
Figure 8 – Essai de stabilité à court terme pour des courants périodiques de choc et de courte durée	132
Figure 9 – Circuit d'essai de l'effet du trajet de courant voisin pour des shunts de conversion de courant et des transformateurs de courant avec fer.....	134
Figure 10 – Circuit d'essai de l'effet du trajet de courant voisin pour des systèmes de mesure inductifs sans fer (bobines de Rogowski).....	134
Figure 11 – Principe du circuit d'essai de perturbations	140
Figure 12 – Essai de perturbations réalisé sur le système de mesure $i_1(t)$, fondé sur un shunt de conversion de courant ou un transformateur de courant avec fer dans un montage d'essai en court-circuit triphasé typique (exemple)	141
Figure 13 – Circuit d'essai de perturbations pour des systèmes inductifs sans fer.....	142
Figure 14 – Réponse amplitude-fréquence normalisée acceptable d'un système de mesure du courant alternatif pour une fréquence fondamentale unique f_{nom}	149
Figure 15 – Réponse amplitude-fréquence normalisée acceptable d'un système de mesure du courant alternatif pour une gamme de fréquences fondamentales f_{nom1} à f_{nom2}	150

Figure 16 – Exemple de courant continu de courte durée.....	152
Figure 17 – Exemple de courant alternatif de courte durée	157
Figure 18 – Courant de choc exponentiel.....	163
Figure 19 – Courant de choc exponentiel – oscillations sur la queue.....	164
Figure 20 – Courant de choc – Rectangulaire, lisse	164
Figure 21 – Courant de choc – Rectangulaire avec oscillations.....	165
Figure A.1 – Loi normale $p(x)$ d'une variable aléatoire continue x	182
Figure A.2 – Loi de probabilité rectangulaire symétrique $p(x)$ de l'estimation x d'une grandeur d'entrée X	182
Figure B.1 – Comparaison entre le système en cours d'étalonnage X et le système de référence N	188
Figure C.1 – Circuit de génération d'échelon de courant au moyen d'un câble coaxial	189
Figure C.2 – Circuit de génération d'échelon de courant au moyen d'un condensateur	190
Figure C.3 – Définition des paramètres de réponse par rapport à la réponse individuelle	191
Figure E.1 – Zone grisée montrant les combinaisons réalisables de paramètres temporels pour le courant de choc 8/20 avec un sous-dépassement maximal de 20 % et une tolérance de 20 % sur les paramètres temporels	197
Figure E.2 – Zone limite des paramètres temporels réalisables en fonction du sous- dépassement admissible pour des formes d'onde de courant de choc 8/20	197
Figure E.3 – Zone limite des paramètres temporels réalisables en fonction du sous- dépassement admissible pour un courant de choc 30/80	198
Figure G.1 – Circuit équivalent d'essai de court-circuit.....	200
Figure G.2 – Composante alternative symétrique d'un courant alternatif de court-circuit	201
Figure G.3 – Evaluation numérique de la valeur efficace démontrant à la fois le courant instantané et le carré instantané du courant	202
Figure G.4 – Méthode des trois crêtes	203
Figure G.5 – Evaluation de la valeur efficace conventionnelle d'un courant d'arc par la méthode des trois crêtes.....	204
Figure G.6 – Evaluation de la valeur efficace équivalente d'un courant de courte durée au cours d'un essai de court-circuit.....	205
Figure G.7 – Relation entre le facteur de crête κ et le facteur de puissance $\cos(\varphi)$	206
Tableau 1 – Essais exigés pour le courant continu en régime établi.....	144
Tableau 2 – Essais exigés pour le courant ondulatoire.....	146
Tableau 3 – Essais exigés pour le courant alternatif en régime établi	151
Tableau 4 – Exigence de tolérance des paramètres d'essai de courant continu de courte durée	154
Tableau 5 – Essais exigés pour un courant continu de courte durée	155
Tableau 6 – Exigences de tolérance applicables aux paramètres d'essai de courant alternatif de courte durée.....	159
Tableau 7 – Liste des essais typiques réalisés dans un laboratoire d'essai à haute intensité et gamme de fréquences minimales exigée du système de mesure.....	160
Tableau 8 – Exigences de tolérance du coefficient de conversion	160
Tableau 9 – Essais exigés pour un courant alternatif de courte durée.....	161
Tableau 10 – Exemples de types de courants de choc exponentiels	167
Tableau 11 – Essais exigés pour le courant de choc.....	170

Tableau 12 – Essais exigés pour le courant de choc dans le cadre d'essais diélectriques à haute tension	172
Tableau A.1 – Facteur d'élargissement k pour un nombre effectif de degrés de liberté ν_{eff} ($p = 95,45\%$)	181
Tableau A.2 – Présentation d'un bilan des incertitudes	181
Tableau B.1 – Résultat de la mesure comparative	185
Tableau B.2 – Résultat de la mesure comparative	185
Tableau B.3 – Bilan des incertitudes d'étalonnage du coefficient de conversion F_x	186
Tableau B.4 – Résultat de l'essai de linéarité.....	187
Tableau B.5 – Bilan des incertitudes du coefficient de conversion $F_{x,\text{mes}}$	188
Tableau H.1 – Liste d'essais types utilisant un courant alternatif de courte durée	207
Tableau H.2 – Liste d'essais types utilisant un courant de choc exponentiel	208
Tableau H.3 – Liste d'essais types utilisant un courant de choc rectangulaire.....	208

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE INTENSITÉ – DÉFINITIONS ET EXIGENCES RELATIVES AUX COURANTS D'ESSAI ET SYSTÈMES DE MESURE

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 62475 a été établie par le comité d'études 42 de la CEI: Technique des essais à haute tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
42/278/FDIS	42/283/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE INTENSITÉ – DÉFINITIONS ET EXIGENCES RELATIVES AUX COURANTS D'ESSAI ET SYSTÈMES DE MESURE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux essais et mesures à haute intensité sur des matériels haute et basse tensions. Elle couvre les essais à haute intensité en courant continu et courant alternatif en régime établi et de courte durée ainsi que des essais de courant de choc. De manière générale, la présente Norme internationale prend en compte des courants de plus de 100 A, même si des intensités moindres peuvent apparaître dans les essais.

NOTE La présente norme couvre également la détection de défauts, comme par exemple dans le cadre d'essais aux chocs de foudre.

La présente norme:

- définit les termes utilisés;
- définit les paramètres et leurs tolérances;
- décrit des méthodes d'estimation des incertitudes de mesures à haute intensité;
- détermine les exigences auxquelles un système de mesure complet doit satisfaire;
- décrit les méthodes à utiliser pour qualifier un système de mesure et pour en contrôler les différents constituants;
- décrit les procédures permettant à l'utilisateur de démontrer qu'un système de mesure respecte les exigences de la présente norme, y compris les limites établies pour l'incertitude de mesure.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente Norme internationale. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60051-2:1984, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres*

CEI 60060-1:2010, *Techniques d'essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 61180-1, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

Guide ISO/CEI 98-3:2008, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM) (GUM 1995)*

NOTE D'autres normes, guides apparentés, etc., relatifs aux sujets traités dans la présente norme sont fournis dans la bibliographie.