IEC 62475

Edition 1.0 2010-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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
CODE PRIX XE

ICS 19.080

ISBN 978-2-88912-184-7

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

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 κ and power factor cos(φ). 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 v_{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(φ) 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 v_{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 $F_{\text{X,mes}}$ 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.