

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references.....	11
3 Terms, definitions and notations.....	11
3.1 General definitions.....	11
3.2 Definitions related to uncertainty and performance.....	13
3.3 Definitions related to electric phenomena.....	17
3.4 Definitions related to measurement techniques.....	20
3.5 Notations.....	21
3.5.1 Functions.....	21
3.5.2 Symbols and abbreviations.....	21
3.5.3 Indices.....	22
4 Requirements.....	22
4.1 General requirements.....	22
4.2 PMD general architecture.....	22
4.3 Classification of PMD.....	23
4.4 Structure of PMD.....	24
4.4.1 Structure of PMD related to sensors.....	24
4.4.2 Requirements for self-powered PMD.....	24
4.5 List of applicable performance classes.....	25
4.6 Operating and reference conditions for PMD.....	25
4.6.1 Reference conditions.....	25
4.6.2 Rated operating conditions.....	26
4.7 Start-up conditions.....	28
4.8 Requirements for PMD functions.....	28
4.8.1 General requirements.....	28
4.8.2 Active power (P) and active energy (E_a) measurements.....	29
4.8.3 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements.....	35
4.8.4 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements.....	38
4.8.5 Frequency (f) measurements.....	40
4.8.6 RMS phase current (I) and neutral current (I_N , I_{Nc}) measurements.....	41
4.8.7 RMS voltage (U) measurements.....	45
4.8.8 Power factor (PF_A , PF_V) measurements.....	47
4.8.9 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements.....	47
4.8.10 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements.....	48
4.8.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements.....	53
4.8.12 Transient overvoltage (U_{tr}) measurements.....	54
4.8.13 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements.....	54
4.8.14 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_U and $THD-R_U$) measurements.....	55
4.8.15 Current unbalance (I_{nb} , I_{nba}) measurements.....	56
4.8.16 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements.....	57

4.8.17	Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements	58
4.9	General mechanical requirements.....	58
4.9.1	Vibration requirements	58
4.9.2	IP requirements	58
4.10	Safety requirements	59
4.10.1	Protection against electrical hazards	59
4.10.2	Protection against mechanical hazards	60
4.10.3	Protection against other hazards	60
4.11	EMC requirements	60
4.11.1	Immunity.....	60
4.11.2	Emission.....	60
4.12	Inputs and/or outputs	60
4.12.1	General	60
4.12.2	Analog outputs.....	60
4.12.3	Pulse outputs.....	61
4.12.4	Control outputs	61
4.12.5	Analog inputs.....	61
4.12.6	Pulse and control inputs	61
5	Marking and operating instructions.....	61
5.1	General.....	61
5.2	Marking.....	61
5.3	Operating, installation and maintenance instructions.....	62
5.3.1	General	62
5.3.2	General characteristics	62
5.3.3	Essential characteristics.....	62
6	Tests.....	64
6.1	General.....	64
6.2	Type tests of PMD.....	65
6.2.1	General	65
6.2.2	Tests of intrinsic uncertainty.....	65
6.2.3	Tests of variation of uncertainty with influence quantities	65
6.2.4	Test of temperature influence	65
6.2.5	Active power	66
6.2.6	Apparent power.....	68
6.2.7	Power factor	69
6.2.8	Common mode voltage rejection test.....	69
6.2.9	Frequency.....	69
6.2.10	Measurement of voltage harmonics and THD_U	70
6.2.11	Measurement of current harmonics and THD_I	70
6.2.12	Dips and swells.....	71
6.2.13	Voltage interruptions	71
6.2.14	Outputs tests	71
6.2.15	Climatic tests	72
6.2.16	EMC tests.....	73
6.2.17	Start-up tests	73
6.2.18	Gapless measurement test.....	73
6.2.19	Safety tests.....	73
6.3	Routine tests.....	73

6.3.1	Protective bonding test.....	73
6.3.2	Dielectric strength test	74
6.3.3	Uncertainty test.....	74
Annex A (informative) Metering, measuring and monitoring applications.....		75
A.1	Applications on demand side and supply side	75
A.2	Link between applications, devices and standards	75
Annex B (informative) Definitions of electrical parameters.....		77
B.1	General.....	77
B.2	Definitions in the presence of a neutral	77
B.3	Power measurement in three-phase three-wire systems using the two-wattmeter method	81
B.3.1	General	81
B.3.2	Total active power.....	82
B.3.3	Total vector reactive power using quadrature phase shift definition	82
B.3.4	Total vector reactive power using Budeanu's definition	83
B.4	Additional relationships in case of sinusoidal voltage	83
Annex C (informative) Convention about the sign of the power factor		84
C.1	General.....	84
C.2	Convention for power factor (consumer perspective)	84
C.3	Convention for power factor (producer reference frame).....	85
Annex D (normative) Definitions of minimum, maximum, peak and demand values		87
D.1	Demand quantities	87
D.1.1	General	87
D.1.2	Power demand.....	87
D.1.3	Current demand	87
D.1.4	Thermal current demand (or bi-metal current demand)	87
D.1.5	Specified intervals for demand calculation	87
D.2	Peak demand quantities	88
D.3	Three-phase average quantities	88
D.4	Maximum and minimum quantities	88
Annex E (informative) Intrinsic uncertainty and operating uncertainty		89
E.1	General.....	89
E.2	Operating uncertainty calculation.....	89
Annex F (informative) Recommended sensor classes for the different kinds of PMD.....		91
F.1	General considerations.....	91
F.2	Specific case of an active power and energy measurement, achieved by a PMD associated with an external current sensor or/and a voltage sensor	91
F.3	List of functions affected by uncertainty of external sensors	91
Annex G (informative) Notion of measurement uncertainty		93
G.1	General considerations.....	93
G.2	Computing the expanded uncertainty	93
G.2.1	General	93
G.2.2	Estimated standard deviation	93
G.2.3	Expanded uncertainty.....	94
G.3	Determining the measurement uncertainty	95
G.3.1	Systematic error.....	95
G.3.2	Measurement uncertainty	95
G.4	Using the measurement uncertainty as a pass/fail criterion	96

G.4.1	Intrinsic uncertainty tests	96
G.4.2	Tests with influence quantities.....	96
G.4.3	Overall pass/fail criterion.....	96
Bibliography		98
Figure 1 – PMD generic measurement chain		23
Figure 2 – Description of different types of PMD		24
Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity		28
Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement		66
Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement.....		67
Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement		68
Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement.....		68
Figure 8 – Common mode voltage influence testing		69
Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement		70
Figure A.1 – Simplified overview of measurement applications on supply side and demand side.....		75
Figure B.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation		81
Figure B.2 – Three-phase circuit without neutral.....		82
Figure C.1 – Formatting of power factor with a consumer perspective		84
Figure C.2 – Convention for power factor with a producer perspective.....		85
Figure D.1 – Thermal current demand		87
Figure D.2 – Fixed block interval		88
Figure D.3 – Sliding block interval		88
Figure E.1 – Different kinds of uncertainties		89
Figure E.2 – Flowchart for the determination of the operating uncertainty.....		90
Figure G.1 – Illustration of the notion of measurement uncertainty		95
Figure G.2 – Overview of the uncertainty test procedure.....		97
Table 1 – Functional classification of PMD with minimal required functions		23
Table 2 – Structure of PMD.....		24
Table 3 – List of applicable performance classes.....		25
Table 4 – Reference conditions for testing.....		26
Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment		26
Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment.....		27
Table 7 – Humidity and altitude operating conditions		27
Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement.....		30
Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement (1 of 3).....		31
Table 10 – Minimum test period		34
Table 11 – Starting current for active power and active energy measurement.....		35
Table 12 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement.....		35
Table 13 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement.....		36
Table 14 – Minimum test period		37

Table 15 – Starting current for reactive energy measurement.....	38
Table 16 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement.....	38
Table 17 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement.....	39
Table 18 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement	40
Table 19 – Influence quantities for frequency measurement.....	41
Table 20 – Rated range of operation for phase current measurement.....	41
Table 21 – Rated range of operation for neutral current (calculated or measured)	42
Table 22 – Intrinsic uncertainty table for phase current.....	42
Table 23 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement	42
Table 24 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation	43
Table 25 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement	44
Table 26 – Rated range of operation for RMS voltage measurement	45
Table 27 – Intrinsic uncertainty table for RMS voltage measurement.....	45
Table 28 – Influence quantities for RMS voltage measurement	46
Table 29 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement	47
Table 30 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement	48
Table 31 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement	50
Table 32 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement	51
Table 33 – Influence quantities for dips and swells measurement.....	52
Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement.....	54
Table 35 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement	54
Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement.....	55
Table 37 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement.....	55
Table 38 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement.....	55
Table 39 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_U or $THD-R_U$ measurement.....	56
Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current unbalance measurement.....	56
Table 41 – Rated range of operation for current harmonics measurement	57
Table 42 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement.....	57
Table 43 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement.....	57
Table 44 – Minimum IP requirements for PMD	58
Table 45 – PMD specification form	63
Table 46 – Characteristics specification template	64
Table A.1 – Main measurement applications.....	76
Table B.1 – Definition of symbols	77
Table B.2 – Calculation definitions for electrical parameters	78
Table C.1 – Conventions for the sign of Power factor with a Consumer perspective.....	85
Table C.2 – Conventions for the sign of power factor with a producer perspective	86
Table F.1 – PMD SD associated with current sensor or PMD DS associated with voltage sensor or PMD SS associated with voltage and current sensors.....	91
Table F.2 – List of functions affected by uncertainty of external sensors	92
Table G.1 – Correction factor $C(N)$ for sample size N	94

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION
SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. –
EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR
MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –****Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)**

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 61557-12 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) PMD-A has been withdrawn due the fact these devices are now mainly covered by the IEC 62586 series of standards.
- b) Three categories of PMD have been created with a list of minimum required functions for each category.

- c) Added a new Annex A explaining the different applications linked to the relevant standards and devices, and another new Annex C about the power factor conventions.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
85/644/FDIS	85/649/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61557 series, published under the general title *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*, can be found on the IEC website.

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

INTRODUCTION

Energy distribution systems need to guarantee energy efficiency, availability and network performances in order to address the following challenges:

- sustainable development requirements where energy measurement, for instance, is recognised as an essential element of energy management, part of the overall drive to reduce carbon emissions and to improve the commercial efficiency of manufacturing, commercial organizations and public services;
- technological evolutions (electronic loads, electronic measuring methods, etc.);
- end-users needs (cost saving, compliance with aspects of building regulations, etc.) regarding electrical energy management as well as other energies, or fluids. Other functionalities involving several non electrical parameters are often needed in parallel;
- safety and continuity of service;
- evolution of installation standards, for instance over-current detection is now a new requirement for the neutral conductor due to harmonic content.

Monitoring electrical quantities in internal networks allows to address these challenges.

The devices on the current market have different characteristics, which need a common system of references. Therefore there is a need for this document in order to facilitate the choices of the end-users in terms of performance, safety, interpretation of the indications, etc. This document provides a basis by which such devices can be specified and described, and their performance evaluated.

In order to fulfil the requirements of the energy efficiency project, many PMD measuring electrical parameters can also collect data (water, air, gas, temperature...) coming from other sensors or meters inside building or plant areas. In order to be able to transmit all these data to a supervision software it will be relevant to equip the PMD with a communication bus. The supervision software will then manage all the collected data in order to monitor them and produce useful reports for energy usage and consumption analysis.

ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO 1 000 V AC AND 1 500 V DC. – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies requirements for power metering and monitoring devices (PMD) that measure and monitor the electrical quantities within electrical distribution systems, and optionally other external signals. These requirements also define the performance in single- and three-phase AC or DC systems having rated voltages up to 1 000 V AC or up to 1 500 V DC.

These devices are fixed or portable. They are intended to be used indoors and/or outdoors.

Power metering and monitoring devices (PMD), as defined in this document, give additional safety information, which aids the verification of the installation and enhances the performance of the distribution systems.

The power metering and monitoring devices (PMD) for electrical parameters described in this document are used for general industrial and commercial applications.

This document does not address functional safety and cyber security aspects.

This document is not applicable for:

- electricity metering equipment that complies with IEC 62053-21, IEC 62053-22, IEC 62053-23 and IEC 62053-24. Nevertheless, uncertainties defined in this document for active and reactive energy measurement are derived from those defined in IEC 62053 (all parts);
- the measurement and monitoring of electrical parameters defined in IEC 61557-2 to IEC 61557-9 and IEC 61557-13 or in IEC 62020;
- power quality instrument (PQI) according IEC 62586 (all parts);
- devices covered by IEC 60051 (all parts) (direct acting analogue electrical measuring instrument).

NOTE 1 Generally such types of devices are used in the following applications or for the following general needs:

- energy management inside the installation, such as facilitating the implementation of documents such as ISO 50001 and IEC 60364-8-1;
- monitoring and/or measurement of electrical parameters;
- measurement and/or monitoring of the quality of energy inside commercial/industrial installations.

NOTE 2 A measuring and monitoring device of electrical parameters usually consists of several functional modules. All or some of the functional modules are combined in one device. Examples of functional modules are:

- measurement and monitoring of several electrical parameters simultaneously;
- energy measurement and/or monitoring, as well as sometimes compliance with aspects of building regulations;
- alarms functions;
- demand side quality (current and voltage harmonics, over/under voltages, voltage dips and swells, etc.).

NOTE 3 PMD are historically called power meter, power monitor, power monitor device, power energy monitoring device, power analyser, multifunction meter, measuring multifunction equipment, energy meters.

NOTE 4 Metering, measuring and monitoring applications are explained in Annex A.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30 – Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-4-30:2015, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for testing and measuring circuits*

IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 62053-31:1998, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 31: Pulse output devices for electromechanical and electronic meters (two wires only)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	108
INTRODUCTION.....	110
1 Domaine d'application.....	111
2 Références normatives	112
3 Termes, définitions et notations	112
3.1 Définitions générales.....	113
3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance.....	115
3.3 Définitions relatives aux phénomènes électriques	118
3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure.....	121
3.5 Notations	122
3.5.1 Fonctions.....	122
3.5.2 Symboles et abréviations	122
3.5.3 Indices.....	123
4 Exigences	123
4.1 Exigences générales	123
4.2 Architecture générale d'un PMD	123
4.3 Classification des PMD.....	124
4.4 Structure des PMD	125
4.4.1 Structure des PMD avec capteurs.....	125
4.4.2 Exigences relatives au PMD autoalimenté	126
4.5 Liste des classes de performance applicables.....	126
4.6 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD	127
4.6.1 Conditions de référence	127
4.6.2 Conditions de fonctionnement assignées	128
4.7 Conditions de démarrage	130
4.8 Exigences relatives aux fonctions des PMD	130
4.8.1 Exigences générales.....	130
4.8.2 Mesurages de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a).....	131
4.8.3 Mesurages de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})	137
4.8.4 Mesurages de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV}).....	142
4.8.5 Mesurages de la fréquence (f).....	144
4.8.6 Mesurages en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc}).....	145
4.8.7 Mesurages de la tension efficace (U).....	149
4.8.8 Mesurages du facteur de puissance (PF_A , PF_V).....	151
4.8.9 Mesurages du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt}).....	151
4.8.10 Mesurages des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swl}).....	152
4.8.11 Mesurages de la coupure de tension (U_{int})	157
4.8.12 Mesurages des surtensions transitoires (U_{tr})	158
4.8.13 Mesurages du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})	158
4.8.14 Mesurages des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique total de la tension (THD_U et $THD-R_U$)	159
4.8.15 Mesurages du déséquilibre de courant (I_{nb} , I_{nba})	160

4.8.16	Mesurages des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique total du courant (THD_i et $THD-R_i$).....	161
4.8.17	Mesurages des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes.....	162
4.9	Exigences mécaniques générales.....	162
4.9.1	Exigences relatives aux vibrations.....	162
4.9.2	Exigences relatives à l'indice IP.....	163
4.10	Exigences de sécurité.....	163
4.10.1	Protection contre les dangers électriques.....	163
4.10.2	Protection contre les dangers mécaniques.....	164
4.10.3	Protection contre d'autres dangers.....	164
4.11	Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM).....	164
4.11.1	Immunité.....	164
4.11.2	Émission.....	165
4.12	Sorties et/ou entrées.....	165
4.12.1	Généralités.....	165
4.12.2	Sorties analogiques.....	165
4.12.3	Sorties d'impulsions.....	166
4.12.4	Sorties commande.....	166
4.12.5	Entrées analogiques.....	166
4.12.6	Impulsions et entrées de commande.....	166
5	Marquage et instructions de fonctionnement.....	166
5.1	Généralités.....	166
5.2	Marquage.....	166
5.3	Instructions de fonctionnement, d'installation et de maintenance.....	166
5.3.1	Généralités.....	166
5.3.2	Caractéristiques générales.....	167
5.3.3	Caractéristiques essentielles.....	167
6	Essais.....	169
6.1	Généralités.....	169
6.2	Essais de types des PMD.....	170
6.2.1	Généralités.....	170
6.2.2	Essais d'incertitude intrinsèque.....	170
6.2.3	Essais de variation de l'incertitude en fonction des grandeurs d'influence.....	170
6.2.4	Essai d'influence de la température.....	170
6.2.5	Puissance active.....	171
6.2.6	Puissance apparente.....	173
6.2.7	Facteur de puissance.....	174
6.2.8	Essai de réjection de tension de mode commun.....	174
6.2.9	Fréquence.....	174
6.2.10	Mesurage des harmoniques de tension et du THD_u	175
6.2.11	Mesurage des harmoniques de courant et du THD_i	176
6.2.12	Creux de tension et surtensions temporaires.....	176
6.2.13	Coupures de tension.....	176
6.2.14	Essais des sorties.....	176
6.2.15	Essais climatiques.....	177
6.2.16	Essais de CEM.....	178
6.2.17	Essais de démarrage.....	178

6.2.18	Essai de mesurage sans discontinuité	178
6.2.19	Essais de sécurité.....	179
6.3	Essais individuels de série	179
6.3.1	Essai de la liaison de protection	179
6.3.2	Essai de rigidité diélectrique.....	179
6.3.3	Essai d'incertitude.....	179
Annexe A (informative)	Applications de comptage, de mesure et de surveillance.....	180
A.1	Applications côté génération et côté consommation d'énergie	180
A.2	Relation entre applications, dispositifs et normes	180
Annexe B (informative)	Définitions des paramètres électriques	182
B.1	Généralités	182
B.2	Définitions en présence d'un neutre.....	182
B.3	Mesurage de la puissance dans un réseau triphasé à trois fils à l'aide de la méthode des deux wattmètres	186
B.3.1	Généralités	186
B.3.2	Puissance active totale	187
B.3.3	Puissance réactive totale vectorielle utilisant la définition du changement de phase en quadrature.....	188
B.3.4	Puissance réactive totale vectorielle selon la définition de Budeanu	188
B.4	Relations supplémentaires en cas de tension sinusoïdale	188
Annexe C (informative)	Convention sur le signe du facteur de puissance	190
C.1	Généralités	190
C.2	Convention sur le facteur de puissance (optique du consommateur).....	190
C.3	Convention sur le facteur de puissance (optique du producteur).....	191
Annexe D (normative)	Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne	193
D.1	Grandeurs moyennes	193
D.1.1	Généralités	193
D.1.2	Puissance moyenne	193
D.1.3	Courant moyen	193
D.1.4	Courant thermique moyen (ou courant moyen d'un bilame)	193
D.1.5	Intervalles spécifiés pour le calcul de la moyenne.....	193
D.2	Grandeurs crêtes moyennes.....	194
D.3	Grandeurs moyennes en triphasé	194
D.4	Grandeurs maximale et minimale.....	194
Annexe E (informative)	Incertitude intrinsèque et incertitude de fonctionnement.....	195
E.1	Généralités	195
E.2	Calcul de l'incertitude de fonctionnement.....	195
Annexe F (informative)	Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD	197
F.1	Considérations générales	197
F.2	Cas spécifique de mesurage de la puissance et de l'énergie actives, effectué par un PMD associé à un capteur de courant et/ou capteur de tension externes.....	197
F.3	Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes	198
Annexe G (informative)	Concept d'incertitude de mesure	199
G.1	Considérations générales.....	199
G.2	Calcul de l'incertitude élargie.....	199
G.2.1	Généralités	199
G.2.2	Écart type estimé	199

G.2.3	Incertitude élargie	200
G.3	Calcul de l'incertitude de mesure	201
G.3.1	Erreur systématique	201
G.3.2	Incertitude de mesure	201
G.4	Utilisation de l'incertitude de mesure comme critère de réussite/échec	202
G.4.1	Essais d'incertitude intrinsèque	202
G.4.2	Essais avec des grandeurs d'influence	202
G.4.3	Critère général de réussite/échec	202
Bibliographie		204
Figure 1	– Chaîne de mesure générique d'un PMD	124
Figure 2	– Description des différents types de PMD	126
Figure 3	– Relation entre la température de l'air ambiant et l'humidité relative.....	130
Figure 4	– Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active.....	171
Figure 5	– Contenu spectral pour l'essai d'influence des harmoniques impairs sur le mesurage de la puissance active.....	172
Figure 6	– Forme d'onde pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active.....	173
Figure 7	– Contenu spectral pour l'essai d'influence des sous-harmoniques sur le mesurage de la puissance active.....	173
Figure 8	– Essais d'influence de la tension de mode commun	174
Figure 9	– Forme d'onde pour l'essai d'influence des harmoniques sur le mesurage de la fréquence	175
Figure A.1	– Présentation simplifiée des applications de mesure du côté génération et du côté consommation d'énergie	180
Figure B.1	– Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale	186
Figure B.2	– Circuit triphasé sans neutre	187
Figure C.1	– Format du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	190
Figure C.2	– Convention sur le facteur de puissance selon l'optique du producteur	191
Figure D.1	– Courant thermique moyen	193
Figure D.2	– Période d'intégration fixe.....	194
Figure D.3	– Période d'intégration glissante	194
Figure E.1	– Différents types d'incertitudes	195
Figure E.2	– Diagramme du processus de détermination de l'incertitude de fonctionnement.....	196
Figure G.1	– Représentation du concept d'incertitude de mesure	201
Figure G.2	– Présentation de la procédure d'essai d'incertitude	203
Tableau 1	– Classification fonctionnelle des PMD avec des fonctions minimales exigées.....	125
Tableau 2	– Structure des PMD.....	125
Tableau 3	– Liste des classes de performance applicables	127
Tableau 4	– Conditions de référence pour les essais	128
Tableau 5	– Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables.....	128

Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe	129
Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude.....	129
Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active.....	132
Tableau 9 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active (1 de 3)	133
Tableau 10 – Période d'essai minimale	136
Tableau 11 – Courant de démarrage pour le mesurage de la puissance active et de l'énergie active	137
Tableau 12 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive.....	137
Tableau 13 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance réactive et de l'énergie réactive	139
Tableau 14 – Période d'essai minimale	141
Tableau 15 – Courant de démarrage pour le mesurage de l'énergie réactive.....	142
Tableau 16 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente.....	142
Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la puissance apparente et de l'énergie apparente	143
Tableau 18 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de fréquence.....	144
Tableau 19 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de fréquence.....	145
Tableau 20 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage du courant de phase	145
Tableau 21 – Plage de fonctionnement assignée pour le courant de neutre (calculé ou mesuré).....	146
Tableau 22 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le courant de phase	146
Tableau 23 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du courant de neutre.....	146
Tableau 24 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre	147
Tableau 25 – Grandeurs d'influence pour le mesurage du courant de phase et du courant de neutre	148
Tableau 26 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage de la tension efficace	149
Tableau 27 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la tension efficace	149
Tableau 28 – Grandeurs d'influence pour le mesurage de la tension efficace	150
Tableau 29 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du facteur de puissance	151
Tableau 30 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du papillotement	152
Tableau 31 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	154
Tableau 32 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires	155
Tableau 33 – Grandeurs d'influence pour le mesurage des creux de tension et des surtensions temporaires.....	156
Tableau 34 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la coupure de tension	158
Tableau 35 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage de la surtension transitoire	158

Tableau 36 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de tension	159
Tableau 37 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de tension	160
Tableau 38 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de tension	160
Tableau 39 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_U ou $THD-R_U$ de la tension	160
Tableau 40 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du déséquilibre de courant	161
Tableau 41 – Plage assignée de fonctionnement pour le mesurage des harmoniques de courant	161
Tableau 42 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage des harmoniques de courant	162
Tableau 43 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour le mesurage du taux de distorsion harmonique total THD_i et $THD-R_i$ du courant.....	162
Tableau 44 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD	163
Tableau 45 – Formulaire de spécification des PMD.....	168
Tableau 46 – Modèle de spécification des caractéristiques	169
Tableau A.1 – Principales applications de mesure	181
Tableau B.1 – Définition des symboles	182
Tableau B.2 – Formules de calcul des paramètres électriques	183
Tableau C.1 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du consommateur	191
Tableau C.2 – Conventions sur le signe du facteur de puissance selon l'optique du producteur	192
Tableau F.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS associé à un capteur de tension ou PMD SS associé à des capteurs de courant et de tension	197
Tableau F.2 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes.....	198
Tableau G.1 – Facteur de correction $C(N)$ pour l'effectif d'échantillon N	200

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61557-12 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Suppression des PMD-A du fait que ces dispositifs sont à présent largement couverts par la série de normes IEC 62586.
- b) Création de trois catégories de PMD accompagnées d'une liste des fonctions minimales exigées pour chacune des catégories.
- c) Ajout d'une nouvelle Annexe A décrivant les différentes applications associées aux normes et dispositifs correspondants et d'une autre nouvelle Annexe C portant sur les conventions du facteur de puissance.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/644/FDIS	85/649/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61557, publiées sous le titre général *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

INTRODUCTION

Les réseaux de distribution d'énergie ont besoin de garantir l'efficacité énergétique, la disponibilité en énergie et les performances de réseau afin de faire face aux défis suivants:

- exigences de développement durable pour lesquelles le mesurage de l'énergie, par exemple, est reconnu comme un élément essentiel de la gestion énergétique, faisant partie de l'effort global pour réduire les émissions de gaz carbonique et pour améliorer le rendement commercial des organismes de fabrication, des organisations commerciales et des services publics;
- évolutions technologiques (charges électroniques, méthodes de mesure électroniques, etc.);
- besoins des utilisateurs finaux (économies de coûts, conformité aux aspects de la réglementation des constructions, etc.) par rapport à la gestion de l'énergie électrique ainsi que d'autres énergies, ou fluides. D'autres fonctionnalités impliquant plusieurs paramètres non électriques sont souvent nécessaires parallèlement;
- sécurité et continuité du service;
- évolutions des normes d'installation, par exemple la détection des surintensités est à présent une nouvelle exigence pour le conducteur de neutre en raison du contenu harmonique.

La surveillance des grandeurs électriques dans les réseaux internes permet de relever ces défis.

Les dispositifs sur le marché actuel ont différentes caractéristiques, qui nécessitent un système de références commun. Par conséquent, l'élaboration du présent document est nécessaire afin de faciliter les choix des utilisateurs finaux en matière de performances, de sécurité, d'interprétation des indications, etc. Le présent document fournit une base à la spécification et à la description de tels dispositifs ainsi qu'à l'évaluation de leurs performances.

Pour répondre aux exigences du projet d'efficacité énergétique, un bon nombre de dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD¹) chargés de mesurer les paramètres électriques peuvent aussi collecter des données (eau, air, gaz, température...) à partir d'autres capteurs ou compteurs situés à l'intérieur des bâtiments ou des zones d'implantation d'usines. Il est nécessaire d'équiper les PMD d'un bus de communication pour qu'ils soient en mesure de transmettre l'ensemble de ces données à un logiciel de surveillance. Le logiciel de surveillance traite toutes les données collectées en vue de les surveiller et de générer des rapports utiles à l'analyse de l'utilisation et de la consommation d'énergie.

¹ PMD = *power metering and monitoring device*,

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION JUSQU'À 1 000 V c.a. ET 1 500 V c.c. – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 12: Dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 spécifie des exigences relatives aux dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) qui mesurent et surveillent les grandeurs électriques dans les réseaux de distribution électrique et, facultativement, d'autres signaux externes. Ces exigences définissent également les performances dans les réseaux alternatifs ou continus monophasés et triphasés ayant des tensions assignées inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif ou inférieures ou égales à 1 500 V en courant continu.

Ces dispositifs sont fixes ou portables. Ils sont destinés à être utilisés à l'intérieur et/ou à l'extérieur.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) tels que définis dans le présent document donnent des informations supplémentaires sur la sécurité, ce qui facilite la vérification de l'installation et augmente les performances des réseaux de distribution.

Les dispositifs de comptage et de surveillance du réseau électrique (PMD) relatifs aux paramètres électriques décrits dans le présent document sont utilisés pour des applications industrielles et commerciales générales.

Le présent document ne traite pas des aspects liés à la sécurité fonctionnelle et à la cybersécurité.

Le présent document n'est pas applicable:

- aux appareils de comptage d'électricité conformes à l'IEC 62053-21, à l'IEC 62053-22, à l'IEC 62053-23 et à l'IEC 62053-24. Néanmoins, les incertitudes définies dans le présent document pour le mesurage de l'énergie active et réactive sont tirées de celles définies dans l'IEC 62053 (toutes les parties);
- au mesurage et à la surveillance des paramètres électriques définis dans l'IEC 61557-2 à l'IEC 61557-9 et dans l'IEC 61557-13 ou dans l'IEC 62020;
- aux instruments de qualité de l'alimentation (PQI – *power quality instrument*) conformes à l'IEC 62586 (toutes les parties);
- aux dispositifs relevant des domaines d'application de l'IEC 60051 (toutes les parties) (appareils de mesure électriques analogique à action directe).

NOTE 1 Ces types de dispositifs sont généralement utilisés dans les applications ou pour les besoins généraux suivants:

- gestion énergétique à l'intérieur de l'installation, y compris la facilitation de la mise en œuvre des documents tels que l'ISO 50001 et l'IEC 60364-8-1;
- surveillance et/ou mesurage des paramètres électriques;
- mesurage et/ou surveillance de la qualité de l'énergie à l'intérieur des installations commerciales ou industrielles.

NOTE 2 Un dispositif de mesure et de surveillance des paramètres électriques se compose généralement de plusieurs modules fonctionnels. Tous les modules fonctionnels ou une partie de ces modules sont combinés en un dispositif. Exemples de modules fonctionnels:

- mesurage et surveillance de plusieurs paramètres électriques simultanément;
- mesurage et/ou surveillance de l'énergie ainsi que, parfois, conformité à la réglementation des constructions;
- fonctions d'alarmes;
- qualité du côté consommation d'énergie (harmoniques de courant et de tension, surtensions/sous-tensions, creux de tension et surtensions temporaires, etc.).

NOTE 3 Les PMD sont traditionnellement appelés wattmètres, contrôleurs de puissance, dispositifs de contrôle de la puissance, dispositifs de surveillance de l'énergie électrique, analyseurs de puissance, compteurs multifonctions, équipements de mesure multifonctions, compteurs d'énergie.

NOTE 4 Les applications de comptage, de mesure et de surveillance sont expliquées à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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).

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61000-4-30:2015, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61010-2-030:2017, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61326-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62053-31:1998, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 31: Dispositifs de sortie d'impulsions pour compteurs électromécaniques et électroniques (seulement deux fils)*