

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)

**Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension
de 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 mesure et de surveillance des performances (PMD)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)

**Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension
de 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 mesure et de surveillance des performances (PMD)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
3.1 General definitions	11
3.2 Definitions related to uncertainty and performance	12
3.3 Definitions related to electric phenomena	15
3.4 Definitions related to measurement techniques	18
3.5 Notations.....	18
3.5.1 Functions	18
3.5.2 Symbols and abbreviations.....	19
3.5.3 Indices	19
4 Requirements.....	19
4.1 General requirements.....	19
4.2 PMD general architecture	20
4.3 Classification of PMD	20
4.4 List of applicable performance classes	21
4.4.1 List of applicable function performance classes for PMD without external sensors	21
4.4.2 List of applicable system performance classes for PMD with external sensors	22
4.5 Operating and reference conditions for PMD	22
4.5.1 Reference conditions.....	22
4.5.2 Rated operating conditions	22
4.6 Start-up conditions	24
4.7 Requirements for PMD functions (except PMD-A).....	24
4.7.1 Active power (P) and active energy (E_a) measurements	24
4.7.2 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements	29
4.7.3 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements.....	32
4.7.4 Frequency (f) measurements	34
4.7.5 R.m.s. phase current (I) and neutral current (I_N , I_{Nc}) measurements.....	35
4.7.6 R.m.s. voltage (U) measurements.....	38
4.7.7 Power factor (PF_A , PF_V) measurements	40
4.7.8 Short term flicker (P_{St}) and long term flicker (P_{lt}) measurements.....	40
4.7.9 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{SWI}) measurements	41
4.7.10 Transients overvoltage (U_{tr}) measurements	43
4.7.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements.....	43
4.7.12 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements	44
4.7.13 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_U and $THD-R_U$) measurements.....	45

4.7.14	Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements	46
4.7.15	Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements	47
4.8	Requirements for PMD-A functions	47
4.9	General mechanical requirements	48
4.9.1	Vibration requirements	48
4.9.2	IP requirements	48
4.10	Safety requirements	49
4.10.1	Clearances and creepage distances	49
4.10.2	Connection of a fixed installed PMD with a current transformer	49
4.10.3	Connection of a PMD with a high voltage sensor	49
4.10.4	Accessible parts	49
4.10.5	Hazardous live parts	50
4.11	Analog outputs	50
4.11.1	General requirements	50
4.11.2	Compliance voltage	50
4.11.3	Analog output ripple content	50
4.11.4	Analog output response time	50
4.11.5	Limiting value of the analog output signal	50
4.11.6	Pulse outputs	51
5	Marking and operating instructions	51
5.1	Marking	51
5.2	Operating and installation instructions	51
5.2.1	General characteristics	51
5.2.2	Essential characteristics	52
5.2.3	Safety characteristics	54
6	Tests	54
6.1	Type tests of PMD	54
6.1.1	Test of temperature influence	55
6.1.2	Active power	55
6.1.3	Apparent power	58
6.1.4	Power factor	58
6.1.5	Common mode voltage rejection test	58
6.1.6	Frequency	59
6.1.7	Measurement of voltage harmonics	59
6.1.8	Measurement of current harmonics	59
6.1.9	Dips and swells	60
6.1.10	Voltage interruptions	60
6.1.11	Outputs tests	60
6.1.12	Climatic tests	61
6.1.13	EMC tests	62
6.1.14	Start up tests	62
6.2	Type tests of PMD-A	62
6.3	Routine tests	62
6.3.1	Protective bonding test	62
6.3.2	Dielectric strength test	63
6.3.3	Uncertainty test	63

Annex A (informative) Definitions of electrical parameters	64
Annex B (normative) Definitions of minimum, maximum, peak and demand values	68
Annex C (informative) Intrinsic uncertainty, operating uncertainty, and overall system uncertainty.....	70
Annex D (informative) Recommended sensor classes for the different kinds of PMD.....	72
Annex E (normative) Requirements applicable to PMD and to PMD-A.....	75
Bibliography.....	76
Figure 1 – PMD generic measurement chain.....	20
Figure 2 – Description of different types of PMD	21
Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity.....	24
Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement	55
Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement.....	56
Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement	57
Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement.....	57
Figure 8 – Common mode voltage influence testing	58
Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement.....	59
Figure A.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation.....	66
Figure A.2 – Geometric representation of active and reactive power	67
Figure B.1 – Thermal current demand.....	68
Figure C.1 – Different kind of uncertainties	70
Table 1 – Classification of PMD	21
Table 2 – List of applicable function performance classes for PMD without external sensors	21
Table 3 – List of applicable system performance classes for PMD with external sensors.....	22
Table 4 – Reference conditions for testing	22
Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment	23
Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment	23
Table 7 – Humidity and altitude operating conditions	23
Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement	25
Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement.....	26
Table 10 – Starting current for active power and active energy measurement	29
Table 11 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement	29
Table 12 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement.....	30
Table 13 – Starting current for reactive energy measurement	32
Table 14 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement	32
Table 15 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement.....	33
Table 16 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement	34
Table 17 – Influence quantities for frequency measurement.....	34
Table 18 – Rated range of operation for phase current measurement	35
Table 19 – Rated range of operation for neutral current measurement	35

Table 20 – Intrinsic uncertainty table for phase current	36
Table 21 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement.....	36
Table 22 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation	36
Table 23 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement	37
Table 24 – Rated range of operation for r.m.s. voltage measurement.....	38
Table 25 – Intrinsic uncertainty table for r.m.s. voltage measurement	38
Table 26 – Influence quantities for r.m.s. voltage measurement	39
Table 27 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement	40
Table 28 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement	40
Table 29 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement.....	41
Table 30 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement	41
Table 31 – Influence quantities for dips and swells measurement	42
Table 32 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement.....	43
Table 33 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement	44
Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement	44
Table 35 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement	45
Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement	45
Table 37 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_U or $THD-R_U$ measurement	45
Table 38 – Rated range of operation for current harmonics measurement.....	46
Table 39 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement	46
Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current THD_I and $THD-R_I$ measurement	47
Table 41 – Complementary characteristics of PMD-A.....	48
Table 42 – Minimum IP requirements for PMD	49
Table 43 – PMD specification form.....	52
Table 44 – Characteristics specification template.....	53
Table 45 – Characteristics specification template.....	54
Table A.1 – Symbols definition.....	64
Table A.2 – Calculation definitions of electrical parameters, for 3 phase unbalanced system with neutral.....	65
Table D.1 – PMD SD associated to current sensor or PMD DS associated to voltage sensor	72
Table D.2 – PMD SS with Current Sensor and Voltage Sensor association	73
Table D.3 – Range of applicable performance classes for PMD without its associated external sensors	74
Table D.4 – Range of applicable performance classes when calculating performance class of PMD with its associated external sensors	74
Table D.5 – List of functions affected by uncertainty of external sensors.....	74
Table E.1 – Requirements applicable to PMD and to PMD-A.....	75

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 12: Performance measuring 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

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

FDIS	Report on voting
85/311/FDIS	85/312/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.

This standard is to be used in conjunction with IEC 61557-1 (unless otherwise specified).

A list of all parts of the IEC 61557 series, published under the general title *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – 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 publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

As a complement to protection measures, it becomes more and more necessary to measure different electrical parameters, in order to monitor the required performances in energy distribution systems due to:

- installation standards evolutions, for instance over current detection is now a new requirement for the neutral conductor due to harmonic content;
- technological evolutions (electronic loads, electronic measuring methods, etc.);
- end-users needs (cost saving, compliance with aspects of building regulations, etc..);
- safety and continuity of service;
- 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 organisations and public services.

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

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

Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies requirements for combined performance measuring and monitoring devices that measure and monitor the electrical parameters within electrical distribution systems. These requirements also define the performance, in single and three-phase a.c. or d.c. systems having rated voltages up to 1 000 V a.c. or up to 1 500 V d.c.

These devices are fixed installed or portable. They are intended to be used indoors and/or outdoors. This standard is not applicable for:

- electricity metering equipment that complies with IEC 62053-21, IEC 62053-22 and IEC 62053-23. Nevertheless, uncertainties defined in this standard for active and reactive energy measurement are derived from those defined in the IEC 62053 standards series.
- simple remote relays or simple monitoring relays.

This standard is intended to be used in conjunction with IEC 61557-1 (unless otherwise specified), which specifies the general requirements for measuring and monitoring equipment, as required in IEC 60364-6.

The standard does not include the measurement and monitoring of electrical parameters defined in Parts 2 to 9 of IEC 61557 or in IEC 62020.

Combined performance measuring and monitoring devices (PMD), as defined in this standard, give additional safety information, which aids the verification of the installation and enhances the performance of the distribution systems. For instance, those devices help to check if the level of harmonics is still compliant with the wiring systems as required in IEC 60364-5-52.

The combined performance measuring and monitoring devices (PMD) for electrical parameters described in this standard are used for general industrial and commercial applications. A PMD-A is a specific PMD complying with requirements of IEC 61000-4-30 class A, which may be used in "power quality assessment" applications.

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

- energy management inside the installation;
- monitoring and/or measurement of electrical parameters that may be required or usual;
- measurement and/or monitoring of the quality of energy.

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 mentioned below:

- measurement and indication of several electrical parameters simultaneously;

- energy measurement and/or monitoring, and also sometimes compliance with aspects of building regulations;
- alarms functions;
- power quality (harmonics, over/undervoltages, voltage dips and swells, etc).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60364-6, *Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification*

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

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

IEC 61000-4-30:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

IEC 61010 (all parts), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use*

IEC 61010-1:2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61326-1:2005, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 61557-1:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 1: General requirements*

IEC 62053-21:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)*

IEC 62053-22:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular Requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

IEC 62053-23:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)*

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61557-1, unless otherwise specified in this standard, and the following terms and definitions apply.

3.1 General definitions

3.1.1

performance measuring and monitoring device

PMD

combination in one or more devices of several functional modules dedicated to measuring and monitoring electrical parameters in energy distribution systems or electrical installations. A PMD can be used in connection with sensors (see 4.3)

A PMD that complies with class B as defined in IEC 61000-4-30 is also covered by this definition.

NOTE 1 Under the generic term “monitoring” are also included functions of recording, alarm management etc.

NOTE 2 These devices may include power quality functions.

3.1.2

PMD-A

PMD in which all power quality assessment functions comply with measurement methods and performance requirements according to class A of IEC 61000-4-30 and with complementary requirements (safety, EMC, temperature range, complementary influence quantities, ...) of this standard

NOTE If this device is used for checking the compliance to the connection agreement with a network operator, it should be installed at the interface point between the installation and the network.

3.1.3

power quality assessment functions

power quality functions whose measurement methods are defined in IEC 61000-4-30

3.1.4

specified external sensor

sensor that is chosen in such a way that, connected to a PMD without sensors, the system performance class complies with 4.4.2

3.1.5

current sensor

CS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the current flowing through the primary circuit of this device

NOTE A current transformer (CT) is in general a magnetic current sensor.

3.1.6

compliance voltage

value of the voltage that can be developed at the output of a current generator while conforming to the requirement of the uncertainty specification for that output

NOTE This definition applies to current analogue output signals.

3.1.7 voltage sensor VS

electrical, magnetic, optical or other device intended to transmit a signal corresponding to the voltage across the primary terminals of this device

NOTE A voltage transformer (VT) is in general a magnetic voltage sensor.

3.1.8 self-powered PMD

equipment able to work without an auxiliary power supply

NOTE 1 Self powered PMD have no provision for power supply terminals.

NOTE 2 Self powered PMD includes equipment powered from measurement inputs, internal batteries, or other internal power sources (internal photo-voltaic sources, etc.).

3.1.9 auxiliary power supply

external power supply, either a.c. or d.c. that powers the PMD through dedicated terminals separated from the measurement inputs of the PMD

3.2 Definitions related to uncertainty and performance

3.2.1 reference conditions

appropriate set of specified values and/or ranges of values of influence quantities under which the smallest permissible uncertainties of a measuring instrument are specified

NOTE The ranges specified for the reference conditions, called reference ranges, are not wider, and are usually narrower, than the ranges specified for the rated operating conditions.

[IEC 60359, definition 3.3.10]

3.2.2 intrinsic uncertainty

uncertainty of a measuring instrument when used under reference conditions. In this standard, it is a percentage of the measured value defined in its rated range and with the other influence quantities under reference conditions, unless otherwise stated

[IEC 60359, definition 3.2.10, modified]

3.2.3 influence quantity

quantity which is not the subject of the measurement and whose change affects the relationship between the indication and the result of the measurement

NOTE 1 Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment [IEV].

NOTE 2 As the calibration diagram depends on the influence quantities, in order to assign the result of a measurement it is necessary to know whether the relevant influence quantities lie within the specified range [IEV].

[IEC 60359, definition 3.1.14 modified]

3.2.4 variation (due to a single influence quantity)

difference between the value measured under reference conditions and any value measured within the influence range

NOTE The other performance characteristics and the other influence quantities should stay within the ranges specified for the reference conditions.

3.2.5**(rated) operating conditions**

set of conditions that must be fulfilled during the measurement in order that a calibration diagram may be valid

NOTE Beside the specified measuring range and rated operating ranges for the influence quantities, the conditions may include specified ranges for other performance characteristics and other indications that cannot be expressed as ranges of quantities.

[IEC 60359, definition 3.3.13]

3.2.6**operating uncertainty**

uncertainty under the rated operating conditions

NOTE The operating instrumental uncertainty, like the intrinsic one, is not evaluated by the user of the instrument, but is stated by its manufacturer or calibrator. The statement may be expressed by means of an algebraic relation involving the intrinsic instrumental uncertainty and the values of one or several influence quantities, but such a relation is just a convenient means of expressing a set of operating instrumental uncertainties under different operating conditions, not a functional relation to be used for evaluating the propagation of uncertainty inside the instrument.

[IEC 60359, definition 3.2.11, modified]

3.2.7**overall system uncertainty**

uncertainty including the instrumental uncertainty of several separated instruments (sensors, wires, measuring instrument, etc.) under the rated operating conditions

3.2.8**function performance class**

performance of a single function without external sensors, expressed as a percentage and depending on function intrinsic uncertainty and on variations due to influence quantities

NOTE In this standard, C stands for function performance class.

3.2.9**system performance class**

performance of a single function including specified external sensors expressed as a percentage and depending on function intrinsic uncertainty and on variations due to influence quantities

NOTE In this standard, C stands also for system performance class.

3.2.10**rated frequency**

f_n

value of the frequency in accordance with which the relevant performance of the PMD is fixed

NOTE f_n stands for nominal frequency in IEC 61557-1.

3.2.11**rated current**

I_n

value of current in accordance with which the relevant performance of an PMD operated by an external current sensor (PMD Sx) is fixed

[IEV 314-07-02, modified]

NOTE I_n stands for nominal current in IEC 61557-1.

3.2.12

basic current

I_b

value of current in accordance with which the relevant performance of a direct connected PMD (PMD Dx) is fixed

[IEC 62052-11, definition 3.5.1.2, modified]

3.2.13

starting current

I_{st}

lowest value of the current at which the PMD starts and continues to register

[IEC 62052-11, definition 3.5.1.1, modified]

3.2.14

maximum current

I_{max}

highest value of current at which the PMD meets the uncertainty requirements of this standard

[IEC 62052-11, definition 3.5.2, modified]

3.2.15

rated voltage

U_n

value of the voltage in accordance with which the relevant performances of the PMD are fixed. Depending on the distribution system and its connection to the PMD, this voltage can be either the phase to phase voltage or the phase to neutral voltage

NOTE U_n stands for nominal voltage in IEC 61557-1.

3.2.16

nominal voltage

U_{nom}

a suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[IEV 601-01-21]

3.2.17

minimum voltage

U_{min}

lowest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this standard

3.2.18

maximum voltage

U_{max}

highest value of voltage at which the PMD meets the uncertainty requirements of this standard

3.2.19

declared input voltage

U_{din}

value obtained from the declared supply voltage by a transducer ratio

[IEC 61000-4-30, definition 3.2]

**3.2.20
residual voltage**

U_{resid}
minimum value of U recorded during a voltage dip or interruption

NOTE The residual voltage is expressed as a value in volts, or as a percentage or per unit value of the rated voltage.

[IEC 61000-4-30, definition 3.25, modified]

**3.2.21
demand value**

average value of a quantity over a specified period of time

**3.2.22
peak demand value**

highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset

**3.2.23
thermal demand**

emulation of a thermal demand meter that provides an exponentially time lagged demand, given a constant load, the indication reading 90% of the actual demand in a specified time

NOTE Time is specified by manufacturer, usually 15 min.

**3.2.24
three-phase average value**

in a three- or four-wire system, the arithmetical average of each phase value

**3.2.25
maximum value**

highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset

**3.2.26
minimum value**

lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or last reset

**3.2.27
interval**

period of time used by the PMD to integrate r.m.s. or instantaneous values in order to calculate demand values

3.3 Definitions related to electric phenomena**3.3.1
phase current**

I

value of the current flowing in each phase of an electrical distribution system

**3.3.2
neutral current**

I_N

value of neutral current of an electrical distribution system

3.3.3

phase to phase voltage line to line voltage

U

the voltage between phases

[IEV 601-01-29]

3.3.4

phase to neutral voltage line to neutral voltage

V

voltage between a phase in a polyphase system and the neutral point

[IEV 601-01-30]

3.3.5

frequency

f

value of measured frequencies in an electrical distribution system

3.3.6

power factor

PF

under periodic conditions, ratio of the absolute value of the active power to the apparent power

NOTE This power factor is not the displacement power factor.

[IEV 131-11-46, modified]

3.3.7

amplitude of harmonic current

I_h

value of the amplitude of the current at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.8

amplitude of harmonic voltage

U_h

value of the amplitude of the voltage at harmonic frequencies in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function

3.3.9

stationary harmonics (voltage and current)

harmonic content of the signal with the amplitude variation of each harmonic component remaining constant within $\pm 0,1$ % of the amplitude of the fundamental

3.3.10

quasi-stationary harmonics (voltage and current)

harmonic content of the signal with the amplitude variation of each harmonic component of each contiguous 10/12 cycles window remaining within $\pm 0,1$ % of the fundamental

3.3.11

sub-harmonics (voltage and current)

interharmonic component of harmonic order lower than one

NOTE In this standard sub-harmonic components are restricted to ranks being reciprocal of integers.

[IEV 551-20-10, modified]

3.3.12**flicker**

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time

[IEV 161-08-13]

3.3.13**voltage dip**

temporary reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined threshold

NOTE 1 Interruptions are a special case of a voltage dip. Post-processing may be used to distinguish between voltage dips and interruptions.

NOTE 2 In some areas of the world a voltage dip is referred to as sag. The two terms are considered interchangeable; however, this standard will only use the term voltage dip.

[IEC 61000-4-30, definition 3.30, modified]

3.3.14**voltage swell**

temporary increase of the voltage at a point in the electrical distribution system above a defined threshold

[IEC 61000-4-30, definition 3.31, modified]

3.3.15**voltage interruption**

reduction of the voltage at a point in the electrical distribution system below a defined interruption threshold

3.3.16**amplitude and phase unbalanced voltage**

condition in a three-phase system in which the r.m.s. values of the line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line voltages, are not all equal

NOTE 1 The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative-sequence and zero-sequence components to the positive-sequence component.

NOTE 2 In this standard, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

[IEV 161-08-09, modified]

3.3.17**amplitude unbalanced voltage**

condition in a three-phase system in which the r.m.s. values of the line voltages (fundamental component) are not all equal. Relative phase between the line voltages is not taken into account.

NOTE In this standard, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems.

[IEV 161-08-09, modified]

3.3.18**transient overvoltage**

short-duration overvoltage of few milliseconds or less, oscillatory or non-oscillatory, usually highly damped.

[IEV 604-03-13]

NOTE 1 Transient overvoltages may be immediately followed by temporary overvoltages. In such cases the two overvoltages are considered as separate events.

NOTE 2 IEC 60071-1 defines three types of transient overvoltages, namely slow-front overvoltages, fast-front overvoltages and very fast-front overvoltages according to their time to peak, tail or total duration, and possible superimposed oscillations.

3.3.19

mains signalling voltage

signals transmitted by energy suppliers on public networks for network management purposes, such as the control of some categories of load.

NOTE Technically, mains signalling is a source of interharmonics voltages. In this case, however, the signal voltage is intentionally impressed on a selected part of the supply system. The voltage and frequency of the emitted signal are pre-determined, and the signal is transmitted at particular times.

3.4 Definitions related to measurement techniques

3.4.1

zero blind measurement

measurement technique where the measurement is performed continuously. For digital techniques and for a given sampling rate, no sample shall be missing in the measurement processing.

NOTE When zero blind measurement techniques are used, no assumption is made regarding the stability of the signal, in opposition with non-zero blind measurement techniques, where the signal is considered to be stable during the time where no measurement is done.

3.5 Notations

3.5.1 Functions

Symbol	Function
P	total active power
E_a	total active energy
Q_A / Q_V	total reactive power arithmetic / total reactive power vector
E_{rA} / E_{rV}	total reactive energy arithmetic / total reactive energy vector
S_A / S_V	total apparent power arithmetic / total apparent power vector
E_{apA} / E_{apV}	total apparent energy arithmetic / total apparent energy vector
f	frequency
I	phase current including I_p (current on Line p)
I_N / I_{Nc}	measured neutral current / calculated neutral current
U	voltage including U_{pg} (line p to line g voltage) and V_p (line p to neutral voltage)
U_{din}	declared input voltage [IEC 61000-4-30]
PF_A / PF_V	power factor arithmetic / power factor vector
	NOTE $PF_V = \cos(\varphi)$ when no harmonics are present
P_{st} / P_{lt}	short term flicker / long term flicker
U_{dip}	voltage dips including $U_{pg \text{ dip}}$ (line p to line g) and $V_{p \text{ dip}}$ (line p to neutral)
U_{swl}	voltage swells including $U_{pg \text{ swl}}$ (line p to line g) and $V_{p \text{ swl}}$ (line p to neutral)
U_{tr}	transients overvoltage including $U_{pg \text{ tr}}$ (line p to line g) and $V_{p \text{ tr}}$ (line p to neutral)
U_{int}	voltage Interruption including $U_{pg \text{ int}}$ (line p to line g) and $V_{p \text{ int}}$ (line p to neutral)
U_{nb}	voltage Unbalance phase and amplitude including $V_{p \text{ nb}}$ (line p to neutral)
U_{nba}	voltage Unbalance amplitude including $V_{p \text{ nba}}$ (line p to neutral)
U_h	voltage harmonics including $U_{pg \text{ h}}$ (line p to line g) and $V_{p \text{ h}}$ (line p to neutral)
THD_u	total harmonic distortion voltage related to fundamental
$THD-R_u$	total harmonic distortion voltage related to r.m.s. value

I_h	current harmonics including $I_{p\ h}$ (harmonics on line p)
THD_i	total harmonic current related to fundamental
$THD-R_i$	total harmonic current related to r.m.s. value
Msv	mains signalling voltage

3.5.2 Symbols and abbreviations

$\%U_n$	percentage of U_n
$\%I_n$	percentage of I_n
$\%I_b$	percentage of I_b

3.5.3 Indices

a	active
r	reactive
ap	apparent
n	rated
b	basic
nom	nominal
N	neutral
c	calculated
h	harmonic
i	current
u	voltage
dip	dips
swl	swells
tr	transient
int	interruption
nb	unbalance
nba	amplitude unbalance
A	arithmetic
V	vectorial
min	minimum value
max	maximum value
avg	average value
peak	peak value
resid	residual

4 Requirements

4.1 General requirements

The following requirements as well as those given in IEC 61557-1 shall apply unless otherwise specified hereafter.

For safety requirements, IEC 61010-1, applicable parts of IEC 61010 and additional requirements specified hereafter shall apply.

For electromagnetic compatibility (EMC) requirements, IEC 61326-1 shall apply unless otherwise specified hereafter. For immunity, Table 2 of IEC 61326-1 (Immunity test requirements for equipment intended for use in industrial locations) shall apply. For emission either class A or class B limits as defined in IEC 61326-1 shall apply.

NOTE Guidance for requirements applicable to PMD-A or/and PMD is given in Annex E.

4.2 PMD general architecture

Organisation of the measurement chain: the electrical quantity to be measured may be either directly accessible, as it is generally the case in low-voltage systems, or accessible via measurement sensors like voltage sensors (VS) or current sensors (CS).

Figure 1 below shows the common organisation of a PMD.

In some cases when a PMD does not include the sensors, their associated uncertainties are not considered. When a PMD includes the sensors, their associated uncertainties are considered.

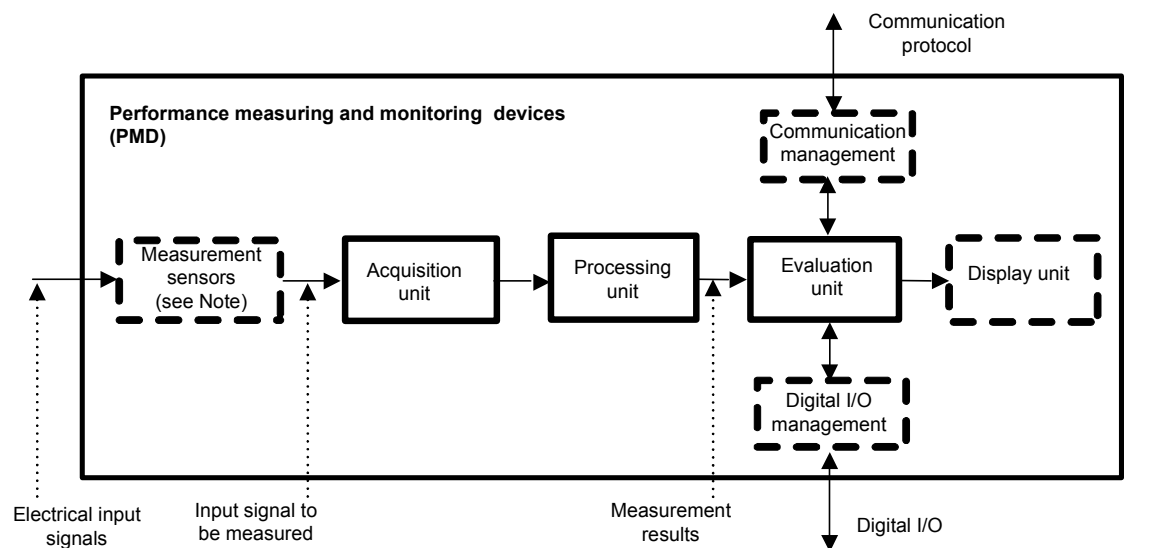


Figure 1 – PMD generic measurement chain

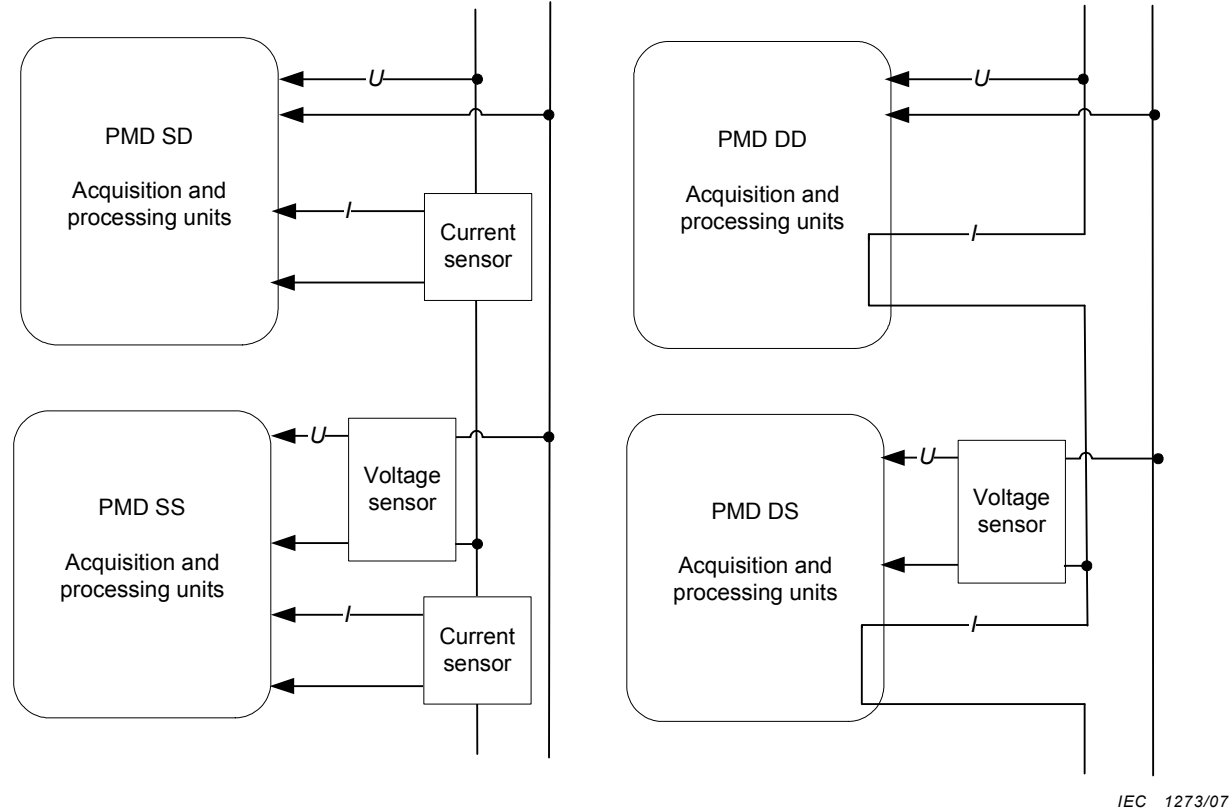
NOTE It is not necessary that the parts in the dotted lines shown in Figure 1 be included in the PMD.

4.3 Classification of PMD

PMD either can have an internal sensor, or may need an external sensor, as shown in Figure 2. Depending on these characteristics, PMD can be split in 4 categories as defined in Table 1.

Table 1 – Classification of PMD

		Current measurement	
		Sensor operated PMD (current sensors out of PMD) → PMD Sx	Direct connected PMD (current sensors in PMD) → PMD Dx
Voltage measurement	Direct connected PMD (voltage sensors in PMD) → PMD xD	PMD SD (Semi-direct insertion)	PMD DD (Direct insertion)
	Sensor operated PMD (voltage sensors out of PMD) → PMD xS	PMD SS (Indirect insertion)	PMD DS (Semi-direct insertion)



IEC 1273/07

NOTE A PMD specified as a PMD Dx (respectively PMD xD) can sometimes under certain conditions be used as a PMD Sx (respectively PMD xS) when used with external sensors provided that it complies with both requirements of PMD Sx and Dx (respectively PMD xS and xD).

Figure 2 – Description of different types of PMD

4.4 List of applicable performance classes

4.4.1 List of applicable function performance classes for PMD without external sensors

Table 2 specifies the list of allowed performance classes for a PMD without external sensors:

Table 2 – List of applicable function performance classes for PMD without external sensors

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	---	---	----	----

4.4.2 List of applicable system performance classes for PMD with external sensors

Table 3 specifies the list of allowed performance classes for a system including a PMD and its external sensors:

Table 3 – List of applicable system performance classes for PMD with external sensors

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	---	---	----	----

It is not allowed to specify a system performance class without specified external sensors.

The requirements for the system performance for a PMD with a specified external sensor are the same as for a direct connected PMD.

NOTE When a PMD Sx or a PMD xS is used with specified external sensors, the system performance class is based on the measured intrinsic uncertainty.

When the sensors are not specified, the system performance class is equal to the uncertainty calculated according to Annex D.

4.5 Operating and reference conditions for PMD

4.5.1 Reference conditions

Table 4 gives the reference conditions for testing:

Table 4 – Reference conditions for testing

Conditions	Reference conditions
Operating temperature	23 °C ± 2 °C or otherwise specified by manufacturer
Relative humidity	40 % to 60 % RH
Auxiliary supply voltage	Rated power supply voltage ±1 %
Phases	Three phases available ^a
Voltages unbalance	≤ 0,1 % ^a
External continuous magnetic field	≤ 40 A/m d.c. ≤ 3 A/m ac at 50/60 Hz
D.c. component on voltage and current	None
Waveform	Sinusoidal
Frequency	Rated frequency (50 Hz or 60 Hz) ±0,2 % ^b
^a Required only in the case of three-phase systems.	
^b PMD should use the standard rated frequencies of 50 Hz or 60 Hz, where possible, although other rated frequencies, or rated frequency ranges, including d.c., may be specified.	

4.5.2 Rated operating conditions

The tables below give the conditions in which functions shall be performed according to their specifications.

4.5.2.1 Rated temperature operating conditions for portable equipment

Table 5 gives the rated operating temperature for portable PMD:

Table 5 – Rated operating temperatures for portable equipment

	K40 temperature class of PMD
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 °C to +40 °C
Limit range of operation (no hardware failures)	–10 °C to +55 °C
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C

4.5.2.2 Rated temperature operating conditions for fixed installed equipment

Table 6 gives the rated operating temperature for fixed installed PMD:

Table 6 – Rated operating temperatures for fixed installed equipment

	K55 temperature class of PMD	K70 temperature class of PMD	Kx^b temperature class of PMD
Rated operating range (with specified uncertainty)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range of operation (no hardware failures)	–5 °C to +55 °C	–25 °C to +70 °C	Above +70 °C and/or under –25 °C ^a
Limit range for storage and shipping	–25 °C to +70 °C	–40 °C to +85 °C	Acc. to manufacturer specification ^a
^a Limits are to be defined by manufacturer according to the application.			
^b Kx stands for extended conditions.			

4.5.2.3 Rated humidity and altitude operating conditions

Table 7 gives the rated operating humidity and altitude for portable and fixed installed PMD:

Table 7 – Humidity and altitude operating conditions

	Standard conditions	Extended conditions
Rated operating range (with specified uncertainty)	0 to 75 % RH ^b	0 to above 75 % RH ^{a b}
Limit range of operation for 30 days/year	0 to 90 % RH ^b	0 to above 90 % RH ^{a b}
Limit range for storage and shipping	0 to 90 % RH ^b	0 to above 90 % RH ^{a b}
Altitude	0 to 2 000 m	0 to above 2000 m ^a
^a Limits are to be defined by manufacturer according to the application.		
^b Relative humidity values are specified without condensation.		

The limits of relative humidity as a function of ambient temperature are shown in Figure 3.

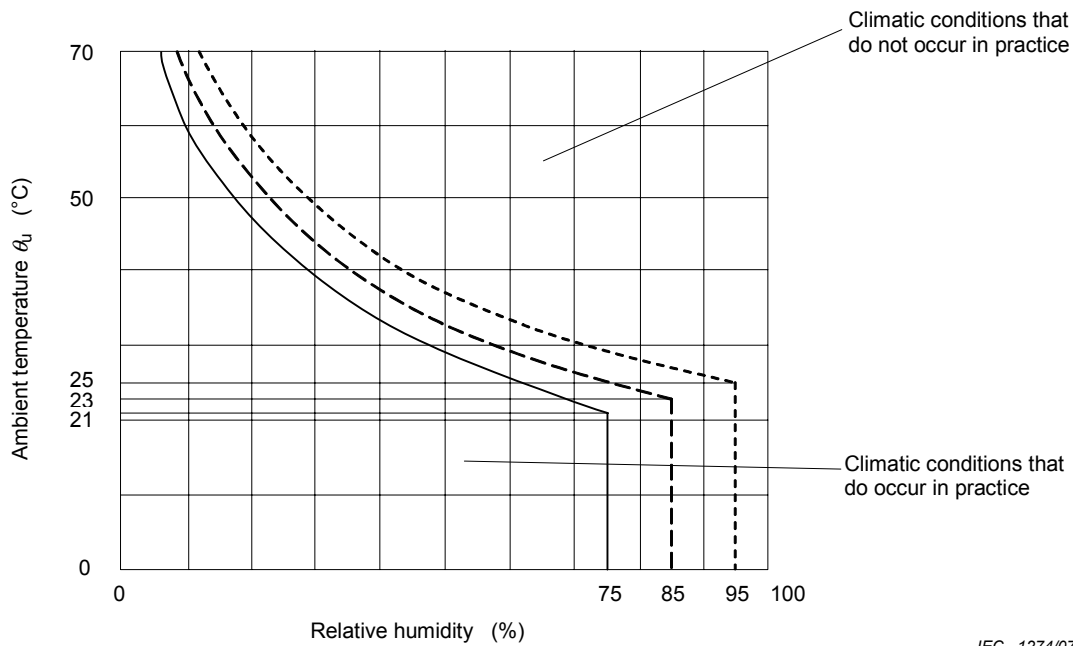


Figure 3 – Relationship between ambient air temperature and relative humidity

4.6 Start-up conditions

Measurement readings shall be available via communications or local user interface 15 s after applying power supply. If the start-up is longer than 15 s, manufacturers shall specify the maximum time until measurement quantities shall be available via communications or local user interface after power supply is applied.

When no communication or local user interface is available, this requirement shall be verified according to the test procedure given in 6.1.14.

4.7 Requirements for PMD functions (except PMD-A)

Subclause 4.7 describes a list of functions. Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed shall be measured.

All functions implemented in the product and covered by this standard shall comply with the requirements of this standard.

4.7.1 Active power (P) and active energy (E_a) measurements

4.7.1.1 Techniques

See Annex A.

Zero blind measurement is required.

4.7.1.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.1.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 8:

Table 8 – Intrinsic uncertainty table for active power and active energy measurement

Specified measuring range		Power factor ^d	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b c}		Unit
Value of current for Direct connected PMD Dx	Value of current for Sensor operated PMD Sx		for C < 1	for C ≥ 1	
$2 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$1 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 2,0 \times C$	No requirement	%
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$5 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,7 \times C + 0,15)$ $\pm (1,7 \times C + 0,15)$	No requirement No requirement	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductive 0,8 capacitive	No requirement No requirement	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$ $\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5 inductive 0,8 capacitive	$\pm (1,0 \times C + 0,1)$ $\pm (1,0 \times C + 0,1)$	$\pm 1,0 \times C$ $\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for active energy function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2, the permitted values for active power function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 – 2,5. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor or voltage sensor are given in Annex D. ^c For active energy measurement class 1 and 2 of this standard, the uncertainty limits of classes 1 and 2 defined in Table 6 of IEC 62053-21 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement class 0,2 and 0,5 of this standard, the uncertainty limits of class 0,2S and 0,5S defined in Table 4 of IEC 62053-22 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. ^d In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case power factor = $\cos \varphi$.					

4.7.1.4 Limits of variations due to influence quantities

The additional variations due to influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in the Table 9:

Table 9 – Influence quantities for active power and active energy measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for <u>D</u> irect connected PMD D _x ^f	Value of current for <u>S</u> ensor operated PMD S _x ^f		for C < 1	for C ≥ 1	
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 & Table 6	10 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 20 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	5 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductive	0,05 x C 0,1 x C	0,05 x C 0,07 x C	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a b}		
					for C < 1	for C ≥ 1	
Auxiliary power supply voltage ^l	rated voltage ±15 %	10 % I _b	10 % I _n	1	0,1 x C	0,1 x C	%
Voltage	80 % U _n < U < 120 % U _n	5 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	2 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 5 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,6 x C + 0,08	0,3 x C + 0,4 0,5 x C + 0,5	% %
Frequency	rated frequency ±2 %	5 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	2 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 5 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductive	0,3 x C + 0,04 0,3 x C + 0,04	0,3 x C + 0,2 0,3 x C + 0,4	% %
Reversed phase sequence	---	10 % I _b	10 % I _n	1	0,15 x C + 0,02	1,5	%
Voltage unbalance	0 to 10 %	I _b	I _n	1	1,5 x C + 0,2	2,0 x C	%
Phase missing ^f	one or 2 phases missing	I _b	I _n	1	2,0 x C	2,0 x C	%
Harmonic components in the current and voltage circuits	voltage, 5 th harmonic: 10 % current, 5 th harmonic: 40 %	50 % I _{max}	50 % I _{max}	1	0,4 x C + 0,3	0,2 x C + 0,6	%

Table 9 (continued)

Influence quantities		Specified measuring range ^e		Power factor ^j	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Influence type	Influence range	Value of current for Direct connected PMD ^{Dx f}	Value of current for Sensor operated PMD ^{Sx f}				
Odd harmonics in the a.c. current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Sub harmonic in the a.c. current circuit	see ^g	50 % I_b	50 % I_n	1	3,0 x C	3,0 x C	%
Common mode voltage rejection on isolated current inputs ^k	0 to maximum voltage to earth (depending on measuring category) ⁱ	10 % I_b	5 % I_n	1	1,0 x C	0,5 x C	%
Permanent a.c. magnetic induction of external origin 0,5 mT ^{c d h}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	1,0 x C + 1,0	%
Electromagnetic RF fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c d}	see ^c and ^d	I_b	I_n	1	3,4 x C + 0,3	1,0 x C + 1,0	%

^a The permitted values for active energy function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2, the permitted values for active power function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 – 2,5

^b For active energy measurement class 1 and 2 of this standard, the variation limits of class 1 and 2 defined in Table 8 of IEC 62053-21 can be used as well as the uncertainty limits given in this table. For active energy measurement class 0,2 and 0,5 of this standard, the variation limits of class 0,2 S and 0,5 S defined in Table 6 of IEC 62053-22 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

^c EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326 standard relating to industrial location.

^d The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^e Currents are balanced unless otherwise specified.

^f Not applicable to self powered PMD.

^g See clause 6.

^h A magnetic induction of external origin of 0,5 mT produced by a current of the same frequency as that of the voltage applied to the PMD and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation exceeding the values shown in this table.

ⁱ Measuring category is defined in IEC 61010-2-030, for instance 300 V common mode voltage for 300 V cat III.

^j In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case power factor = cos ϕ .

^k If current inputs are connected internally or externally to the ground, this requirement is not applicable.

^l These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.7.1.5 Starting and no-load condition

4.7.1.5.1 Start-up of the PMD

See subclause 4.6.

4.7.1.5.2 No load condition (only for energy measurement)

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

NOTE In the case of outside shunt, only the input circuit of the PMD shall be opened.

The minimum test period Δt shall be:

PMD types	Minimum test period Δt for no load condition	
	for $C < 1$	for $C \geq 1$
PMD	$\Delta t = \frac{((100 / C) + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilowatt-hour (imp/kWh);

m is the number of measuring elements;

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.7.1.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in the case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 10.

When starting conditions are met (according to Table 10), intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 10 – Starting current for active power and active energy measurement

PMD types	Power factor ^a	Starting current for PMD of function performance class C	
		for C < 1	for C ≥ 1
PMD Dx	1	$2 \times 10^{-3} \times I_b$	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$1 \times 10^{-3} \times I_n$	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$
^a In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case power factor = cos φ.			

4.7.2 Reactive power (Q_A , Q_V) and reactive energy (E_{rA} , E_{rV}) measurements

4.7.2.1 Techniques

See Annex A.

Zero blind measurement is required.

4.7.2.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.2.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 11:

Table 11 – Intrinsic uncertainty table for reactive power and reactive energy measurement

Specified measuring range		sin φ (inductive or capacitive)	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b c}		Unit
value of current for Direct connected PMD Dx	value of current for Sensor operated PMD Sx		for C < 3	for C ≥ 3	
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
^a The permitted values for reactive energy function performance class C are: 2 – 3; the permitted values for reactive power function performance class C are: 1 – 2 – 3. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor or voltage sensor are given in Annex D. ^c For reactive energy measurement class 2 and 3 of this standard, the uncertainty limits of class 2 and 3 defined in Table 6 of IEC 62053-23 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.					

4.7.2.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 12:

Table 12 – Influence quantities for reactive power and reactive energy measurement

Influence type	Influence quantities	Specified measuring range ^d		$\sin \varphi$ (inductive or capacitive)	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^{a e}		Unit
		Value of current for <u>D</u> irect connected PMD Dx	Value of current for <u>S</u> ensor operated PMD Sx		for C < 3	for C ≥ 3	
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 & Table 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5	0,05 × C 0,075 × C	0,05 × C 0,08 × C	% / K % / K
					Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a b}		
					for C < 3	for C ≥ 3	
Auxiliary power supply voltage ^f	Rated voltage ±15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 × C	0,1 × C	%
Voltage	80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	0,5 × C 0,75 × C	0,66 × C 1,0 × C	% %
Frequency	Rated frequency ±2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductive	1,25 × C 1,25 × C	2,5 2,5	%
Permanent a.c. magnetic induction of external origin 0,5mT ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%
Electromagnetic RF fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{b c}	see ^b and ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%

^a The permitted values for reactive energy function performance class C are: 2 – 3; the permitted values for reactive power function performance class C are: 1 – 2 – 3.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326 standard relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e For reactive energy measurement class 2 and 3 of this standard, the variation limits of class 2 and 3 defined in Table 8 of IEC 62053-23 can be used as well as the uncertainty limits given in this table.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.7.2.5 Starting and no-load condition

4.7.2.5.1 Start-up of the PMD

See subclause 4.6.

4.7.2.5.2 No load condition

When the voltage is applied with no current flowing in the current circuit, the test output of the PMD shall not produce more than one pulse.

For this test, the current circuit shall be open-circuit and a voltage of 115 % of the rated voltage shall be applied to the voltage circuit.

NOTE In case of outside shunt, only the input circuit shall be open circuited.

The minimum test period Δt shall be:

PMD types	Minimum test period Δt for no load condition	
	for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$	$\Delta t = \frac{((1080 / C) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$

where

C is the function performance class;

k is the number of pulses emitted by the output device of the PMD per kilovar-hour (imp/kvarh);

m is the number of measuring elements;

U_n is the rated voltage in volts;

$I_{\max}$ is the maximum current in amperes.

For transformer-operated PMD with primary or half-primary registers, the constant k shall correspond to the secondary values (voltage and current).

4.7.2.5.3 Starting current

The PMD shall start and continue to register at the starting current values (and in case of three-phase meters, with balanced load) shown in Table 13.

When starting conditions are met (according to Table 13) intrinsic uncertainty shall be between –40 % and +90 % of measured values.

If the PMD is designed for the measurement of energy in both directions, then this test shall be applied with energy flowing in each direction.

Table 13 – Starting current for reactive energy measurement

PMD types	sin ϕ (inductive or capacitive)	Starting current for PMD of function performance class C	
		for $C < 3$	for $C \geq 3$
PMD Dx	1	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$	$(5 \times C - 5) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$	$(2 \times C - 1) \times 10^{-3} \times I_n$

4.7.3 Apparent power (S_A , S_V) and apparent energy (E_{apA} , E_{apV}) measurements

4.7.3.1 Techniques

See Annex A.

Zero blind measurement is required.

4.7.3.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.3.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed the limits given in Table 14:

Table 14 – Intrinsic uncertainty table for apparent power and apparent energy measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}		Unit
Value of current for <u>D</u> irect connected PMD Dx	Value of current for <u>S</u> ensor operated PMD Sx	for $C < 1$	for $C \geq 1$	
$5 \% I_b < I \leq 10 \% I_b$	$2 \% I_n < I \leq 5 \% I_n$	$\pm 2,0 \times C$	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b < I \leq I_{max}$	$5 \% I_n < I \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a The permitted values for function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2

^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor or voltage sensor are given in Annex D.

4.7.3.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 15:

Table 15 – Influence quantities for apparent power and apparent energy measurement

Influence type		Influence quantities		Specified measuring range ^d		Power factor ^e	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a		Unit
		Influence range	Value of current for <u>D</u> irect connected PMD Dx	Value of current for <u>S</u> ensor operated PMD Sx	for C < 1		for C ≥ 1		
Ambient temperature		According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$0,05 \times C$	$0,05 \times C$	% / K	
						Limits of variation for PMD of function performance class C ^{a b}			
						for C < 1	for C ≥ 1		
Auxiliary power supply voltage ^f		Rated voltage ±15 %	$10 \% I_b$	$10 \% I_n$	1	$0,1 \times C$	$0,1 \times C$	%	
Voltage		$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$5 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$ $10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$2 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$ $5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0,5 inductive	$0,3 \times C + 0,04$ $0,6 \times C + 0,08$	$0,3 \times C + 0,4$ $0,5 \times C + 0,5$	%	
Continuous magnetic induction of external origin 0,5mT ^{c d}		see ^c and ^d	I_b	I_n	1	2,0	$1,0 \times C + 1,0$	%	
Electromagnetic RF fields ^{c d}		see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%	
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields ^{c d}		see ^c and ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%	

^a The permitted values for function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b EMC levels and test conditions are defined in IEC 61326 standard relating to industrial location.

^c The EMC influence quantities are applicable only for energy measurements.

^d Currents are balanced unless otherwise specified.

^e In reference conditions, signals are sinusoidal, so in this case power factor = cos φ.

^f These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.7.4 Frequency (f) measurements

4.7.4.1 Techniques

Zero blind measurement is not required.

4.7.4.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- Voltage: 50 % U_n to U_{max} ; or
- Current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max} , for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max}

NOTE Frequency is usually measured from voltage function of PMD; current rated range of operation has to be considered only if this function does not exist in the PMD.

4.7.4.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 16:

Table 16 – Intrinsic uncertainty table for frequency measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
45 Hz to 55 Hz or 55 Hz to 65 Hz	$\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5.		
^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external CS or VS are given in Annex D.		

4.7.4.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 17:

Table 17 – Influence quantities for frequency measurement

Influence quantities		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range or influence level		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$0,1 \times C$	% / K
		Limits of variation for PMD of function performance class C^a	
Voltage	50 % U_n to U_{max}	$0,2 \times C$	%
Harmonics in the voltage circuits ^b	3 rd harmonic 10 % 5 th harmonic 12 % 7 th harmonic 10 % 9 th harmonic 3 % 11 th harmonic 7 % 13 th harmonic 6 % 15 th harmonic 1 %	$0,2 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5			
^b All harmonics components have the same relative phase, but in opposite phase referred to the fundamental.			

4.7.5 R.m.s. phase current (I) and neutral current (I_N , I_{Nc}) measurements

4.7.5.1 Techniques

See Annex A.

Zero blind measurement is not required.

4.7.5.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 18 and Table 19:

4.7.5.2.1 Rated range of operation for phase current

Table 18 – Rated range of operation for phase current measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

4.7.5.2.2 Rated range of operation for measured neutral current (with a sensor) and calculated neutral current (from phase currents)

Table 19 – Rated range of operation for neutral current measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD Sx	10 % I_n to 120 % I_n	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	2
PMD Dx	20 % I_b to I_{max}	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	2

NOTE The nominal current of the neutral current sensor may be different from the one for phase current sensor.

4.7.5.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 20, Table 21 and Table 22.

4.7.5.3.1 Intrinsic uncertainty table for phase current

Table 20 – Intrinsic uncertainty table for phase current

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
value of current for Direct connected PMD Dx	value of current for Sensor operated PMD Sx		
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor are given in Annex D.			

4.7.5.3.2 Intrinsic uncertainty table for measured neutral current (with a sensor)

Table 21 – Intrinsic uncertainty table for neutral current measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
value of current for Direct connected PMD Dx	value of current for Sensor operated PMD Sx		
$20 \% I_b \leq I_N \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I_N \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor are given in Annex D.			

4.7.5.3.3 Intrinsic uncertainty table for calculated neutral current (from phase currents)

Table 22 – Intrinsic uncertainty table for neutral current calculation

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b d}	Unit
value of current for Direct connected PMD Dx	value of current for Sensor operated PMD Sx		
$20 \% I_b \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	% ^c
^a The permitted values for function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor are given in Annex D. ^c Uncertainty shall be expressed as a percentage of the phase current, whose current is the largest. ^d Performance class C refers to Phase current performance class.			

4.7.5.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 23:

Table 23 – Influence quantities for phase current and neutral current measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	For current <u>Direct</u> connected PMD Dx	For current Sensor operated PMD Sx		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$20\% I_b \leq I \leq I_{max}$	$10\% I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage $\pm 15\%$	$20\% I_b$	$10\% I_n$	$0,1 \times C$	%

^a The permitted values for function performance class C for measured neutral current are: 0,2 – 0,5 – 1 – 2 The permitted values for function performance class C for calculated neutral current are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b Influence quantities for phase current are defined with balanced currents in three-phase distribution system.

^c These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.7.6 R.m.s. voltage (U) measurements

4.7.6.1 Technique

See Annex A.

Zero blind measurement is not required.

4.7.6.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 24:

Table 24 – Rated range of operation for r.m.s. voltage measurement

PMD types	Specified measuring range	Minimum bandwidth (harmonic)	Crest factor
PMD xS	20 % U_n to 120 % U_n see NOTE	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5
PMD xD	As specified by manufacturer	45 Hz to 15 times rated frequency or d.c. and 45 Hz to 15 times rated frequency	1,5

NOTE Between 20% of U_n and 50% of U_n , PMD using frequency detection circuits not operating in all the rated range can measure voltage with the last consistent measured value of frequency.

4.7.6.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 25:

Table 25 – Intrinsic uncertainty table for r.m.s. voltage measurement

Specified measuring range		Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class $C^{a b}$	Unit
Value of voltage for <u>D</u> irect connected PMD xD	Value of voltage for <u>S</u> ensor operated PMD xS		
$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}^c$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}^c$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external CS or VS are given in Annex D. ^c Manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account minimum measuring range of Table 24.			

4.7.6.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 26:

Table 26 – Influence quantities for r.m.s. voltage measurement

Influence quantities		Specified measuring range ^b		Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
Influence type	Influence range	value of voltage for <u>D</u> irect connected PMD xD	value of voltage for <u>S</u> ensor operated PMD xS		
Ambient temperature	According to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	Rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	%

^a The permitted values for function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.
^b Manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account specified measuring range of Table 24.
^c These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a large dynamic supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.

4.7.7 Power factor (PF_A , PF_V) measurements

4.7.7.1 Techniques

See Annex A.

4.7.7.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated ranges:

- Voltage: 50 % U_n to U_{max} or;
- Current: for PMD Dx: 20 % I_b to I_{max}
for PMD Sx: 10 % I_n to I_{max}

4.7.7.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 27:

Table 27 – Intrinsic uncertainty table for power factor measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
From 0,5 inductive to 0,8 capacitive	$\pm 0,1 \times C$	^c
^a The permitted values for function performance class C are: 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor or voltage sensor are given in Annex D. ^c No units.		

4.7.7.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations from intrinsic uncertainties shall be calculated according to Table 9 and Table 15 for power factor 1 and 0,5 inductive, within the rated ranges of operation, taking into account the worst case combination of uncertainties.

4.7.8 Short term flicker (P_{st}) and long term flicker (P_{lt}) measurements

4.7.8.1 Techniques

See IEC 61000-4-15.

4.7.8.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- Voltage: 80 % U_n to U_{max}

4.7.8.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 28:

Table 28 – Intrinsic uncertainty table for flicker measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Unit
From 0,4 to 2	$\pm 1,0 \times C$	%
^a The permitted values for function performance class C are: 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10.		

4.7.9 Voltage dip (U_{dip}) and voltage swell (U_{swl}) measurements

4.7.9.1 Techniques

See Annex A. Zero blind measurement is required.

Requirements in 5.4 of IEC 61000-4-30 apply, with the following modifications:

- in this part, either a fixed reference voltage or a sliding reference voltage with a one-minute time constant first order filter are required as threshold value for voltage dips or voltage swells detection;
- in this part, a synchronisation on zero crossing of voltage fundamental is not required.

4.7.9.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 29:

Table 29 – Rated range of operation for voltage dips and swells measurement

PMD types	Minimum threshold range settable for voltage dip	Minimum threshold range settable for voltage swell
PMD xS	From 5 % U_n to 100 % U_n	from 100 % U_n to 120 % U_n
PMD xD	As specified by manufacturer	as specified by manufacturer

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.7.9.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 30:

Table 30 – Intrinsic uncertainty table for voltage dips and swells measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b c}	Unit
Dips, residual voltage and swells overvoltage	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Dips duration and swells duration	One period at the network frequency	ms ^d
^a The permitted values for function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external voltage sensor are given in Annex D. ^c The uncertainty of a dip or swell duration is equal to the dip or swell commencement uncertainty (half a cycle) plus the dip or swell conclusion uncertainty (half a cycle). ^d This is a fixed uncertainty.		

4.7.9.4 Limits of variation due to influence quantities

The additional variations due to change of influence quantities with respect to reference conditions as given in 4.5.1, shall not exceed the limits for the relevant performance class given in Table 31:

Table 31 – Influence quantities for dips and swells measurement

Influence type	Influence quantities		Specified measuring range ^b value of voltage for Sensor operated PMD xS	Temperature coefficient for PMD of function performance class C ^a	Unit
	Influence range	value of voltage for Direct connected PMD xD			
Ambient temperature	according to rated operating range of Table 5 and Table 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limits of variation for PMD of function performance class C ^a	
Auxiliary power supply voltage ^c	rated voltage ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	% U_n
Frequency	rated frequency ± 10 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,5 \times C$	% U_n
^a The permitted values for function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.					
^b Manufacturer can define $U_{\max}$ and $U_{\min}$, taking into account minimum measuring range of Table 29.					
^c These limits are settled for a PMD powered by mains supply voltage. In the case of a larger range of the supply voltage a.c or d.c., tests shall be done at least at lower input value and upper input value of this range. In any case, PMD shall comply with the requirement for all the specified supply voltage ranges.					

4.7.10 Transients overvoltage (U_{tr}) measurements

4.7.10.1 Techniques

See Annex A of IEC 61000-4-30.

Zero blind measurement is required.

Reference waveform: 1,2/50 μ s as defined in IEC 61000-4-5

4.7.10.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated ranges given in Table 32.

4.7.10.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 32:

Table 32 – Intrinsic uncertainty table for transient overvoltage measurement

Specified measuring range for PMD of function performance class C	Intrinsic uncertainty limits for PMD	Resolution for duration measurement ^b
0 to U_{tr} ^a	$\pm 3,0 \% \times U_{tr}$	5 μ s
^a The recommended values for the specified measuring range are 6 kV – 4 kV – 2,5 kV – 1,5 kV – 0,8 kV.		
^b Duration measurement is optional. If it is provided, it shall be made at 50 % of the peak value of the transient.		

4.7.11 Voltage interruption (U_{int}) measurements

4.7.11.1 Techniques

See Annex A.

Zero blind measurement is required.

Subclause 5.4 of IEC 61000-4-30 applies excepted that, in this part, a synchronisation on zero crossing of voltage fundamental is not required.

NOTE This measurement is possible only if the neutral wire is connected to the PMD.

4.7.11.2 Rated range of operation

The manufacturer shall choose at least one value for the threshold of voltage interruption detection included in the range 1 % to 5 % of U_n .

Minimum detectable duration shall be equal at least to one period of the measured voltage.

4.7.11.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 33:

Table 33 – Intrinsic uncertainty table for voltage interruption measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
Interruptions from 0 % to 5 % of U_n	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Interruption duration	Less than two periods at the network frequency	ms ^c

^a The permitted values for function performance class C are: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.
^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external voltage sensor are given in Annex D.
^c This is a fixed uncertainty.

4.7.12 Voltage unbalance (U_{nb} , U_{nba}) measurements

4.7.12.1 Techniques

Zero blind measurement is not required.

According to manufacturer specification, one of the following functions shall be implemented:

- amplitude voltage unbalance (U_{nba}): see Annex A
- amplitude and phase voltage unbalance (U_{nb}): see IEC 61000-4-30

4.7.12.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the following rated range:

- between 80 % and 120 % of U_n

4.7.12.3 Intrinsic uncertainty table

The intrinsic uncertainty under reference conditions shall not exceed limits given in Table 34:

Table 34 – Intrinsic uncertainty table for voltage unbalance measurement

Indicated range of U_{nb} or U_{nba}	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^a	Resolution	Unit
0 % to 10 %	$\pm 1 \times C$ ^b	$\pm 0,1$	%

^a The permitted values for function performance class C are: 0,2 – 0,5 – 1.
^b The diagram below shows an example of uncertainty limits for class 0,5:

Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class 0,5

4,5% 5,5%

4.7.13 Voltage harmonics (U_h) and voltage THD (THD_u and $THD-R_u$) measurements

4.7.13.1 Techniques

Manufacturer shall specify sampling frequency, number of ranks, windows and filtering methods, aggregation method.

NOTE 1 IEC 61000-4-7 compliance is not mandatory.

Zero blind measurement is not required.

NOTE 2 When zero blind measurement is not implemented, only stationary and quasi-stationary harmonics can be measured.

4.7.13.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 35:

Table 35 – Rated range of operation for voltage harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.7.13.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 36 and Table 37 applies for a single tone stationary harmonic signal over the whole working conditions.

Table 36 – Intrinsic uncertainty table for voltage harmonics measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
$U_h > 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	$\% U_h$
$U_h \leq 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 0,15 \times C$	$\% U_n$
^a The permitted values for function performance class C are: 1 – 2 – 5. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external voltage sensor are given in Annex D.		

Table 37 – Intrinsic uncertainty table for voltage THD_u or $THD-R_u$ measurement

Specified measuring range for voltage THD	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
0 % to 20 %	$\pm 0,3 \times C$ ^c	point ^c
^a The permitted values for function performance class C are: 1 – 2 – 5. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external voltage sensor are given in Annex D. ^c $0,3 \times C$ is a constant uncertainty. For example with 10 % of THD, if $C = 1$, the measured value may be between 9,7 and 10,3.		

4.7.14 Current harmonics (I_h) and current THD (THD_i and $THD-R_i$) measurements

4.7.14.1 Techniques

According to manufacturer specification: sampling frequency, number of ranks, windows and filtering methods, aggregation method.

Zero blind measurement is not required.

NOTE When zero blind measurement is not implemented, only stationary and quasi-stationary harmonics can be measured.

4.7.14.2 Rated range of operation

The intrinsic uncertainty requirements shall apply within the rated range given in Table 38:

Table 38 – Rated range of operation for current harmonics measurement

PMD types	Minimum bandwidth	Fundamental frequency range
PMD	15 times rated frequency	45 Hz to 65 Hz

4.7.14.3 Intrinsic uncertainty table

The uncertainty indicated in Table 39 and Table 40 apply for a single tone stationary harmonic signal over the whole working condition.

Table 39 – Intrinsic uncertainty table for current harmonics measurement

PMD types	Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class C ^{a b}	Unit
PMD-Sx	$I_h > 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	$\%I_h$
	$I_h \leq 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	$\%I_n$
PMD-Dx	$I_h > 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 5,0$	$\%I_h$
	$I_h \leq 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	$\%I_b$
^a The permitted values for function performance class C are: 1 – 2 – 5. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor are given in Annex D.			

Table 40 – Intrinsic uncertainty table for current THD_i and $THD-R_i$ measurement

Specified measuring range	Intrinsic uncertainty limits for PMD of function performance class $C^{a\ b}$	Unit
0 % to 100 %	$\pm 0,3 \times C^c$	point ^c
100 % to 200 %	$\pm 0,3 \times C \times THD / 100^d$	point ^c
^a The permitted values for function performance class C are: 1 – 2 – 5. ^b The permitted values and formula to calculate the system performance class of a PMD with an external current sensor are given in Annex D. ^c $0,3 \times C$ is an absolute uncertainty. For example with 10 % of THD, if $C = 1$, the measured value may be between 9,7 and 10,3. ^d THD is the measured value of current THD expressed in %.		

4.7.15 Minimum, maximum, peak, three-phases average and demand measurements

4.7.15.1 Rated range of operation

Manufacturer shall specify rated range of operation.

4.7.15.2 Intrinsic uncertainty table

Uncertainty on these values (minimum, maximum, ...) shall be the same as those from the corresponding measurements used to calculate these values.

For instance, a PMD claiming a class C performance on power measurement shall have to comply with the same performance class C for the power demand measurement if any.

Calculation methods are specified in Annex B.

4.8 Requirements for PMD-A functions

Measuring uncertainties, measuring methods, measuring ranges, testing methods shall comply with IEC 61000-4-30 class A, and the complementary characteristics given in Table 41 below.

Depending on the purpose of the measurement, all or a subset of the functions listed in Table 41 shall be measured.

NOTE For contractual applications, all functions listed in Table 41 may be necessary.

Any "power quality assessment function" of a PMD-A shall comply with the measurement methods and measurement uncertainty defined for class A in IEC 61000-4-30.

Each function shall comply with IEC 61000-4-30 within operating conditions specified in 4.5.2 of this standard.

For PMD-A, the maximum variation caused by change of ambient temperature within the specified temperature operating range according to 4.5 shall not exceed $1,0 \times$ measuring uncertainty as specified in IEC 61000-4-30. Manufacturers shall specify the variation as required in Note 2, subclause 4.1 of IEC 61000-4-30.

Table 41 – Complementary characteristics of PMD-A

Function	Other complementary characteristics
f	Range of operation: 50 % U_{din} to U_{max} or 1 % U_{din} to U_{max} if dips and swells are in concern. See Note.
U	No complementary characteristics.
P_{st}, P_{lt}	No complementary characteristics.
U_{dip}	Threshold settable from 50 % to 120 % of U_{din} ; Hysteresis: 2 % of U_{din}
U_{swl}	Threshold settable from 50 % to 120 % of U_{din} ; Hysteresis: 2 % of U_{din}
U_{int}	Threshold settable from 0,5 % to 10 % of U_{din} ; Duration measurement uncertainty < 2 cycles
U_{nb}	Limit settable from 0 % to 5 %; Resolution: 0,05 % minimum
U_h	Requirement is to measure up to 50 th rank, consequently minimum frequency bandwidth shall be at least 51 times the rated frequency.
I_h	No complementary characteristics.
Msv	Threshold settable from 0,1 % to 10 % of U_{din}
NOTE Between 1% of U_{din} and 50% of U_{din} , PMD using frequency detection circuits can measure voltage with the last consistent measured value of frequency.	

4.9 General mechanical requirements

4.9.1 Vibration requirements

Requirements for portable equipment are described in IEC 61557-1. For fixed installed equipment the requirement is as below:

- amplitude: 0,35 mm;
- frequency: 25 Hz;
- duration: 20 min in each 3 directions;
- PMD under test must be powered on.

The PMD functions shall remain in their specifications during the test.

4.9.2 IP requirements

Manufacturer shall document equipment IP according to IEC 60529. The minimum requirements are given in Table 42, which specifies minimum IP requirements for the different kind of housings of PMD:

Table 42 – Minimum IP requirements for PMD

Kind of PMD	Front panel	Housing, except front panel
Fixed installed PMD → panel mounted devices.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → modular devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 40	IP 2X
Fixed installed PMD → housing devices snapped on DIN rails within distribution panel.	IP 2X	IP 2X
Portable PMD	IP 40	IP 40

4.10 Safety requirements

PMD shall comply with safety requirements of IEC 61010, and in addition with the requirements of the following subclauses.

NOTE 1 Class II requirement as stated in IEC 61557-1 is not mandatory.

NOTE 2 Protection classes are defined in IEC 61140.

4.10.1 Clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances shall be selected at least in accordance with:

- pollution degree 2;
- measurement category III for measuring input circuits;
- overvoltage category III for mains circuits.

NOTE 1 Measurement category is defined in IEC 61010-2-030.

NOTE 2 For portable equipment, overvoltage category II is acceptable only for mains circuits powered from socket outlets.

4.10.2 Connection of a fixed installed PMD with a current transformer

When a hazardous situation can be the result of an unintended disconnection of a current transformer from its PMD, connections of the current inputs shall be designed in such a way to prevent open circuit condition. This condition may be achieved either by removable auto short-circuiting connectors or screwable connectors or fixed connections or external protective devices, or protective devices integrated in the current transformer.

4.10.3 Connection of a PMD with a high voltage sensor

The connection of a PMD xS or a PMD xD with external high voltage sensors (e.g. for systems with rated voltages higher than 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.) is allowed, provided that design features of such sensors prevent any hazards.

4.10.4 Accessible parts

Requirements for accessible parts as defined in IEC 61010 apply.

Circuits intended to be connected to an external accessible circuit shall be considered as accessible conductive parts, e.g. communication circuits.

A communication port that may be connected to a data system shall also be considered as an accessible conductive part.

These accessible conductive parts require protection against single fault condition.

NOTE Basic insulation is not a sufficient protection against single fault condition. Examples of relevant insulation is double insulation or reinforced insulation, etc., see IEC 61010.

4.10.5 Hazardous live parts

In a distribution system, neutral conductor shall be considered as a hazardous live part.

4.11 Analog outputs

4.11.1 General requirements

The global uncertainty of each analogue output representing a measured parameter shall be in the uncertainty limits specified for the measurement of that parameter in Clause 4 unless otherwise specified.

NOTE 1 For testing of analog outputs, see 6.1.11. For a PMD fitted with analog outputs the requirements specified in 4.11.5 shall apply.

NOTE 2 The current analog output signal should be 4 mA to 20 mA, but 0 mA to 20 mA is also possible.

NOTE 3 The preferred voltage output signal is 0 V to 10 V. Voltages 0 V to ± 1 V and 0 V to -10 V are also possible.

4.11.2 Compliance voltage

Current output signals shall have a compliance voltage of at least 10 V. The actual compliance voltage shall be specified in the accompanying documentation (see 5.2).

When tested in accordance with the compliance voltage tests of 6.1.11.2 the uncertainty of the analog output shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale for a PMD with an analog output of performance class C.

4.11.3 Analog output ripple content

When tested in accordance with 6.1.11.3 the maximum ripple content in the output signal for an output of performance class C shall not exceed $(2 \times C)$ % of full scale of the maximum specified output signal.

4.11.4 Analog output response time

The response time of the analog output, in accordance with 6.1.11.4, for both increasing and decreasing inputs if different, shall be specified in the accompanying documentation (see 5.2).

4.11.5 Limiting value of the analog output signal

The output signal shall be limited to a maximum of twice the rated maximum output signal. For bipolar outputs, this shall apply in both directions.

When tested in accordance with 6.1.11.5 when the measurement is not between the lower and upper values represented by the maximum and minimum output signals, the meter shall not, under any conditions of operation except loss of auxiliary power, produce an output having a value between its maximum and minimum output signals.

4.11.6 Pulse outputs

For those outputs, subclause 4.1 of IEC 62053-31 (functional requirements) shall apply.

5 Marking and operating instructions

Marking and operating instructions shall comply with IEC 61010 and IEC 61557-1, unless otherwise specified in this standard.

5.1 Marking

Marking requirements as defined in IEC 61010 shall apply. In addition, but not in contradiction, the following markings shall be clearly readable and indelible:

- wiring diagrams or Symbol 14 according to IEC 61010-1;
- if necessary, also inside the device, serial number, year of manufacturing or type designation.

5.2 Operating and installation instructions

Operating instructions defined in IEC 61010 shall apply. In addition, but not in contradiction, the following requirements apply:

5.2.1 General characteristics

The following characteristics shall be documented:

- calibration period, if a calibration is necessary;
- the rated voltage in one of the following forms:
 - the number of active conductors of the connecting system if more than one, and the applicable voltage at the PMD terminals of the voltage circuit(s);
 - the nominal voltage of the system or the secondary voltage of the instrument transformer to which the PMD is intended to be connected;
- for direct connected PMD, the basic current (I_b) and the maximum current (I_{max}) expressed. For example: 10-40 A or 10(40) A for a PMD having a basic current of 10 A and a maximum current of 40 A;
- for current transformer-operated PMD, the rated secondary current (I_n) of the transformer(s) and the maximum secondary current (I_{max}) of the transformer which the PMD should be connected to. For example: /5 (6,5) A.
- for sensor-operated PMD, the main characteristics of the corresponding PMD input. For example: 1 V / 1 000 A;
- the rated frequency or frequency range in Hz;
- for energy measurement, the meter constant if any;
- start-up time, if it is longer than 15 s.

5.2.2 Essential characteristics

5.2.2.1 Characteristics of PMD

Characteristics of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 43 with the following items:

- a) power quality assessment function (if any);
- b) classification of PMD according to 4.3;
- c) temperature according to 4.5.2.1 and 4.5.2.2;
- d) humidity and altitude conditions according to 4.5.2.3;
- e) active power or active energy function (if existing) performance class according to 4.7.1.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 43 – PMD specification form

Type of characteristic	Examples of possible characteristic value	Other complementary characteristics
Power quality assessment function (if any)	-A or blank	
Classification of PMD according to 4.3	SD or DS or DD or SS	
Temperature	K40 or K55 or K70 or Kx	
Humidity + altitude	Blank or extended values	
Active power or active energy function (if function available) performance class	0,1 or 0,2 or 0,5 or 1 or 2	

NOTE It is strongly recommended that all items be listed, and only existing ones be specified.

5.2.2.2 Characteristics of functions

Characteristics of functions of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 44 with the following items:

- a) function symbols as defined in Table 44;
- b) function performance class according to this standard;
- c) measuring range for the specified performance class;
- d) other complementary characteristics.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 44 – Characteristics specification template

function symbols	Function performance class according to IEC 61557-12	Measuring range	Other complementary characteristics
P			
Q_A, Q_V			
S_A, S_V			
E_a			
E_{rA}, E_{rV}			
E_{apA}, E_{apV}			
f			
I			
I_N, I_{Nc}			
U			
PF_A, PF_V			
P_{st}, P_{lt}			
U_{dip}			
U_{swl}			
U_{tr}			
U_{int}			
U_{nba}			
U_{nb}			
U_h			
THD_u			
$THD-R_u$			
I_h			
THD_i			
$THD-R_i$			
Msv			

NOTE It is strongly recommended that all functions be listed, and only existing ones be specified.

5.2.2.3 Characteristics of "Power quality assessment functions"

Characteristics of the "power quality assessment functions" of the PMD shall be specified in a table as specified in Table 45 with the following items:

- function symbols as defined in Table 45;
- function performance class according to this standard;
- measuring range for the specified performance class;
- other complementary characteristics;
- measurement method class according to IEC 61000-4-30.

The sequence of function symbols shall be the following:

Table 45 – Characteristics specification template

function symbols	Function performance class according to IEC 61557-12	Measuring range	Other complementary characteristics	Class acc. to IEC 61000-4-30 if any
f				
I				
I_N, I_{Nc}				
U				
P_{st}, P_{lt}				
U_{dip}				
U_{swl}				
U_{int}				
U_{nba}				
U_{nb}				
U_h				
I_h				
Msv				

NOTE It is strongly recommended that all functions be listed, and only existing ones be specified.

5.2.3 Safety characteristics

5.2.3.1 Insulation between circuits

For safety reasons, accessible parts shall be defined and documented.

Manufacturer shall state the type of insulation according to IEC 61010 used between each independent circuit (e.g. basic insulation, double or reinforced insulation, etc.)

6 Tests

Measuring equipment shall be tested in accordance with IEC 61557-1 unless otherwise specified.

All tests shall be carried out under reference conditions unless otherwise specified. The reference conditions are stated in 4.5.1 of this standard.

6.1 Type tests of PMD

Type tests shall be executed to check the compliance with the requirements of 4.7, 4.6 and 4.5. For some of them, tests of the influence quantities on several functions can be combined if applicable (e.g. test of influence of temperature done on active power measurement can be done at the same time as those of voltage and current).

6.1.1 Test of temperature influence

The temperature coefficient shall be determined for the whole operating range. The operating temperature range shall be divided into 20 K wide ranges. The temperature coefficient shall then be determined for each of these ranges, by taking measurements 10 K above and 10 K below the middle of the range. During the test, the temperature shall be in no case outside the specified operating temperature range.

The indicated temperature coefficient shall be the greatest one.

6.1.2 Active power

6.1.2.1 Influence of harmonics in current and voltage circuits

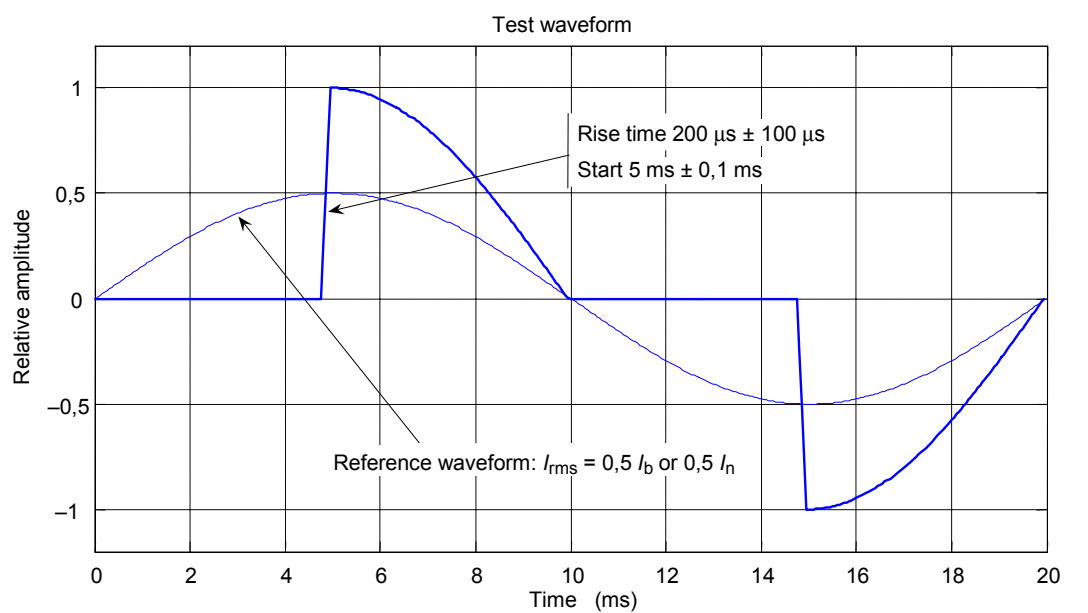
Test conditions shall be:

- fundamental frequency current: $I_1 = 50\%$ of $I_{\max}$;
- fundamental frequency voltage: $U_1 = U_n$;
- fundamental frequency power factor: 1;
- content of 5th harmonic voltage: $U_5 = 10\%$ of U_n ;
- content of 5th harmonic current: $I_5 = 40\%$ of I_1 ;
- harmonic power factor: 1;
- fundamental and harmonic voltages are in phase, at positive zero crossing;
- the total active power is $1,04 \times P_1 = 1,04 \times U_1 \times I_1$.

6.1.2.2 Influence of odd harmonics in the current circuit

The peak value of the test waveform shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$.

The following current test waveform shall be generated:



IEC 1275/07

Figure 4 – Waveform for odd harmonics influence test on active power measurement

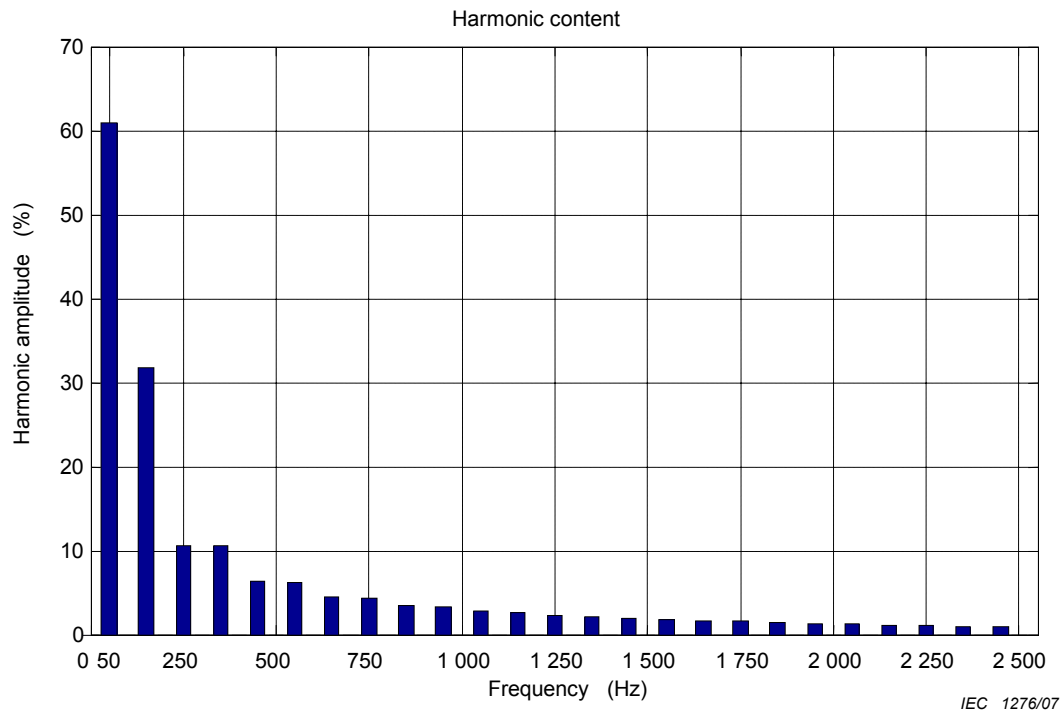


Figure 5 – Spectral content for odd harmonics influence test on active power measurement

NOTE 1 The reference waveform and the distorted waveform result in the same active power or active energy.

NOTE 2 The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they must be adapted accordingly.

6.1.2.3 Influence of sub-harmonics

The peak value shall be equal to $\sqrt{2} \times I_b$ or to $\sqrt{2} \times I_n$. Cycle of the signal is made of 2 full waves followed by 2 non-signal periods.

The following test waveform shall be generated:

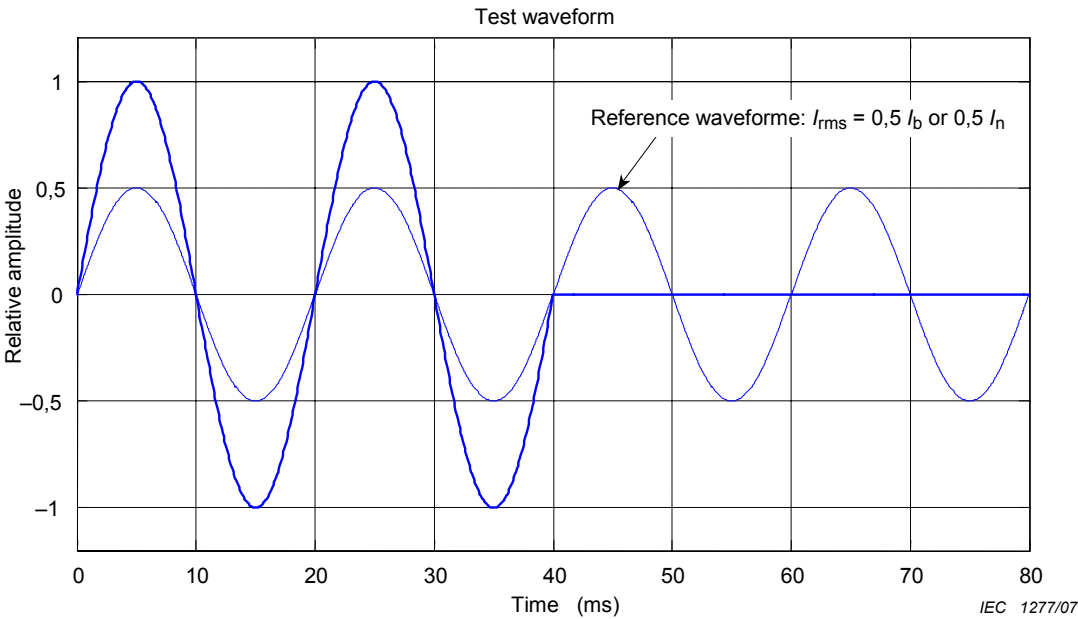


Figure 6 – Waveform for sub-harmonics influence test on active power measurement

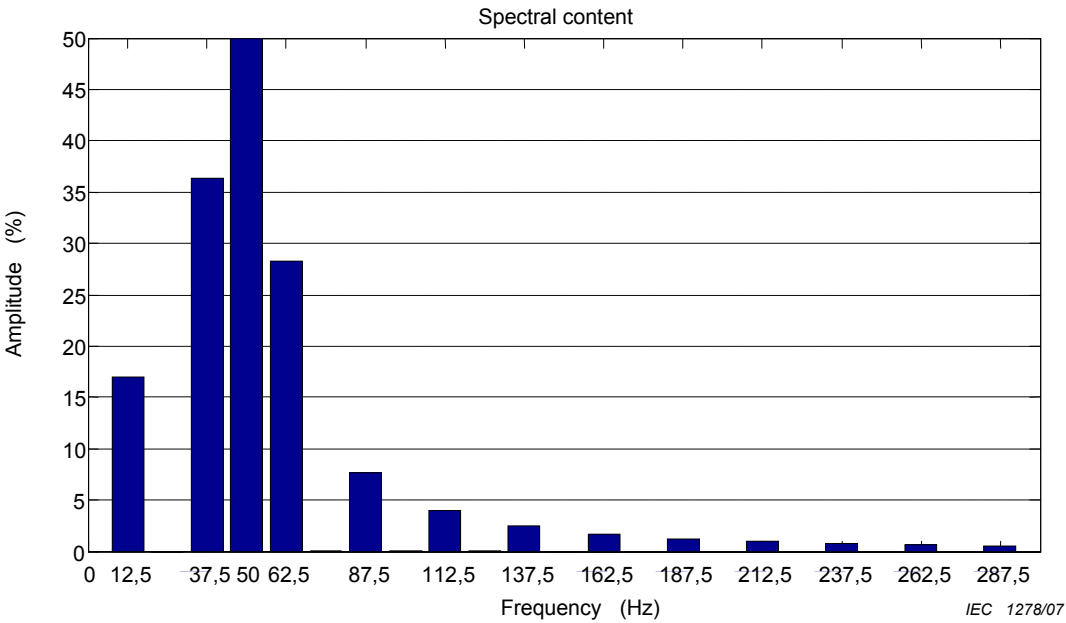


Figure 7 – Spectral content for sub-harmonics influence test on active power measurement

NOTE 1 The reference results in the same active power or active energy.

NOTE 2 The curve, diagram and values are given at 50 Hz. For other frequencies, they must be adapted accordingly.

6.1.3 Apparent power

Test on apparent power is not mandatory if two at least of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- power factor.

6.1.4 Power factor

Test on power factor is not mandatory if two at least of the following functions are tested:

- active power;
- reactive power;
- apparent power.

6.1.5 Common mode voltage rejection test

For each isolated current input, the following test (as described in Figure 8) shall be made. It consists in calculating the difference between two measurements, P1 without common mode voltage and P2 with a common mode voltage applied between the current inputs and the reference ground.

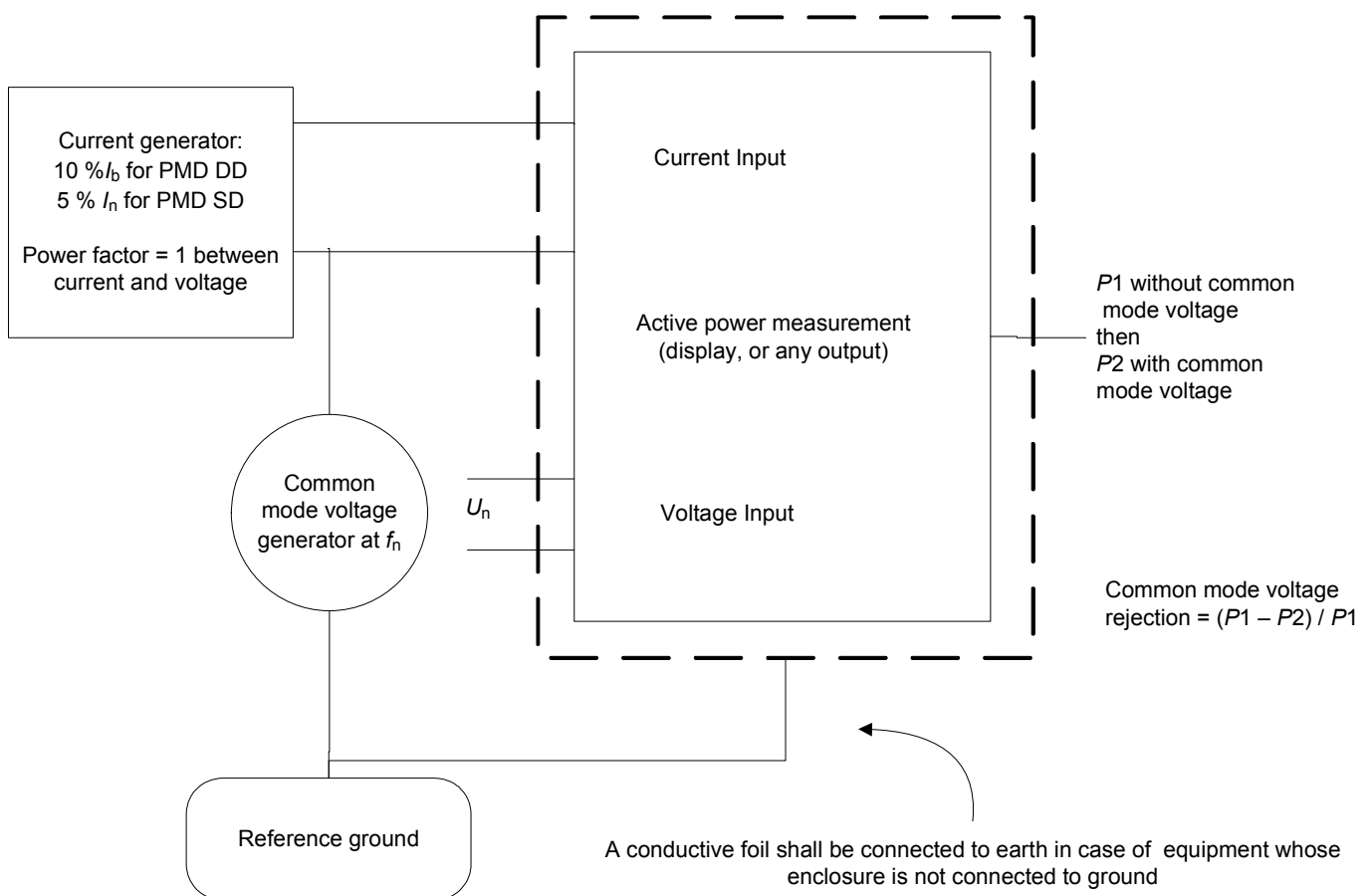


Figure 8 – Common mode voltage influence testing

6.1.6 Frequency

With the set-up of Table 17, the following waveform is generated:

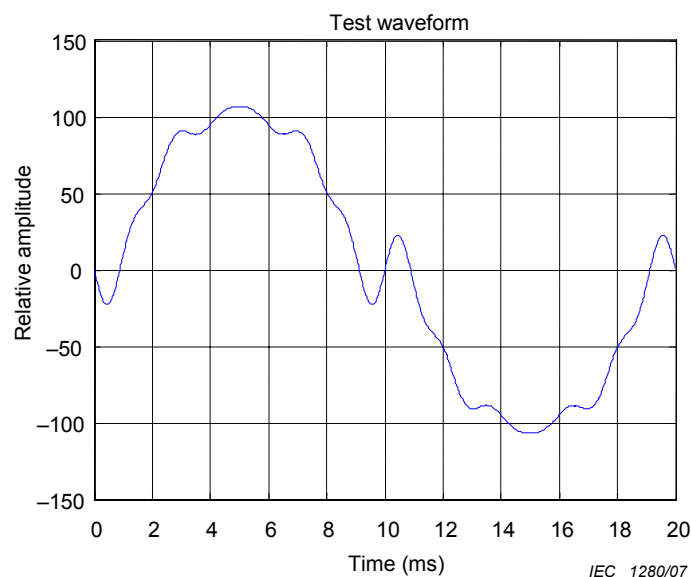


Figure 9 – Waveform for harmonics influence test on frequency measurement

NOTE 1 The relative amplitude is expressed in % of fundamental peak value.

NOTE 2 The curve is given at 50 Hz. For other frequencies, it must be adapted accordingly.

6.1.7 Measurement of voltage harmonics

The following tests shall be performed at rated voltage U_n at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.1.7.1 Test with a sinusoidal waveform

Test shall be performed with a pure sinusoidal voltage waveform, with frequencies taken from 6.1.7. PMD shall not measure any voltage harmonics component with amplitude above $0,0015 \times C \times U_n$ (C is the function performance class).

6.1.7.2 Test with a square waveform

Test shall be performed with a square voltage waveform with frequencies taken from 6.1.7. PMD shall measure the voltage harmonics components within the uncertainty limits defined in Table 36.

The spectral content of the square waveform shall include at least the upper limit of the bandwidth specified in 4.7.13 without alteration.

6.1.8 Measurement of current harmonics

The following tests shall be performed at rated current I_n or I_b and at 45 Hz, 50 Hz and 55 Hz for 50 Hz rated frequency, and at 55 Hz, 60 Hz and 65 Hz for 60 Hz rated frequency.

6.1.8.1 Test with a sinusoidal waveform

Test shall be performed with a pure sinusoidal current waveform, with frequencies taken from 6.1.8. PMD shall not measure any current harmonics component with amplitude above $0,005 \times C \times I_n$ (or I_b). (C is the function performance class).

6.1.8.2 Test with a square waveform

Test shall be performed with a square current waveform with frequencies taken from 6.1.8. PMD shall measure the current harmonics components within the uncertainty limits defined in Table 39.

The spectral content of the square waveform shall include at least the upper limit of the bandwidth specified in 4.7.14 without alteration.

6.1.9 Dips and swells

Tests shall at least be done with rectangular dip or swell modulation and with a dip or swell duration of one full cycle.

Test of the influence quantities can be omitted if this test has been done during the voltage r.m.s. measurements.

6.1.10 Voltage interruptions

Tests shall at least be done for a voltage interruption of one full cycle.

6.1.11 Outputs tests

6.1.11.1 General

PMD shall be tested under reference conditions.

6.1.11.2 Test of compliance voltage and effect of variation of load.

This test shall only be carried out on PMD with analogue outputs that are a current signal.

Testing shall be carried at the minimum and maximum (low and high) values of the analogue output. At each point the output load resistance shall be set at 10 % and 90 % of its specified maximum value:

- the supply voltage for the analogue output, if supplied from a source external to the PMD, shall be set to its minimum and maximum specified values;
- the supply of the PMD shall be set to its specified minimum and maximum values or in accordance with the rated voltage $\pm 15\%$.

The worst case maximum and minimum readings at the low and high outputs shall be noted. The percentage uncertainty E shall be determined using the following equation:

$$E = \frac{N - W}{U} \times 100$$

where N is the rated signal, W is the worst case signal and U is the output span.

6.1.11.3 Test of ripple content

The ripple content of the analogue output shall be tested at rated minimum and maximum values of the output. The ripple content shall be measured as a peak-to-peak value.

6.1.11.4 Tests of analogue output response time

The response time for an increasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 0 % to 100 % of the output range as the time for the output to reach 90 % of the output range.

The response time for a decreasing input shall be determined for an input step intended to produce a change in output signal from 100 % to 0 % of the output range as the time for the output to reach 10 % of the output range.

6.1.11.5 Test of limit value of analogue output

The limiting value of the analogue output shall be tested by varying the input parameter between minimum and maximum values. Any programmable features of the output, such as input offset or full-scale value, shall be set so as to provide the maximum overloads.

6.1.12 Climatic tests

After an appropriate recovering time after each climatic test, the PMD shall show no damage or change of the information and shall operate within its specifications.

6.1.12.1 Dry heat test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-2, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: +70 °C ±2 °C for K40 PMD and K55 PMD,
 +85 °C ±2 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.1.12.2 Cold test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-1, under the following conditions:

- PMD in non-operating condition;
- temperature: –25 °C ±3 °C for K40 PMD and K55 PMD,
 –40 °C ±3 °C for K70 PMD;
- duration of test: 16 h.

6.1.12.3 Damp heat cyclic test

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-30, under the following conditions:

- voltage and auxiliary circuits energised with rated voltage;
- without any current in the current circuits;
- variant 1;
- upper temperature: +40 °C ±2 °C for K40 PMD,
 +55 °C ±2 °C for K55 PMD,
 +70 °C ±2 °C for K70 PMD;

- no special precautions shall be taken regarding the removal of surface moisture;
- duration of the test: 6 cycles.

The damp heat test also serves as a corrosion test. The result is judged visually. No trace of corrosion likely to affect the functional properties of the PMD shall be apparent.

6.1.13 EMC tests

The PMD shall be tested in accordance with IEC 61326-1 Table 2 (industrial location).

For EM RF field and conducted RF the following requirements apply:

- auxiliary circuits of PMD shall be energised with the rated voltage;
- PMD shall be tested in their operating conditions with basic current I_b , respectively rated current I_n , rated voltage, power factor equal to 1 (or equal to 0 for reactive power) whichever is applicable.

Variations due to the EM influence quantities as defined in the previous tables (Limits of variation due to influence quantities) apply.

6.1.14 Start up tests

Starting time of PMD without communication or local user interface shall be tested with the following procedure:

- configure PMD scales to maximum possible values without causing calculation overflows;
- set up kWh/pulse value to the minimum possible value;
- set up optical pick up probe or other pulse pick-up device; a solid state relay or a mechanical relay may be used as the energy pulse output device;
- power down the PMD;
- apply U_{max} and I_{max} , PF=1,0 on all voltage and current measurement inputs;
- power up the PMD and measure time from the application of power until the first energy pulse registered by the probe.

6.2 Type tests of PMD-A

Tests shall be done according to Clause 6 of IEC 61000-4-30 and if necessary according to this standard.

6.3 Routine tests

6.3.1 Protective bonding test

PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1.

6.3.2 Dielectric strength test

PMD shall be tested in accordance with Annex F of IEC 61010-1.

6.3.3 Uncertainty test

Every basic measurement function (e.g. current, voltage, power, etc.), which is accessible to the user, shall be submitted to a routine test.

NOTE It is strongly recommended that the results of this test should be recorded.

Annex A (informative)

Definitions of electrical parameters

This informative annex gives the preferred definition and method for calculating quantities. Manufacturers using other methods will have to specify their own method in technical documentation.

This informative annex cannot be considered as a requirement for PMD-A. See definitions for PMD-A in this standard which refer only to IEC 61000-4-30 concerning measuring aspects.

Table A.1 gives the list of symbols used in this annex. Table A.2 specifies how to calculate parameters.

Table A.1 – Symbols definition

Symbol	Definition
U_{resid}	Residual voltage
N	Total number of samples by period (period 20 ms for instance)
k	Number of sample in the period ($0 \leq k < N$)
p	Number of phase ($p = 1, 2 \text{ or } 3$; or $p = a, b, c$; or $p = r, s, t$; or $p = R, Y, B$) ^a
g	Number of phase ($g = 1, 2 \text{ or } 3$; or $g = a, b, c$; or $g = r, s, t$; or $g = R, Y, B$) ^a
i_{p_k}	Phase p current sampling number k
v_{pN_k}	Phase p to Neutral voltage sampling number k
v_{gN_k}	Phase g to Neutral voltage sampling number k
φ_p	Phase angle between current and voltage for phase p , see Figure A.2
h_i	Harmonic component of rank i
^a p and g are variable meaning a number of phase.	

**Table A.2 – Calculation definitions of electrical parameters,
for 3 phase unbalanced system with neutral**

These methods are derived from IEEE Std 1459-2000:

Item	Definition	Not relevant method
R.m.s current for phase p	$I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} i_{pk}^2}{N}}$	
R.m.s neutral current	$I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (i_{1k} + i_{2k} + i_{3k})^2}{N}}$	Vectorial sum of phase currents.
L_p -N r.m.s. voltage	$V_{pN} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} v_{pNk}^2}{N}}$	
L_p - L_g r.m.s. voltage	$U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (v_{gNk} - v_{pNk})^2}{N}}$	Vectorial difference of line L voltage and neutral voltage: $U_{pg} = V_{pN} - V_{gN}$
Active power for phase p	$P_p = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} (v_{pNk} \times i_{pk})$	
Apparent power for phase p	$S_p = V_{pN} \times I_p$	
Sign of reactive power ($SignQ$)	$SignQ(\varphi_p) = +1 \text{ if } \varphi_p \in [0^\circ - 180^\circ] \text{ }^a$ $SignQ(\varphi_p) = -1 \text{ if } \varphi_p \in [180^\circ - 360^\circ] \text{ }^a$	
Reactive power for phase p	$Q_p = SignQ(\varphi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$	
Total active power	$P = P_1 + P_2 + P_3$	
Total reactive power (vector)	$Q_V = Q_1 + Q_2 + Q_3$	
Total apparent power (vector)	$S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$	
Total apparent power (arithmetic)	$S_A = S_1 + S_2 + S_3$	
Total reactive power (arithmetic) ^b	$Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2} \text{ }^b$	
Power factor (vector)	$PF_V = \frac{P}{S_V}$	
Power factor (arithmetic)	$PF_A = \frac{P}{S_A}$	

Table A.2 (continued)

Item	Definition	Not relevant method
Voltage dips	$U_{\text{dip}}(\%) = \frac{U_n - U_{\text{resid}}}{U_n}$	
Voltage swells	$U_{\text{swl}}(\%) = \frac{U_{\text{resid}} - U_n}{U_n}$	
Amplitude voltage unbalance	$U_{\text{nba}} = \frac{\max\{ U_{12} - U_{\text{avg}} , U_{23} - U_{\text{avg}} , U_{31} - U_{\text{avg}} \}}{U_{\text{avg}}}$ where $U_{\text{avg}} = \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3}$	
Total Harmonic Distortion referring to r.m.s. value ($THD-R_u$ for voltage and $THD-R_i$ for current).	$THD-R(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2} h_i^2}}{\text{rms value}}$ r.m.s. value = U_{rms} for $THD-R_u$ I_{rms} for $THD-R_i$	
total harmonic distortion referring to fundamental (THD_u for voltage and THD_i for current).	$THD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2} h_i^2}}{h_1}$	
a See Figure A.2. b This power is unsigned.		

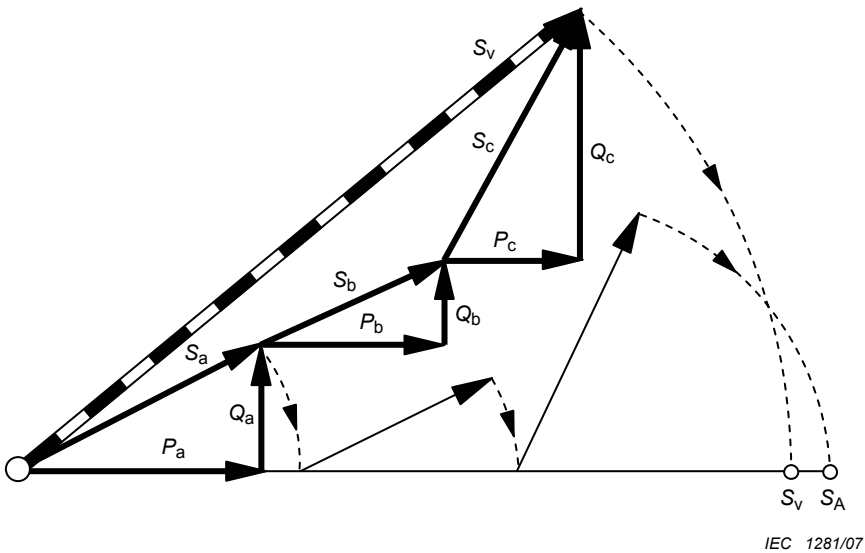
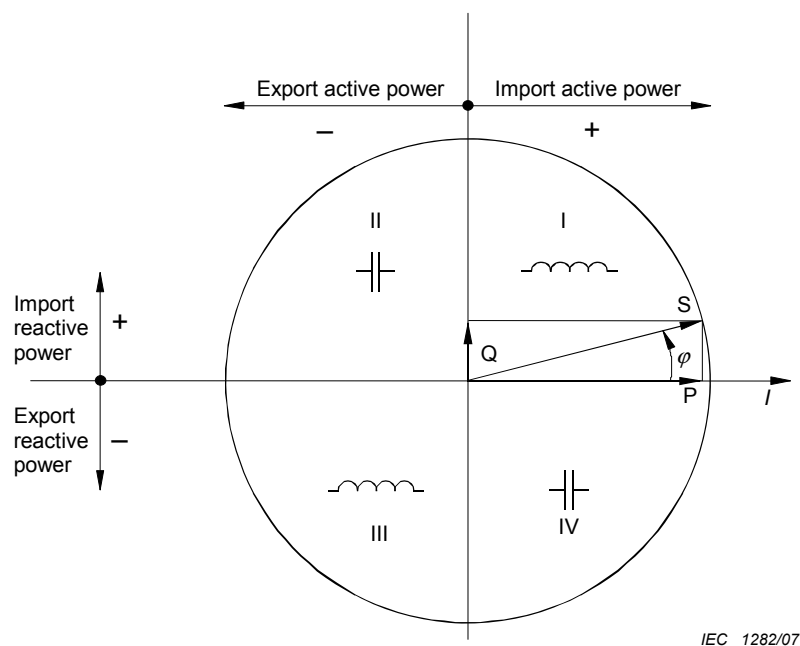


Figure A.1 – Arithmetic and vector apparent powers in sinusoidal situation



NOTE 1 Diagram in accordance with clauses 12 and 14 of IEC 60375.

NOTE 2 Reference of this diagram is the current vector (fixed on right-hand line).

NOTE 3 The voltage vector V varies its direction according to the phase angle φ .

NOTE 4 The phase angle φ between voltage V and current I is taken to be positive in the mathematical sense (counter clockwise)

Figure A.2 – Geometric representation of active and reactive power

Annex B (normative)

Definitions of minimum, maximum, peak and demand values

B.1 Demand quantities

A demand is the average value of a quantity over a specified period of time.

B.1.1 Power demand

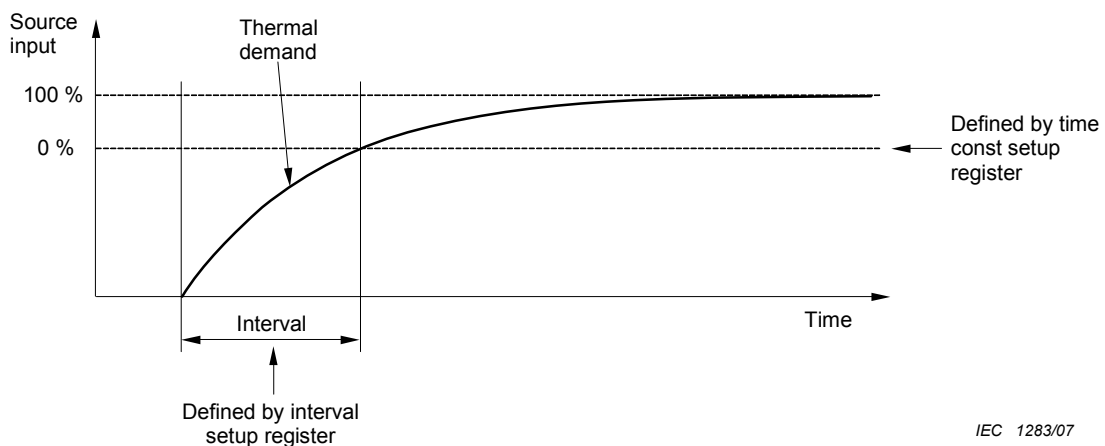
Power demand is calculated using arithmetical integration of power values during a period of time divided by the length of the period. The result is equivalent to the energy accumulated during the period of time divided by the length of the period.

B.1.2 Current demand

Current demand is calculated using arithmetical integration of the current r.m.s. values during a period of time, divided by the length of the period.

B.1.3 Thermal current demand (or bi-metal current demand)

Thermal current demand calculates the demand based on a thermal response, which mimics the analog thermal demand meters as described in Figure B.1.



IEC 1283/07

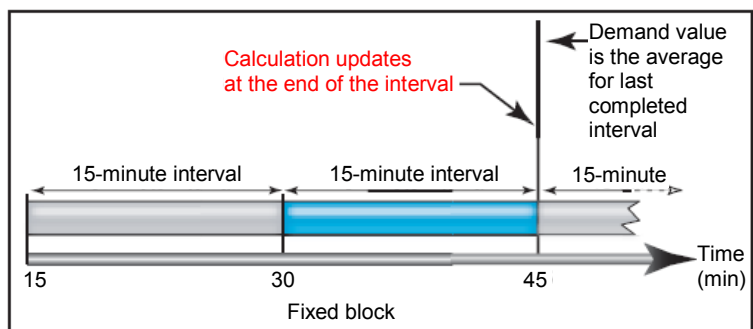
NOTE n value usually is 90 %, time interval usually is 15 min.

Figure B.1 – Thermal current demand

B.1.4 Specified intervals for demand calculation

The PMD handle the intervals duration to calculate the demand. PMD can implement several methods:

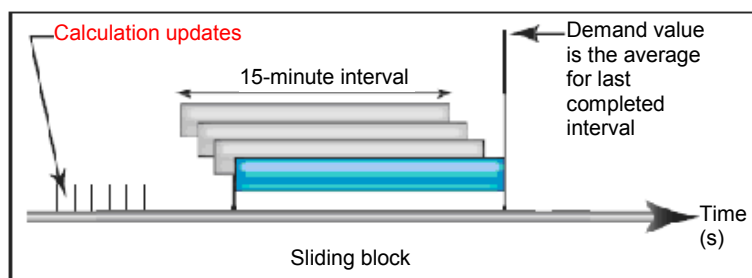
- fixed block interval: the intervals are consecutive; the PMD calculates and updates the demand at the end of each interval;



IEC 1284/07

NOTE 15 min is only an example.

- sliding block interval: the intervals are sliding; the PMD calculates and updates the demand at the sliding speed.



IEC 1285/07

NOTE 15 min is only an example.

B.2 Peak demand quantities

Peak demand is the highest demand value (positive or negative) since the beginning of the measurement or the last reset.

B.3 Three-phases average quantities

In a three or four wire system, the average value of a quantity is the arithmetical average of each phase value:

Example: 3-phase average line to neutral voltage = $(V1 \text{ r.m.s. voltage} + V2 \text{ r.m.s. voltage} + V3 \text{ r.m.s. voltage}) / 3$

B.4 Maximum and minimum quantities

The maximum value of a quantity is the highest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

The minimum value of a quantity is the lowest value measured or calculated since the beginning of the measurement or the last reset.

Annex C (informative)

Intrinsic uncertainty, operating uncertainty, and overall system uncertainty

Figure C.1 below describes different kind of uncertainties:

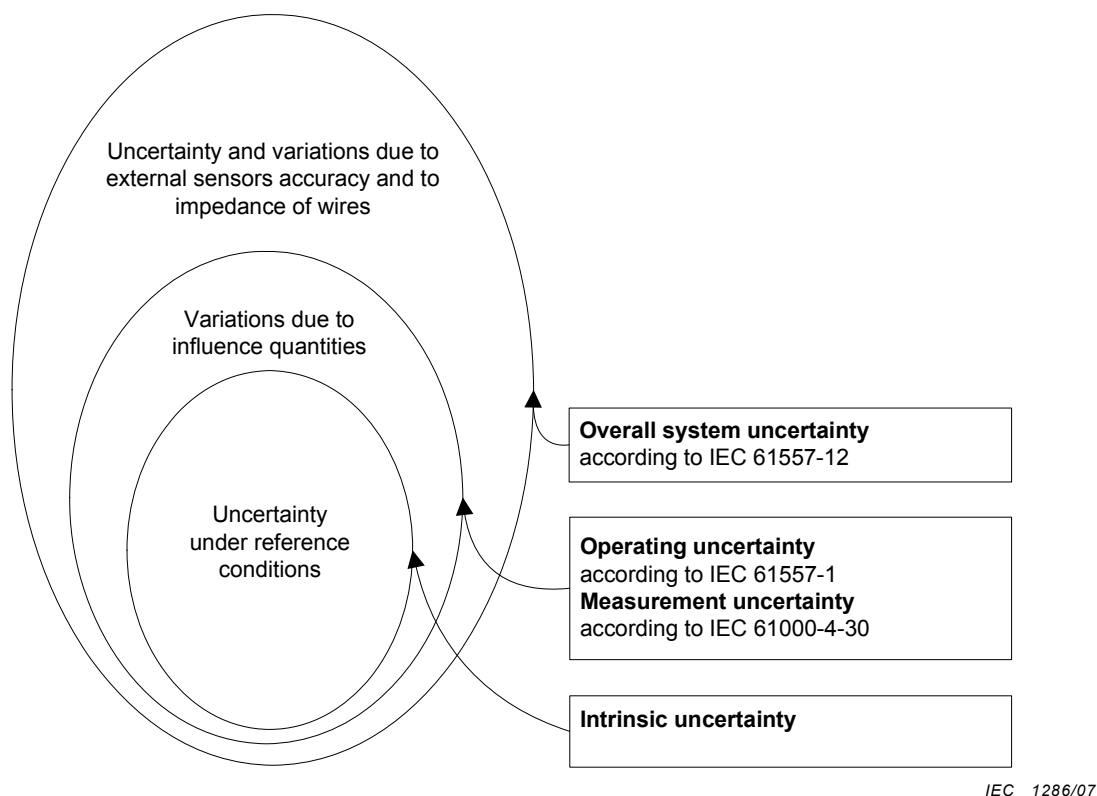


Figure C.1 – Different kind of uncertainties

C.1 Operating uncertainty

Operating uncertainty shall include intrinsic uncertainty (under reference conditions) and variation due to influence quantities.

$$\text{Operating uncertainty} = |\text{Intrinsic uncertainty}| + 1,15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^N (\text{variation due to influence quantities})^2}$$

with N = number of influence quantities.

C.2 Overall system uncertainty

Overall system uncertainty shall include operating uncertainty, uncertainty due to impedance of wires and uncertainty due to sensors.

For PMD DD: Overall system uncertainty = operating uncertainty

For PMD xS and PMD Sx: The formula given below is a simplified approach, and applies only to voltage, current, active power and active energy measurements:

$$\text{Overall system uncertainty} = 1,15 \times \sqrt{(\text{PMD operating uncertainty})^2 + \sum_{i=1}^N (\text{sensor uncertainty} + \text{wirings uncertainty})^2}$$

with N = number of kind of external sensors (voltage or current).

NOTE $N = 1$ when only a current (or voltage) sensor is used, $N = 2$ when a current sensor and a voltage sensor are used.

Annex D (informative)

Recommended sensor classes for the different kinds of PMD

D.1 General considerations

The association of a PMD Sx, PMD xS or PMD SS with external current and/or voltage sensors builds a complete system. The system performance class depends on the sensor class and the PMD performance class (See Clauses D.2 and D.3 for evaluation of the system performance class).

However, this system performance class is only applicable for the range where the sensor intrinsic uncertainty is within the limit of its performance class, and is not equivalent to the performance class of a PMD DD. Current sensors that comply with IEC 60044-1 for example, have only a limited specified range compared to a PMD DD of the same performance class.

Special considerations must be taken for power and energy measurements, because phase error of the sensor affects the measurements for non unity power factor: a phase error of 20 min adds 1 % error for active power measurement at PF = 0,5.

For this reason, if improved performance class is required, it is strongly recommended to use class 0,2S or class 0,5S sensors for power or energy measurement.

D.2 PMD with external current sensor or voltage sensor

Table D.1 gives some recommendations when associating a PMD with an external sensor.

**Table D.1 – PMD SD associated to current sensor or PMD DS
associated to voltage sensor**

Performance class of the PMD without external sensors	Recommended sensor class to associate to the PMD ^{b c}	Expected performance class for PMD-Sx or PMD-xS including their external sensors	maximum possible sensor class to associate to the PMD ^a
0,1	0,1 or below	0,2	0,2
0,2	0,2 or below	0,5	0,5
0,5	0,5 or below	1	1
1	1 or below	2	2
2	2 or below	5	5
5	5 or below	10	
^a This induces an acceptable loss of performance of the system. ^b For power and energy measurements 0,2 S and 0,5 S class sensors are usually required. ^c Class sensor refers to classes defined in IEC 60044-1, IEC 60044-2, IEC 60044-7 and IEC 60044-8. When transducers replace sensors, class sensor refers to intrinsic uncertainty of the transducer.			

Overall system performance class =

$$1,15 \times \sqrt{\text{Class}(\text{sensor})^2 + \text{Performance class(PMD SS)}^2}$$

NOTE In a three-phase system, the class of the three sensors is equal to the class of one sensor provided that the three sensors have the same class.

The overall system performance class is rounded up to the closest standard default value (see Table D.4).

For example, a class 1 PMD and a class 1 CS will give an overall system performance class equivalent to class 2.

D.3 PMD with external current sensor and voltage sensor

Table D.2 gives some recommendations when associating a PMD with an external current sensor and an external voltage sensor.

Table D.2 – PMD SS with current sensor and voltage sensor association

Performance class of the PMD without external sensors	Recommended sensor class to associate to the PMD ^{b c}	Expected performance class for PMD-SS including their external sensors	maximum possible sensor class to associate to the PMD ^a
0,1	0,1 or below	0,2	0,2
0,2	0,2 or below	0,5	0,5
0,5	0,5 or below	1	1
1	1 or below	2	2
2	2 or below	5	5
5	5 or below	10	
^a This induces an acceptable loss of performance of the system. ^b For power and energy measurements, 0,2 S and 0,5 S class sensors are usually required. ^c Class sensor refers to classes defined in IEC 60044-1, IEC 60044-2, IEC 60044-7 and IEC 60044-8. When transducers replace sensors, class sensor refers to intrinsic uncertainty of the transducer.			

Overall system performance class =

$$1,15 \times \sqrt{\text{Class}(\text{current_sensor})^2 + \text{Class}(\text{voltage_sensor})^2 + \text{Performance class(PMD SS)}^2}$$

NOTE In a three-phase system, the class of the three sensors is equal to the class of one sensor provided that the three sensors have the same class.

The system performance class is rounded up to the closest standard default value (see Table D.4).

For example, a class 1 PMD with a class 0,5 CS and a class 0,5 VS will give a system performance class equivalent to class 2.

D.4 Range of applicable performance classes

Each applicable performance class for each specific function of PMD is given in Clause 0 of this standard.

Table D.3 gives a summary of all applicable performance classes.

Table D.3 – Range of applicable performance classes for PMD without its associated external sensors

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	---	-----	---	---	----	----

Table D.4 gives the list of applicable performance classes resulting from the calculations given in Clauses D.2 and D.3.

Table D.4 – Range of applicable performance classes when calculating performance class of PMD with its associated external sensors

0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	5	7,5	10	15	20
-----	-----	-----	------	---	-----	---	-----	---	---	-----	----	----	----

D.5 List of functions affected by uncertainty of external sensors

Table

D.5 defines the influence of each kind of sensor on each function of a PMD.

Table D.5 – List of functions affected by uncertainty of external sensors

Symbol	Function	Current sensor	Voltage sensor
P_a	Total active power	x	x
Q_A, Q_V	Total reactive power (arithmetic or vector)	x	x
S_A, S_V	Total apparent power (arithmetic or vector)	x	x
E_a	Total active energy	x	x
E_{rA}, E_{rV}	Total reactive energy (arithmetic or vector)	x	x
E_{apA}, E_{apV}	Total apparent energy (arithmetic or vector)	x	x
f	Frequency	-	-
I	Phase current	x	-
I_N, I_{Nc}	Neutral current (measured, calculated)	x	-
U	Voltage (L_p - L_g or L_p -N)	-	x
PF_A, PF_V	Power factor (arithmetic, vector)	x	x
P_{st}, P_{lt}	Flicker (short term, long term)	-	-
U_{dip}	Voltage dips (L_p - L_g or L_p -N)	-	x
U_{swl}	Voltage swells (L_p - L_g or L_p -N)	-	x
U_{int}	Voltage Interruption (L_p - L_g or L_p -N)	-	x
U_{nba}	Voltage Unbalance amplitude (L_p -N)	-	x
U_{nb}	Voltage Unbalance phase and amplitude (L_p - L_g or L_p -N)	-	x
U_h	Voltage harmonics	-	x
$THD_u, THD-R_u$	Voltage THD (referred to fundamental, referred to r.m.s. value)	-	x
I_h	Current harmonics	x	-
$THD_i, THD-R_i$	Current THD (referred to fundamental, referred to r.m.s. value)	x	-
M_{sv}	Mains signalling voltage	-	x
NOTE "x" means "affects the function", "-" means "does not affect the function"			

Annex E (normative)

Requirements applicable to PMD and to PMD-A

Table E.1 gives a summary of all applicable requirements for each kind of PMD.

Table E.1 – Requirements applicable to PMD and to PMD-A

	Requirements applicable to PMD including PMD-A	Requirements applicable to PMD except PMD-A	Requirements applicable to PMD-A only
Scope	Clause 1		
Normative references	Clause 2		
Definitions	Clause 3		
General requirements	Subclause 4.1 Subclause 4.2 Subclause 4.3 Subclause 4.4 Subclause 4.5 Subclause 4.6		
Performance requirements		Subclause 4.7	Subclause 4.8
Mechanical requirements	Subclause 4.9		
Safety requirements	Subclause 4.10		
Analog outputs	Subclause 4.11		
Marking and operating instruction	Clause 5		
Type test	Subclause 6.1.14	Subclause 6.1	Subclause 6.2
Climatic tests	Subclause 6.1.12		
EMC tests	Subclause 6.1.13		
Routine Test	Subclause 6.3		
Definitions of electrical parameters		Annex A	
Definitions of minimum, maximum, peak and demand measurements		Annex B	
Intrinsic uncertainty, operating uncertainty, and overall system uncertainty	Annex C		
Recommended sensors classes for the different kind of PMD	Annex D		

Bibliography

- IEC 60044-1:1996, *Instrument transformers – Part 1: Current transformers*
- IEC 60044-2:1997, *Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers*
- IEC 60044-7:1999, *Instrument transformers – Part 7: Electronic voltage transformers*
- IEC 60044-8:2002, *Instrument transformers – Part 8: Electronic current transformers*
- IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*
- IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
- IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*
- IEC 60050-551-20: *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis*
- IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*
- IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
- IEC 60071-1:2006, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*
- IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*
- IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*
- IEC 61000-4-7:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*
- IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
- IEC 61010-2-030:____¹⁾, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Special requirements for testing and measuring circuits*
- IEC 62052-11:2003, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*
- IEEE 1459-2000: *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*

¹⁾ In preparation.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	83
INTRODUCTION	85
1 Domaine d'application	86
2 Références normatives	87
3 Termes et définitions	88
3.1 Définitions générales	88
3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance	89
3.3 Définitions se rapportant aux phénomènes électriques	92
3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure	95
3.5 Notations	95
3.5.1 Fonctions	95
3.5.2 Symboles et abréviations	96
3.5.3 Indices	96
4 Exigences	97
4.1 Exigences générales	97
4.2 Architecture générale d'un PMD	97
4.3 Classification des PMD	97
4.4 Liste des classes de performance applicables	98
4.4.1 Liste des classes de performance de fonctionnement applicables pour les PMD sans capteurs externes	98
4.4.2 Liste des classes de performance du système applicables pour les PMD avec capteurs externes	99
4.5 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD	99
4.5.1 Conditions de référence	99
4.5.2 Conditions de fonctionnement assignées	99
4.6 Conditions de démarrage	101
4.7 Exigences relatives aux fonctions des PMD (sauf PMD-A)	101
4.7.1 Mesures de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)	101
4.7.2 Mesures de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})	106
4.7.3 Mesures de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV})	110
4.7.4 Mesures de la fréquence (f)	112
4.7.5 Mesures en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc})	113
4.7.6 Mesures de la tension efficace (U)	117
4.7.7 Mesures du facteur de puissance (PF_A , PF_V)	119
4.7.8 Mesures du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt})	119
4.7.9 Mesures des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swl}) ..	120
4.7.10 Mesures des surtensions transitoires (U_{tr})	123
4.7.11 Mesures de la coupure de tension (U_{int})	123
4.7.12 Mesures du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})	124
4.7.13 Mesures des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique totale de la tension (THD_U et $THD-R_U$)	125

4.7.14	Mesures des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique totale du courant (THD_i et $THD-R_i$).....	126
4.7.15	Mesures des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes.....	127
4.8	Exigences relatives aux fonctions des PMD-A.....	127
4.9	Exigences mécaniques générales.....	128
4.9.1	Exigences relatives aux vibrations.....	128
4.9.2	Exigences relatives à l'indice IP.....	128
4.10	Exigences de sécurité.....	129
4.10.1	Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite.....	129
4.10.2	Connexion d'un PMD à un transformateur de courant.....	129
4.10.3	Connexion d'un PMD à un capteur à haute tension.....	129
4.10.4	Parties accessibles.....	129
4.10.5	Parties actives dangereuses.....	130
4.11	Sorties analogiques.....	130
4.11.1	Exigences générales.....	130
4.11.2	Tension disponible.....	130
4.11.3	Ondulation de la sortie analogique.....	130
4.11.4	Temps de réponse de la sortie analogique.....	130
4.11.5	Valeur limite du signal de sortie analogique.....	130
4.11.6	Sorties d'impulsions.....	131
5	Marquage et instructions de fonctionnement.....	131
5.1	Marquage.....	131
5.2	Instructions de fonctionnement et d'installation.....	131
5.2.1	Caractéristiques générales.....	131
5.2.2	Caractéristiques essentielles.....	132
5.2.3	Caractéristiques de sécurité.....	134
6	Essais.....	134
6.1	Essais de type des PMD.....	134
6.1.1	Essai d'influence de la température.....	135
6.1.2	Puissance active.....	135
6.1.3	Puissance apparente.....	138
6.1.4	Facteur de puissance.....	138
6.1.5	Essai de réjection de tension en mode commun.....	138
6.1.6	Fréquence.....	139
6.1.7	Mesure des harmoniques de tension.....	139
6.1.8	Mesure des harmoniques de courant.....	140
6.1.9	Creux de tension et surtensions temporaires.....	140
6.1.10	Coupures de tension.....	140
6.1.11	Test des sorties.....	140
6.1.12	Essais climatiques.....	141
6.1.13	Essais de CEM.....	142
6.1.14	Essais de démarrage.....	142
6.2	Essais de type des PMD-A.....	142
6.3	Essais individuels de série.....	143
6.3.1	Essai de la liaison de protection.....	143
6.3.2	Essai de rigidité diélectrique.....	143
6.3.3	Essai d'incertitude.....	143

Annexe A (informative) Définitions des paramètres électriques	144
Annexe B (normative) Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne	148
Annexe C (informative) Incertitude intrinsèque, incertitude de fonctionnement et incertitude globale du système.....	150
Annexe D (informative) Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD	152
Annexe E (normative) Exigences applicables aux PMD et aux PMD-A	156
Bibliographie.....	157
Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD	97
Figure 2 – Description des différents types de PMD	98
Figure 3 – Relation entre la température de l'air ambiante et l'humidité relative	101
Figure 4 – Forme d'onde pour les essais de l'influence des harmoniques impairs sur la mesure de puissance active.....	135
Figure 5 – Contenu spectral pour les essais de l'influence des harmoniques impairs sur la mesure de puissance active	136
Figure 6 – Forme d'onde pour les essais de l'influence des sous-harmoniques sur la mesure de puissance active.....	137
Figure 7 – Contenu spectral pour les essais de l'influence des sous-harmoniques sur la mesure de puissance active	137
Figure 8 – Essais de l'influence de la tension en mode commun	138
Figure 9 – Forme d'onde pour l'essai de l'influence des harmoniques sur la mesure de fréquence	139
Figure A.1 – Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale	146
Figure A.2 – Représentation géométrique de la puissance active et de la puissance réactive.....	147
Figure B.1 – Courant thermique moyen.....	148
Figure C.1 – Les différents types d'incertitude	150
Tableau 1 – Classification des PMD.....	98
Tableau 2 – Liste des classes de performance de fonctionnement applicables pour les PMD sans capteurs externes	98
Tableau 3 – Liste des classes de performances du système applicables pour les PMD avec capteurs externes	99
Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais	99
Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables.....	100
Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe	100
Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude	100
Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance active et de l'énergie active.....	102
Tableau 9 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la puissance active et de l'énergie active	103
Tableau 10 – Courant de démarrage pour la mesure de puissance et d'énergie actives	106
Tableau 11 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance réactive et de l'énergie réactive	106

Tableau 12 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la puissance réactive et de l'énergie réactive	108
Tableau 13 – Courant de démarrage pour la mesure de l'énergie réactive	110
Tableau 14 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance apparente et de l'énergie apparente.....	110
Tableau 15 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la puissance apparente et de l'énergie apparente	111
Tableau 16 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de fréquence.....	112
Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour la mesure de fréquence	113
Tableau 18 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure du courant de phase	113
Tableau 19 – Plage de fonctionnement assignée pour la mesure du courant de neutre	114
Tableau 20 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le courant de phase.....	114
Tableau 21 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du courant de neutre	114
Tableau 22 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre	115
Tableau 23 – Grandeurs d'influence pour la mesure du courant de phase et du courant de neutre	116
Tableau 24 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure de tension efficace	117
Tableau 25 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de la tension efficace	117
Tableau 26 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la tension efficace	118
Tableau 27 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du facteur de puissance	119
Tableau 28 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du papillotement	120
Tableau 29 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires	120
Tableau 30 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires	121
Tableau 31 – Grandeurs d'influence pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires.....	122
Tableau 32 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de surtension transitoire	123
Tableau 33 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de coupure de tension.....	124
Tableau 34 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du déséquilibre de tension.....	124
Tableau 35 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des harmoniques de tension.....	125
Tableau 36 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des harmoniques de tension.....	125
Tableau 37 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du taux de distorsion totale THD_U ou $THD-R_U$ de la tension	125
Tableau 38 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des harmoniques de courant	126
Tableau 39 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des harmoniques de courant	126
Tableau 40 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du taux de distorsion totale THD_i et $THD-R_i$ du courant	127
Tableau 41 – Caractéristiques complémentaires des PMD-A	128
Tableau 42 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD	129

Tableau 43 – Formulaire de spécification des PMD	132
Tableau 44 – Modèle de spécification des caractéristiques	133
Tableau 45 – Modèle de spécification des caractéristiques	134
Tableau A.1 – Définition des symboles	144
Tableau A.2 – Formules de calcul des paramètres électriques d'un système triphasé non équilibré avec neutre.....	145
Tableau D.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS associé à un capteur de tension	152
Tableau D.2 – PMD SS associé à un capteur de courant et un capteur de tension	153
Tableau D.3 – Plage des classes de performance applicables aux PMD sans leurs capteurs externes	154
Tableau D.4 – Plage des classes de performances obtenues après calcul applicables aux PMD avec leurs capteurs externes	154
Tableau D.5 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes.....	155
Tableau E.1 – Exigences applicables aux PMD et aux PMD-A	156

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION DE 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 mesure et de surveillance des performances (PMD)

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 Prescriptions techniques, des Rapports techniques, des Prescriptions 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 CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles 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. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses publications.
- 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 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 ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La norme internationale CEI 61557-12 a été établie par le comité d'études 85 de la CEI: Equipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/311/FDIS	85/312/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 conformément aux Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente partie de la CEI 61557 doit être utilisée conjointement avec la Partie 1 (sauf indication contraire).

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61557, présentées sous le titre général *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 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 la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

INTRODUCTION

En complément des mesures de protection, il devient de plus en plus nécessaire de mesurer différents paramètres électriques, afin de surveiller les performances exigées dans les réseaux de distribution d'énergie en raison des éléments suivants:

- 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;
- évolutions technologiques (charges électroniques, méthodes de mesures électroniques, etc.);
- besoins des utilisateurs finaux (économies de coûts, conformité aux aspects de la réglementation des constructions, etc.);
- sécurité et continuité du service;
- exigences de développement durable où la mesure de l'énergie, par exemple, est reconnue 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.

Les dispositifs sur le marché actuel ont différentes caractéristiques, qui nécessitent un système commun de références. Il y a par conséquent une nécessité d'établir une nouvelle norme, afin de faciliter les choix des utilisateurs finaux en termes de performances, de sécurité, d'interprétation des indications, etc. La présente norme donne une base selon laquelle de tels dispositifs peuvent être spécifiés et décrits, et leur performance évaluée.

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION DE 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 mesure et de surveillance des performances (PMD)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61557 spécifie des exigences pour les dispositifs combinés de mesure et de surveillance des performances, qui mesurent et surveillent les paramètres électriques dans les réseaux de distribution électrique. 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 installés de manière fixe ou portable. Ils sont destinés à être utilisés à l'intérieur et/ou à l'extérieur. Cette norme n'est pas applicable:

- aux appareils de comptage d'électricité qui sont conformes à la CEI 62053-21, la CEI 62053-22 et la CEI 62053-23. Néanmoins, les incertitudes définies dans la présente norme pour la mesure de l'énergie active et réactive sont tirées de celles définies dans la série de normes CEI 62053.
- aux relais à distance simples ou aux relais de surveillance simples.

La présente norme est destinée à être utilisée conjointement avec la CEI 61557-1 (sauf spécification contraire), qui spécifie les exigences générales pour les appareils de mesure et de surveillance, tel qu'il est exigé dans la CEI 60364-6.

La norme n'inclut pas la mesure et la surveillance des paramètres électriques définis dans les Parties 2 à 9 de la CEI 61557 ou dans la CEI 62020.

Les dispositifs combinés de mesure et de surveillance des performances (PMD), tels que définis dans la présente norme, donnent des informations supplémentaires sur la sécurité, ce qui contribue à la vérification de l'installation et augmente les performances des réseaux de distribution. Par exemple, ces dispositifs aident à vérifier si le niveau des harmoniques est toujours compatible avec les canalisations électriques, tel qu'exigé dans la CEI 60364-5-52.

Ces dispositifs combinés de mesure et de surveillance des performances des paramètres électriques, décrits dans la présente norme, sont utilisés pour des applications industrielles et commerciales générales. Un PMD-A est un PMD spécifique, conforme aux exigences de la CEI 61000-4-30, classe A, qui peut être utilisé dans les applications d'évaluation de la qualité de l'alimentation.

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

- gestion énergétique à l'intérieur de l'installation;
- surveillance et/ou mesure des paramètres électriques qui peuvent être requis ou habituels;
- mesure et/ou surveillance de la qualité de l'énergie.

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. Des exemples de modules fonctionnels sont mentionnés ci-dessous:

- mesure et indication de plusieurs paramètres électriques simultanément;
- mesure et/ou surveillance de l'énergie, et également parfois conformité aux aspects de la réglementation des constructions;

- fonctions d'alarmes;
- qualité de l'alimentation (harmoniques, surtensions/sous-tensions, creux de tension et surtensions temporaires, etc.).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants sont indispensables à l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée est applicable. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif (y compris ces amendements) est applicable.

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

CEI 60068-2-2, *Procédures fondamentales d'essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

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

CEI 60364-6, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

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

CEI 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-15, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 15: Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

CEI 61000-4-30:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

CEI 61010 (toutes les parties), *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire*

CEI 61010-1:2001, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61326-1:2005, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61557-1:2007, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1000 V c.a. et 1500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 62053-21:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 21: Compteurs statiques d'énergie active (classes 1 et 2)*

CEI 62053-22:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 22: Compteurs statiques d'énergie active (classes 0,2 S et 0,5 S)*

CEI 62053-23:2003, *Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 23: Compteurs statiques d'énergie réactive (classes 2 et 3)*

CEI 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)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61557-1 s'appliquent, sauf spécifiés autrement dans la présente norme, ainsi que les termes et définitions suivants.

3.1 Définitions générales

3.1.1

dispositif de mesure et de surveillance des performances

PMD (en anglais *performance measuring and monitoring device*)

combinaison en un ou plusieurs dispositifs de plusieurs modules fonctionnels destinés à mesurer et à surveiller les paramètres électriques dans les réseaux de distribution d'énergie ou les installations électriques. Un PMD peut être utilisé avec des capteurs (voir 4.3)

Un PMD conforme à la classe B comme définie dans la CEI 61000-4-30 est également couvert par cette définition.

NOTE 1 Le terme générique "surveillance" englobe également les fonctions d'enregistrement, de gestion d'alarme, etc.

NOTE 2 Ces dispositifs peuvent inclure des fonctions de qualité de l'alimentation.

3.1.2

PMD-A

PMD dans lequel toutes les fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation sont conformes aux méthodes de mesure et aux exigences de performances, conformément à la classe A de la CEI 61000-4-30 et aux exigences complémentaires (sécurité, CEM, plage de température, grandeurs d'influence complémentaires, ...) de la présente norme

NOTE Si ce dispositif est utilisé pour vérifier la conformité au contrat de fourniture avec le réseau de l'exploitant, il convient qu'il soit installé au niveau du point d'interface entre l'installation et le réseau.

3.1.3

fonction d'évaluation de la qualité de l'alimentation

fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation dont les méthodes de mesure sont définies dans la CEI 61000-4-30

3.1.4

capteur externe spécifié

capteur choisi de telle sorte que, lorsqu'il est connecté à un PMD sans capteurs, la classe de performance du système soit conforme à 4.4.2

3.1.5

capteur de courant

CS (en anglais *current sensor*)

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant au courant circulant à travers le circuit primaire de ce dispositif

NOTE Un transformateur de courant (CT; en anglais *current transformer*) est en général un capteur de courant magnétique.

3.1.6

tension disponible

valeur de la tension pouvant être développée à la sortie d'un générateur de courant, tout en étant conforme à l'exigence de la spécification d'incertitude pour cette sortie

NOTE Cette définition s'applique aux signaux de sortie analogiques de courant.

3.1.7

capteur de tension

VS (en anglais *voltage sensor*)

dispositif électrique, magnétique, optique ou autre dispositif destiné à transmettre un signal correspondant à la tension à travers les bornes primaires de ce dispositif

NOTE Un transformateur de tension (VT; en anglais *voltage transformer*) est en général un capteur de tension magnétique.

3.1.8

PMD auto-alimenté

équipement capable de fonctionner sans alimentation auxiliaire

NOTE 1 Les PMD auto-alimentés n'ont pas de bornes prévues pour leur alimentation.

NOTE 2 Les PMD auto-alimentés comprennent les équipements alimentés depuis les entrées de mesure, batteries internes ou tout autre source interne d'alimentation (sources photovoltaïques internes, etc.).

3.1.9

alimentation auxiliaire

circuit d'alimentation externe, c.a or c.c, qui alimente le PMD par des bornes dédiées, séparées des entrées de mesure du PMD

3.2 Définitions relatives à l'incertitude et à la performance

3.2.1

conditions de référence

ensemble approprié de valeurs et/ou de domaines de valeurs spécifiés des grandeurs d'influence pour lequel les plus petites incertitudes permises d'un appareil de mesure sont spécifiées

NOTE Les domaines de valeurs spécifiés pour les conditions de référence, appelés domaines de référence, ne sont pas plus larges, et sont généralement plus étroits, que ceux spécifiés pour les conditions de fonctionnement assignées.

[CEI 60359, définition 3.3.10]

3.2.2

incertitude intrinsèque

incertitude d'un appareil de mesure lorsqu'on l'utilise dans les conditions de référence. Dans la présente norme, il s'agit d'un pourcentage de la valeur mesurée définie dans sa plage assignée et avec les autres grandeurs d'influence dans les conditions de référence, sauf indication contraire

[CEI 60359, définition 3.2.10, modifiée]

3.2.3

grandeur d'influence

grandeur qui n'est pas l'objet de la mesure, et dont la variation affecte la relation entre l'indication et la mesure

NOTE 1 Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement [VEI].

NOTE 2 Comme le diagramme d'étalonnage dépend des grandeurs d'influence, pour assigner la mesure, il est nécessaire de savoir si les grandeurs d'influence applicables sont dans la plage spécifiée [VEI].

[CEI 60359, définition 3.1.14 modifiée]

3.2.4

variation (due à une seule grandeur d'influence)

différence entre la valeur mesurée dans les conditions de référence et toute valeur mesurée comprise dans la plage d'influence

NOTE Il convient que les autres caractéristiques de performance et les autres grandeurs d'influence restent dans les plages spécifiées pour les conditions de référence.

3.2.5

conditions de fonctionnement (nominales)

ensemble de conditions devant être remplies pendant la mesure pour qu'un diagramme d'étalonnage soit valable

NOTE Outre l'étendue de mesure spécifiée et les domaines de fonctionnement assignés pour les grandeurs d'influence, les conditions peuvent comprendre des domaines spécifiés d'autres caractéristiques de performances et d'autres indications qu'il est impossible d'exprimer sous forme de domaines de grandeurs.

[CEI 60359, définition 3.3.13]

3.2.6

incertitude de fonctionnement

incertitude dans les conditions nominales de fonctionnement

NOTE L'incertitude instrumentale en fonctionnement, comme l'incertitude intrinsèque, n'est pas évaluée par l'utilisateur de l'appareil, mais déclarée par son constructeur ou son régleur. Cette mention peut revêtir la forme d'une relation algébrique impliquant l'incertitude instrumentale intrinsèque et les valeurs d'une ou plusieurs grandeurs d'influence, mais une telle relation est seulement un moyen commode d'exprimer un ensemble d'incertitudes instrumentales en fonctionnement dans différentes conditions d'utilisation, et non pas une relation fonctionnelle pouvant servir à évaluer la propagation de l'incertitude à l'intérieur de l'appareil.

[CEI 60359, définition 3.2.11, modifiée]

3.2.7

incertitude globale du système

incertitude comprenant l'incertitude instrumentale de plusieurs instruments séparés (capteurs, fils, appareil de mesure, etc.) dans les conditions de fonctionnement nominales

3.2.8

classe de performance de fonctionnement

performance d'une seule fonction sans capteurs externes, exprimée en pourcentage et dépendant de l'incertitude intrinsèque de la fonction et des variations dues aux grandeurs d'influence

NOTE Dans la présente norme, C représente la classe de performance de fonctionnement.

3.2.9

classe de performance d'un système

performance d'une seule fonction comprenant des capteurs externes spécifiés, exprimée en pourcentage et dépendant de l'incertitude intrinsèque de la fonction et des variations dues aux grandeurs d'influence

NOTE Dans la présente norme, C représente la classe de performance d'un système.

3.2.10

fréquence assignée

f_n

valeur de la fréquence en fonction de laquelle certaines des caractéristiques du PMD sont fixées

NOTE f_n représente la fréquence nominale dans la CEI 61557-1.

3.2.11**courant assigné** I_n

valeur du courant en fonction de laquelle certaines des caractéristiques d'un PMD comprenant un capteur de courant externe (PMD Sx) sont fixées

[VEI 314-07-02, modifiée]

NOTE I_n représente le courant nominal dans la CEI 61557-1.

3.2.12**courant de base** I_b

valeur du courant en fonction de laquelle certaines des caractéristiques d'un PMD à branchement direct (PMD Dx) sont déterminées

[CEI 62052-11, définition 3.5.1.2, modifiée]

3.2.13**courant de démarrage** I_{st}

valeur la plus basse du courant pour laquelle le PMD démarre et enregistre continûment

[CEI 62052-11, définition 3.5.1.1, modifiée]

3.2.14**courant maximal** I_{max}

valeur la plus grande de courant pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude de la présente norme

[CEI 62052-11, définition 3.5.2, modifiée]

3.2.15**tension assignée** U_n

valeur de la tension en fonction de laquelle certaines des caractéristiques du PMD sont fixées. En fonction du réseau de distribution et de sa connexion au PMD, cette tension peut être soit la tension entre phases, soit la tension phase-neutre

NOTE U_n représente la tension nominale dans la CEI 61557-1.

3.2.16**tension nominale** U_{nom}

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[VEI 601-01-21]

3.2.17**tension minimale** U_{min}

valeur de tension la plus basse pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude de la présente norme

3.2.18**tension maximale** U_{max}

valeur de tension la plus grande pour laquelle le PMD satisfait aux exigences d'incertitude de la présente norme

3.2.19

tension d'entrée déclarée

U_{din}

valeur obtenue à partir de la tension d'alimentation déclarée d'un rapport de transformation

[CEI 61000-4-30, définition 3.2]

3.2.20

tension résiduelle

U_{resid}

valeur minimale de U enregistrée au cours d'un creux ou d'une coupure de tension

NOTE La tension résiduelle est exprimée sous la forme d'une valeur, exprimée en volts, ou d'un pourcentage ou par unité en fonction de la tension assignée.

[CEI 61000-4-30, définition 3.25 modifiée]

3.2.21

valeur moyenne

valeur moyenne d'une grandeur pendant une durée de temps spécifiée

3.2.22

valeur moyenne crête

valeur moyenne la plus élevée (positive ou négative) depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.23

moyenne thermique

résultat obtenu par un mesureur de moyenne thermique qui fournit une moyenne thermique avec un temps de réponse exponentiel, pour une charge constante donnée, l'indication donnée représentant 90% de la moyenne actuelle sur un temps spécifié

NOTE Le temps est spécifié par le constructeur, habituellement 15 min.

3.2.24

valeur moyenne en triphasé

dans un réseau à trois ou quatre fils, moyenne arithmétique de chaque valeur de phase

3.2.25

valeur maximale

valeur la plus élevée mesurée ou calculée depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.26

valeur minimale

valeur la plus basse mesurée ou calculée depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation

3.2.27

intervalle

période de temps utilisée par le PMD pour intégrer des valeurs efficaces ou instantanées, afin de calculer les valeurs moyennes

3.3 Définitions se rapportant aux phénomènes électriques

3.3.1

courant de phase

I

valeur du courant circulant dans chaque phase d'un réseau de distribution électrique

3.3.2**courant de neutre** I_N

valeur du courant de neutre d'un réseau de distribution électrique

3.3.3**tension entre phases****tension composée** U

tension entre conducteurs de phase

[VEI 601-01-29]

3.3.4**tension phase-neutre****tension simple** V

tension entre un conducteur de phase d'un réseau polyphasé et le point neutre

[VEI 601-01-30]

3.3.5**fréquence** f

valeur des fréquences mesurées d'un réseau de distribution électrique

3.3.6**facteur de puissance****power factor*****PF* (en anglais *power factor*)**

en régime périodique, rapport de la valeur absolue de la puissance active à la puissance apparente

NOTE Ce facteur de puissance n'est pas le facteur de puissance de déplacement.

[VEI 131-11-46, modifiée]

3.3.7**amplitude du courant harmonique** I_h

valeur de l'amplitude du courant aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.8**amplitude de la tension harmonique** U_h

valeur de l'amplitude de la tension aux fréquences harmoniques dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction temporelle

3.3.9**harmoniques stationnaires (tension et courant)**contenu harmonique du signal, la variation d'amplitude de chaque composante harmonique restant constante à $\pm 0,1$ % de l'amplitude de la composante fondamentale**3.3.10****harmoniques quasi-stationnaires (tension et courant)**contenu harmonique du signal, la variation d'amplitude de chaque composante harmonique pour chaque fenêtre de 10/12 cycles contiguë restant constante à $\pm 0,1$ % de la composante fondamentale

3.3.11

sous-harmoniques (tension et courant)

composante inter harmonique dont le rang est inférieur à un

NOTE Dans la présente norme, les composantes sous-harmoniques sont limitées aux rangs inverses d'un entier.

[VEI 551-20-10, modifiée]

3.3.12

papillotement

impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctuent dans le temps.

[VEI 161-08-13]

3.3.13

creux de tension

baisse temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil donné.

NOTE 1 Les interruptions sont un cas particulier des creux de tension. Des traitements ultérieurs peuvent être utilisés pour faire la distinction entre creux de tension et interruption.

NOTE 2 Dans certaines parties du monde, un creux de tension est désigné « sag » en anglais. Les deux termes sont considérés comme interchangeables; cependant, la présente norme n'utilisera que le terme creux de tension.

[CEI 61000-4-30, définition 3.30 modifiée]

3.3.14

surtensions temporaires

augmentation temporaire de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique au-dessus d'un seuil donné.

[CEI 61000-4-30, définition 3.31 modifiée]

3.3.15

coupures de tension

baisse de la tension en un point du réseau de distribution d'énergie électrique en dessous d'un seuil de coupure donné.

3.3.16

tension de déséquilibre d'amplitude et de phase

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale), ou les différences de phase entre conducteurs successifs, ne sont pas toutes égales.

NOTE 1 Le taux de déséquilibre s'exprime habituellement par le rapport de la composante inverse ou homopolaire à la composante directe.

NOTE 2 Dans la présente norme, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

[VEI 161-08-09, modifiée]

3.3.17

tension de déséquilibre d'amplitude

dans un réseau triphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs (composante fondamentale) ne sont pas toutes égales. La phase relative entre les tensions entre conducteurs n'est pas prise en compte.

NOTE Dans la présente norme, le déséquilibre de tension est relatif aux réseaux triphasés.

[VEI 161-08-09, modifiée]

3.3.18**surtension transitoire**

surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie.

[VEI 604-03-13]

NOTE 1 Les surtensions transitoires peuvent être suivies immédiatement par des surtensions temporaires. Dans ce cas, les deux types de surtensions sont considérés comme des événements séparés.

NOTE 2 La norme CEI 60071-1 définit trois types de surtensions transitoires, les surtensions à front lent, les surtensions à front rapide et les surtensions à front très rapide, en fonction de leur durée jusqu'à la valeur de crête, de leur durée de queue ou de leur durée totale, et de la superposition possible d'oscillations.

3.3.19**signaux de télécommande centralisée**

signaux transmis par les fournisseurs d'énergie sur les réseaux publics pour la gestion des réseaux, comme par exemple le contrôle de certaines catégories de charges.

NOTE D'un point de vue technique, les signaux de télécommande centralisée sont une source de tensions inter harmoniques. Dans ce cas, cependant, la tension des signaux est appliquée intentionnellement sur une partie choisie du réseau d'alimentation. La tension et la fréquence du signal émis sont prédéterminées, et le signal est transmis à des moments particuliers.

3.4 Définitions relatives aux techniques de mesure**3.4.1****mesure sans fenêtre d'interruption**

technique de mesure dans laquelle la mesure est effectuée de manière continue. Pour les techniques numériques et pour un taux d'échantillonnage donné, aucun échantillon ne doit manquer dans le traitement de la mesure.

NOTE Lorsque des techniques de mesure sans fenêtre d'interruption sont utilisées, aucune hypothèse n'est émise concernant la stabilité du signal, par opposition aux techniques de mesure avec fenêtres d'interruption, dans lesquelles le signal est considéré comme stable pendant la durée où aucune mesure n'est effectuée.

3.5 Notations**3.5.1 Fonctions**

Symbole	Fonction
P	puissance active totale
E_a	énergie active totale
Q_A / Q_V	puissance réactive totale arithmétique / puissance réactive totale vectorielle
E_{rA} / E_{rV}	énergie réactive totale arithmétique / énergie réactive totale vectorielle
S_A / S_V	puissance apparente totale arithmétique / puissance apparente totale vectorielle
E_{apA} / E_{apV}	énergie apparente totale arithmétique / énergie apparente totale vectorielle
f	Fréquence
I	courant de phase, y compris I_p (Courant sur la phase p)
I_N / I_{Nc}	courant de neutre mesuré / courant de neutre calculé
U	tension, y compris U_{pg} (tension entre la phase p et la phase g) et V_p (tension entre la phase p et le neutre)
U_{din}	tension d'entrée déclarée (en anglais <i>declared input voltage</i>) [CEI 61000-4-30]
PF_A / PF_V	facteur de puissance arithmétique / facteur de puissance vectoriel (en anglais <i>power factor arithmetic / power factor vector</i>)
	NOTE $PF_V = \cos(\varphi)$ lorsque aucune harmonique n'est présente
P_{st} / P_{lt}	papillotement de courte durée / papillotement de longue durée
U_{dip}	creux de tension, y compris $U_{pg \text{ dip}}$ (creux entre la phase p et la phase g) et $V_{p \text{ dip}}$ (creux entre la phase p et le neutre)

U_{swl}	surtensions temporaires, y compris $U_{pg\ swl}$ (phase p à phase g) et $V_{p\ swl}$ (phase p à neutre)
U_{tr}	surtensions transitoires, y compris $U_{pg\ tr}$ (phase p à phase g) et $V_{p\ tr}$ (phase p à neutre)
U_{int}	coupures de tension, y compris $U_{pg\ int}$ (phase p à phase g) et $V_{p\ int}$ (phase p à neutre)
U_{nb}	phase et amplitude du déséquilibre de tension, y compris $V_{p\ nb}$ (phase p à neutre)
U_{nba}	amplitude du déséquilibre de tension, y compris $V_{p\ nba}$ (phase p à neutre)
U_h	harmoniques de tension, y compris $U_{pg\ h}$ (phase p à phase g) et $V_{p\ h}$ (phase p à neutre)
THD_u	taux de distorsion harmonique totale (THD; en anglais <i>total harmonic distortion</i>) de la tension par rapport à la fondamentale
$THD-R_u$	taux de distorsion harmonique totale de la tension par rapport à la valeur efficace
I_h	harmoniques de courant, y compris $I_{p\ h}$ (harmoniques sur la phase p)
THD_i	taux de distorsion harmonique totale du courant par rapport à la fondamentale
$THD-R_i$	taux de distorsion harmonique totale du courant par rapport à la valeur efficace
Msv	signaux de télécommande centralisée (en anglais <i>mains signalling voltage</i>)

3.5.2 Symboles et abréviations

$\%U_n$	pourcentage de U_n
$\%I_n$	pourcentage de I_n
$\%I_b$	pourcentage de I_b

3.5.3 Indices

a	actif
r	réactif
ap	apparent
n	assigné
b	de base
nom	nominal
N	neutre
c	calculé
h	harmonique
i	courant
u	tension
dip	creux (en anglais <i>dips</i>)
swl	surtensions temporaires (en anglais <i>swells</i>)
tr	transitoire
int	coupure (en anglais <i>interruption</i>)
nb	déséquilibre (en anglais <i>unbalance</i>)
nba	déséquilibre en amplitude (en anglais <i>amplitude unbalance</i>)
A	arithmétique
V	vectériel
min	valeur minimale
max	valeur maximale
avg	valeur moyenne (en anglais <i>average value</i>)
peak	valeur crête (en anglais <i>peak value</i>)
resid	Résiduel

4 Exigences

4.1 Exigences générales

Les exigences suivantes ainsi que celles énoncées dans la CEI 61557-1 doivent s'appliquer sauf spécification contraire dans la suite du texte.

Pour les exigences de sécurité, la CEI 61010-1, les parties applicables de la CEI 61010 et les exigences supplémentaires spécifiées dans la suite du texte doivent s'appliquer.

Pour les exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM), la CEI 61326-1 doit s'appliquer, sauf spécification contraire dans la suite du texte. Pour l'immunité, le Tableau 2 de la CEI 61326-1 (Exigences concernant les essais d'immunité pour le matériel prévu pour utilisation sur sites industriels) doit s'appliquer. Pour l'émission, les limites de la classe A ou de la classe B comme définies dans la CEI 61326-1 doivent s'appliquer.

NOTE Des lignes directrices relatives aux exigences applicables aux PMD-A ou/et aux PMD sont données en Annexe E.

4.2 Architecture générale d'un PMD

Architecture de la chaîne de mesure: la grandeur électrique à mesurer peut être soit directement accessible, comme c'est généralement le cas dans les réseaux basse tension, soit accessible par l'intermédiaire d'un capteur de mesure, comme par exemple les capteurs de tension (VS) ou les capteurs de courant (CS).

La Figure 1 ci-dessous montre l'architecture courante d'un PMD.

Dans certains cas, quand un PMD n'inclut pas les capteurs, leurs incertitudes associées ne sont pas prises en compte. Lorsqu'un PMD inclut les capteurs, leurs incertitudes associées sont prises en compte.

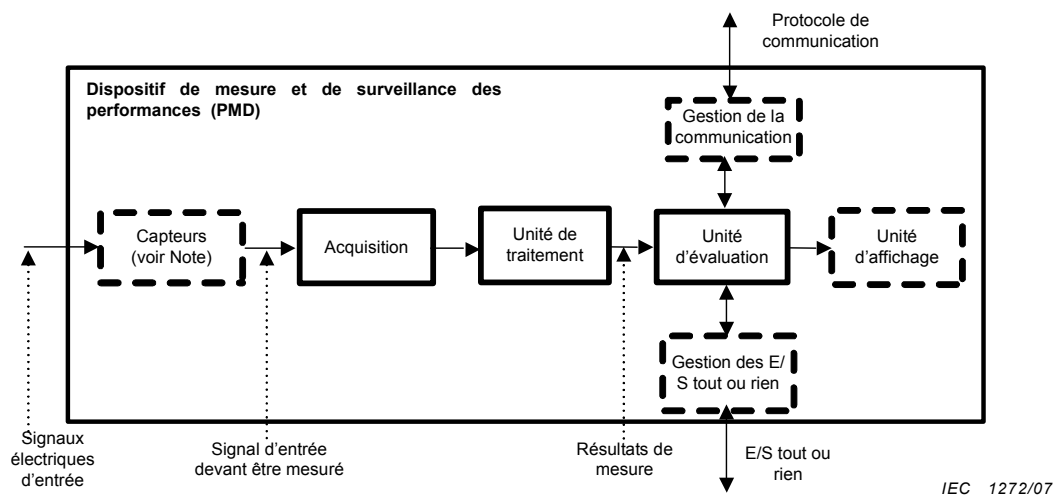


Figure 1 – Chaîne de mesure générique d'un PMD

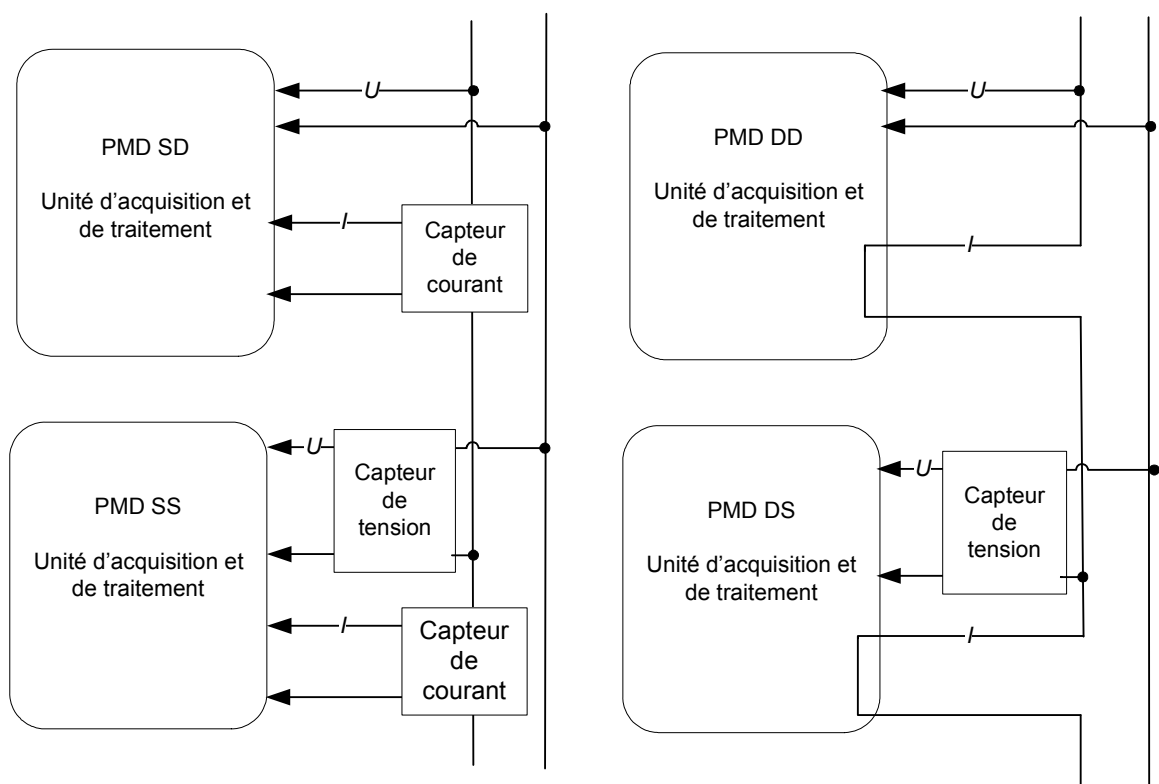
NOTE Il n'est pas nécessaire que les éléments représentés dans la Figure 1 dans les cases en pointillés soient inclus dans le PMD.

4.3 Classification des PMD

Les PMD peuvent inclure des capteurs internes, ou nécessiter des capteurs externes, comme montré en Figure 2. Selon ces caractéristiques, ils peuvent ainsi être classés en 4 catégories comme définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Classification des PMD

		Mesure du courant	
		PMD avec capteur externe (capteurs de courant à l'extérieur du PMD) → PMD Sx	PMD à branchement direct (capteurs de courant à l'intérieur du PMD) → PMD Dx
Mesure de la tension	PMD à branchement direct (capteurs de tension à l'intérieur du PMD) → PMD xD	PMD SD (Insertion semi-directe)	PMD DD (Insertion directe)
	PMD avec capteur externe (capteurs de tension à l'extérieur du PMD) → PMD xS	PMD SS (Insertion indirecte)	PMD DS (Insertion semi-directe)



IEC 1273/07

NOTE Un PMD spécifié comme un PMD Dx (respectivement PMD xD) peut parfois, dans certaines conditions, être utilisé comme un PMD Sx (respectivement PMD xS) lorsqu'il est utilisé avec des capteurs externes, à condition qu'il soit conforme aux exigences des PMD Sx et Dx (respectivement PMD xS et xD).

Figure 2 – Description des différents types de PMD

4.4 Liste des classes de performance applicables

4.4.1 Liste des classes de performance de fonctionnement applicables pour les PMD sans capteurs externes

Le Tableau 2 spécifie les classes de performance de fonctionnement applicables aux PMD sans capteurs externes:

Tableau 2 – Liste des classes de performance de fonctionnement applicables pour les PMD sans capteurs externes

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	---	---	----	----

4.4.2 Liste des classes de performance du système applicables pour les PMD avec capteurs externes

Le Tableau 3 spécifie les classes de performance applicables à un système comprenant le PMD et ses capteurs externes:

Tableau 3 – Liste des classes de performances du système applicables pour les PMD avec capteurs externes

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	---	---	----	----

Il n'est pas permis de spécifier une classe de performance du système sans capteurs externes spécifiés.

Les exigences relatives aux performances du système pour un PMD avec un capteur externe spécifié sont les mêmes que pour un PMD à branchement direct.

NOTE Lorsqu'un PMD Sx ou un PMD xS est utilisé avec des capteurs externes spécifiés, la classe de performances du système est basée sur l'incertitude intrinsèque mesurée.

Lorsque les capteurs ne sont pas spécifiés, la classe de performances du système est égale à l'incertitude calculée conformément à l'Annexe D.

4.5 Conditions de référence et de fonctionnement pour les PMD

4.5.1 Conditions de référence

Le Tableau 4 spécifie les conditions de référence pour les essais:

Tableau 4 – Conditions de référence pour les essais

Conditions	Conditions de référence
Température de fonctionnement	23 °C ± 2 °C, sauf spécification contraire par le constructeur
Humidité relative	40 % à 60 % RH
Tension d'alimentation auxiliaire	Tension d'alimentation assignée ±1 %
Phases	Trois phases disponibles ^a
Déséquilibre de tensions	≤ 0,1 % ^a
Champ magnétique continu externe	≤ 40 A/m c.c. ≤ 3 A/m c.a. à 50/60 Hz
Composante continue sur la tension et le courant	Aucune
Forme d'onde	Sinusoïdale
Fréquence	Fréquence assignée (50 Hz ou 60 Hz) ±0,2 % ^b
^a Nécessaire uniquement dans le cas de réseaux triphasés. ^b Il convient que les PMD utilisent les fréquences assignées normalisées de 50 Hz ou 60 Hz, si possible, bien que d'autres fréquences assignées, ou plages de fréquences assignées, y compris le fonctionnement en continu, puissent être spécifiés.	

4.5.2 Conditions de fonctionnement assignées

Les tableaux ci-dessous donnent les conditions dans lesquelles les fonctions doivent être conformes à leurs spécifications.

4.5.2.1 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les appareils portables

Le Tableau 5 donne les températures assignées de fonctionnement pour les PMD portables:

Tableau 5 – Températures assignées de fonctionnement pour les appareils portables

	Classe de température K40 des PMD
Plage de fonctionnement assignée (avec une incertitude spécifiée)	0 °C à +40 °C
Plage limite de fonctionnement (pas de défaillances de matériels)	–10 °C à +55 °C
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C

4.5.2.2 Conditions de fonctionnement en température assignées pour les équipements installés de manière fixe

Le Tableau 6 donne les températures assignées pour les équipements installés de manière fixe:

Tableau 6 – Températures assignées de fonctionnement pour les équipements installés de manière fixe

	Classe de température K55 des PMD	Classe de température K70 des PMD	Classe de température Kx ^b des PMD
Plage de fonctionnement assignée (avec incertitude spécifiée)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite de fonctionnement (pas de défaillance de matériels)	–5 °C à +55 °C	–25 °C à +70 °C	Supérieure à +70 °C et/ou inférieure à –25 °C ^a
Plage limite pour le stockage et le transport	–25 °C à +70 °C	–40 °C à +85 °C	Selon la spécification du constructeur ^a
^a Les limites doivent être définies par le constructeur, conformément à l'application.			
^b Kx représente les conditions étendues.			

4.5.2.3 Conditions de fonctionnement en humidité et altitude

Le Tableau 7 donne les conditions de fonctionnement en humidité et en altitude pour les PMD portables ou installés de manière fixe:

Tableau 7 – Conditions de fonctionnement en humidité et en altitude

	Conditions normalisées	Conditions étendues
Plage de fonctionnement assignée (avec incertitude spécifiée)	0 à 75 % RH ^b	0 à plus de 75 % RH ^{a b}
Plage limite de fonctionnement pendant 30 jours/an	0 à 90 % RH ^b	0 à plus de 90 % RH ^{a b}
Plage limite pour le stockage et le transport	0 à 90 % RH ^b	0 à plus de 90 % RH ^{a b}
Altitude	0 à 2 000 m	0 à plus de 2000 m ^a
^a Les limites doivent être définies par le constructeur, conformément à l'application.		
^b Les valeurs d'humidité relative sont spécifiées sans condensation.		

Les limites d'humidité relative en fonction de la température de l'air ambiante sont définies dans la Figure 3.

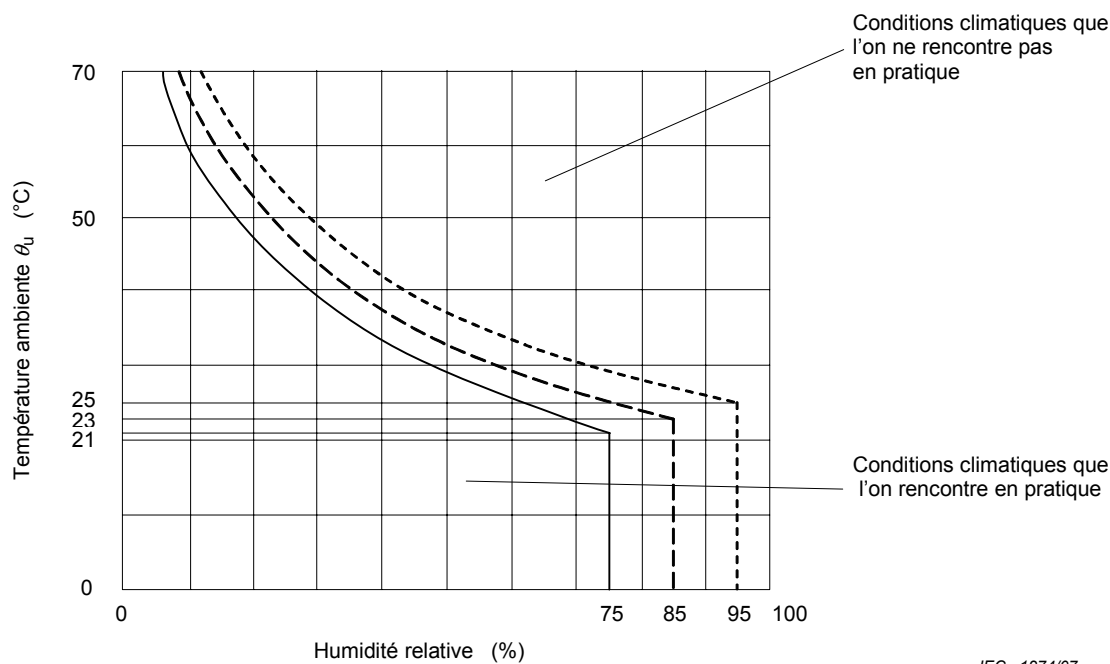


Figure 3 – Relation entre la température de l'air ambiante et l'humidité relative

4.6 Conditions de démarrage

Les indications de la mesure doivent être disponibles par l'intermédiaire d'une interface de communication ou d'une interface utilisateur local 15 s après l'application de l'alimentation. Si la durée du démarrage est supérieure à 15 s, les constructeurs doivent spécifier le temps à partir duquel les grandeurs de mesure sont disponibles par l'intermédiaire d'une interface de communication ou d'une interface utilisateur local après l'application de l'alimentation.

Lorsque aucune interface utilisateur ou de communication est disponible, cette exigence doit être vérifiée selon la procédure de test décrite dans le paragraphe 6.1.14.

4.7 Exigences relatives aux fonctions des PMD (sauf PMD-A)

Le paragraphe 4.7 indique une liste de grandeurs. Dépendant du type de mesure, toute ou partie des grandeurs indiquées doivent être mesurées.

Toutes les fonctions implémentées dans le PMD et spécifiées dans cette norme doivent répondre aux exigences de la présente norme.

4.7.1 Mesures de la puissance active (P) et de l'énergie active (E_a)

4.7.1.1 Techniques

Voir Annexe A.

Une mesure continue sans fenêtre d'interruption est exigée.

4.7.1.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences d'incertitude intrinsèque s'appliquent dans la plage assignée suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.1.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans le Tableau 8:

Tableau 8 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance active et de l'énergie active

Plage de mesure spécifiée		Facteur de puissance ^d	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b c}		Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour C < 1	pour C ≥ 1	
2 % I _b ≤ I < 10 % I _b	1 % I _n ≤ I < 5 % I _n	1	±2,0 × C	Aucune exigence	%
5 % I _b ≤ I < 10 % I _b	2 % I _n ≤ I < 5 % I _n	1	Aucune exigence	±(1,0 × C + 0,5)	%
10 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	5 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1	±1,0 × C	±1,0 × C	%
5 % I _b ≤ I < 20 % I _b	2 % I _n ≤ I < 10 % I _n	0,5 inductif	±(1,7 × C + 0,15)	Aucune exigence	%
		0,8 capacitif	±(1,7 × C + 0,15)	Aucune exigence	
10 % I _b ≤ I < 20 % I _b	5 % I _n ≤ I < 10 % I _n	0,5 inductif	Aucune exigence	±(1,0 × C + 0,5)	%
		0,8 capacitif	Aucune exigence	±(1,0 × C + 0,5)	
20 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	10 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	0,5 inductif	±(1,0 × C + 0,1)	±1,0 × C	%
		0,8 capacitif	±(1,0 × C + 0,1)	±1,0 × C	

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de l'énergie active sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2; les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de la puissance active sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 – 2,5.

^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant ou un capteur de tension externe sont données en Annexe D.

^c Pour les classes 1 et 2 de mesure de l'énergie active de la présente norme, les limites d'incertitude des classes 1 et 2 définies au Tableau 6 de la CEI 62053-21 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau. Pour les classes 0,2 et 0,5 de mesure de l'énergie active de la présente norme, les limites d'incertitude des classes 0,2S et 0,5S définies au Tableau 4 de la CEI 62053-22 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau.

^d Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, facteur de puissance = cos φ.

4.7.1.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 9:

Tableau 9 – Grands d'influence pour la mesure de la puissance active et de l'énergie active

Grands d'influence		Plage de mesure spécifiée ^e		Facteur de puissance ^j	Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct ^f	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe ^f		pour C < 1	pour C ≥ 1	
Température ambiante	conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 & Tableau 6	10 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 20 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	5 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductif	0,05 × C 0,1 × C	0,05 × C 0,07 × C	% / K % / K
					Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		
					pour C < 1	pour C ≥ 1	
Tension d'alimentation auxiliaire ⁱ	tension assignée ±15%	10 % I _b	10 % I _n	1	0,1 × C	0,1 × C	%
Tension	80 % U _n < U < 120 % U _n	5 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	2 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 5 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductif	0,3 × C + 0,04 0,6 × C + 0,08	0,3 × C + 0,4 0,5 × C + 0,5	%
Fréquence	fréquence assignée ±2%	5 % I _b ≤ I ≤ I _{max} 10 % I _b ≤ I ≤ I _{max}	2 % I _n ≤ I ≤ I _{max} 5 % I _n ≤ I ≤ I _{max}	1 0,5 inductif	0,3 × C + 0,04 0,3 × C + 0,04	0,3 × C + 0,2 0,3 × C + 0,4	%
Séquence de phase inversée	---	10 % I _b	10 % I _n	1	0,15 × C + 0,02	1,5	%
Déséquilibre de tension	0 à 10 %	I _b	I _n	1	1,5 × C + 0,2	2,0 × C	%
Phase manquante ^f	une ou 2 phases manquantes	I _b	I _n	1	2,0 × C	2,0 × C	%
Composantes harmoniques dans les circuits de courant et de tension	tension, 5 ^e harmonique: 10 % courant, 5 ^e harmonique: 40 %	50 % I _{max}	50 % I _{max}	1	0,4 × C + 0,3	0,2 × C + 0,6	%

Tableau 9 (suite)

Grandeurs d'influence		Plage de mesure spécifiée ^e		Facteur de puissance ^j	Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct ^f	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe ^f				
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif	voir g	50 % I _b	50 % I _h	1	3,0 × C	3,0 × C	%
Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif	voir g	50 % I _b	50 % I _h	1	3,0 × C	3,0 × C	%
Réjection de la tension de mode commun sur les entrées de courant isolées ^k	0 à tension maximale par rapport à la terre (selon la catégorie de mesure) ⁱ	10 % I _b	5 % I _h	1	1,0 × C	0,5 × C	%
Induction magnétique permanente en courant alternatif d'origine externe 0,5mT ^{c d h}	voir c et d	I _b	I _h	1	2,0	1,0 × C + 1,0	%
Champs électromagnétiques RF ^{c d}	voir c et d	I _b	I _h	1	3,4 × C + 0,3	1,0 × C + 1,0	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{c d}	voir c et d	I _b	I _h	1	3,4 × C + 0,3	1,0 × C + 1,0	%
a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de l'énergie active sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2; les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de la puissance active sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 – 2,5. b Pour les classes 1 et 2 de mesure de l'énergie active de la présente norme, les limites de variation des classes 1 et 2 définies au Tableau 8 de la CEI 62053-21 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau. Pour les classes 0,2 et 0,5 de mesure de l'énergie active de la présente norme, les limites de variation des classes 0,2S et 0,5S définies au Tableau 6 de la CEI 62053-22 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau. c Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définies dans la norme CEI 61326 relative aux sites industriels. d Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesures d'énergie. e Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire. f Non applicable aux PMD auto-alimentés. g Voir l'article 6. h Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT produite par un courant à la même fréquence que celle de la tension appliquée au PMD et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction ne doit pas provoquer une variation dépassant les valeurs représentées dans ce tableau. i Une catégorie de mesure est définie dans la CEI 61010-2-030, par exemple une tension de mode commun de 300 V pour 300 V cat. III j Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, facteur de puissance = cos φ. k Si les entrées de courant sont connectées de façon interne ou externe à la terre, cette exigence n'est pas applicable. l Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée de tension d'alimentation.							

4.7.1.5 Conditions de démarrage à vide

4.7.1.5.1 Démarrage du PMD

Voir paragraphe 4.6.

4.7.1.5.2 Condition à vide (uniquement pour la mesure d'énergie)

Lorsque la tension est appliquée sans courant circulant dans le circuit de courant, le circuit de sortie en impulsions du PMD ne doit pas produire plus d'une impulsion.

Pour cet essai, le circuit de courant doit être en circuit ouvert et une tension de 115 % de la tension assignée doit être appliquée au circuit de tension.

NOTE Dans le cas d'un shunt extérieur, seul le circuit d'entrée du PMD doit être en circuit ouvert.

La période d'essai minimale Δt doit être:

Types de PMD	Durée d'essai minimale Δt pour la condition à vide	
	pour $C < 1$	pour $C \geq 1$
PMD	$\Delta t = \frac{((100 / C) + 400) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$

où

C est la classe de performance de fonctionnement;

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du PMD par kilowatt-heure (imp/kWh);

m est le nombre d'éléments de mesure;

U_n est la tension assignée en volts;

$I_{\max}$ est le courant maximal en ampères.

Pour les PMD fonctionnant sur des transformateurs avec des caractéristiques primaires ou semi-primaires, la constante k doit correspondre aux valeurs secondaires (tension et courant).

4.7.1.5.3 Courant de démarrage

Le PMD doit démarrer et enregistrer continûment aux valeurs de courant de démarrage (et, dans le cas de dispositifs de mesure triphasés, avec des charges équilibrées) indiquées au Tableau 10.

Lorsque les conditions de démarrage sont satisfaites (conformément au Tableau 10), l'incertitude intrinsèque doit se situer entre –40 % et +90 % des valeurs mesurées.

Si le PMD est conçu pour la mesure de l'énergie dans les deux directions, cet essai doit alors être appliqué avec un flux d'énergie dans chaque direction.

Tableau 10 – Courant de démarrage pour la mesure de puissance et d'énergie actives

Types de PMD	Facteur de puissance ^a	Courant de démarrage pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	
		pour C < 1	pour C ≥ 1
PMD Dx	1	$2 \times 10^{-3} \times I_b$	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$1 \times 10^{-3} \times I_n$	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$

^a Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, facteur de puissance = $\cos \varphi$.

4.7.2 Mesures de la puissance réactive (Q_A , Q_V) et de l'énergie réactive (E_{rA} , E_{rV})

4.7.2.1 Techniques

Voir Annexe A.

Une mesure continue sans fenêtre d'interruption est exigée.

4.7.2.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences d'incertitude intrinsèque s'appliquent dans la plage assignée suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.2.3 Tableau d'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 11:

Tableau 11 – Tableau d'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance réactive et de l'énergie réactive

Plage de mesure spécifiée		sin φ (inductif ou capacitif)	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b c}		Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour C < 3	pour C ≥ 3	
$5 \% I_b \leq I < 10 \% I_b$	$2 \% I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$10 \% I_b \leq I < 20 \% I_b$	$5 \% I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,5	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%
$20 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	0,25	$\pm 1,25 \times C$	$\pm 1,33 \times C$	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de l'énergie réactive sont: 2 – 3; les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de la puissance réactive sont: 1 – 2 – 3.

^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant ou un capteur de tension externe sont données en Annexe D.

^c Pour les classes 2 et 3 de mesure de l'énergie réactive de la présente norme, les limites d'incertitude des classes 2 et 3 définies au Tableau 6 de la CEI 62053-23 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau.

4.7.2.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 12:

Tableau 12 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la puissance réactive et de l'énergie réactive

Type d'influence	Grandeurs d'influence	Plage d'influence	Plage de mesure spécifiée ^d		sin φ (inductif ou capacitif)	Coefficient moyen de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a e}		Unité
			Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour C < 3	pour C ≥ 3	
Température ambiante		conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 & Tableau 6	10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5	0,05 × C 0,075 × C	0,05 × C 0,08 × C	% / K % / K
						Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		
						pour C < 3	pour C ≥ 3	
Tension d'alimentation auxiliaire ^f)		tension assignée ±15 %	10 % I_b	10 % I_n	1	0,1 × C	0,1 × C	%
Tension		80 % $U_n < U < 120$ % U_n	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	0,5 × C 0,75 × C	0,66 × C 1,0 × C	% %
Fréquence		fréquence assignée ±2 %	5 % $I_b \leq I \leq I_{max}$ 10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	2 % $I_n \leq I \leq I_{max}$ 5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1 0,5 inductif	1,25 × C 1,25 × C	2,5 2,5	%
Induction magnétique continue d'origine externe de 0,5mT ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%
Champs électromagnétiques RF ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{b c}		voir ^b et ^c	I_b	I_n	1	1,5 × C	3,0	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de l'énergie réactive sont: 2 – 3; les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement de la puissance réactive sont: 1 – 2 – 3.

^b Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définis dans la norme CEI 61326 relative aux sites industriels.

^c Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesures d'énergie.

^d Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire.

^e Pour les classes 2 et 3 de mesure de l'énergie réactive de la présente norme, les limites de variation des classes 2 et 3 définies au Tableau 8 de la CEI 62053-23 peuvent être utilisées aussi bien que les limites d'incertitude données dans ce tableau.

^f Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée de tension d'alimentation.

4.7.2.5 Conditions de démarrage et à vide

4.7.2.5.1 Démarrage du PMD

Voir paragraphe 4.6.

4.7.2.5.2 Condition à vide

Lorsque la tension est appliquée sans courant circulant dans le circuit de courant, la sortie d'essai du PMD ne doit pas produire plus d'une impulsion.

Pour cet essai, le circuit de courant doit être en circuit ouvert et une tension de 115 % de la tension assignée doit être appliquée au circuit de tension.

NOTE Dans le cas d'un shunt extérieur, seul le circuit d'entrée doit être mis en circuit ouvert.

La période d'essai minimale Δt doit être:

Types de PMD	Période d'essai minimale Δt pour la condition à vide	
	pour $C < 3$	pour $C \geq 3$
PMD	$\Delta t = \frac{((240 / C) + 360) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$	$\Delta t = \frac{((1080 / C) - 60) \times 10^6}{k \times m \times U_n \times I_{\max}} \text{ min}$

Où:

C est la classe de performance de fonctionnement;

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du PMD par kilovar-heure (imp/kvarh);

m est le nombre d'éléments de mesure;

U_n est la tension assignée en volts;

$I_{\max}$ est le courant maximal en ampères.

Pour les PMD fonctionnant sur transformateurs avec des caractéristiques primaires ou semi-primaires, la constante k doit correspondre aux valeurs secondaires (tension et courant).

4.7.2.5.3 Courant de démarrage

Le PMD doit démarrer et enregistrer continûment aux valeurs de courant de démarrage (et, dans le cas de dispositifs de mesure triphasés, avec une charge équilibrée) indiquées au Tableau 13.

Lorsque les conditions de démarrage sont satisfaites (conformément au Tableau 13) l'incertitude intrinsèque doit se situer entre –40 % et +90 % des valeurs mesurées.

Si le PMD est conçu pour la mesure de l'énergie dans les deux directions, cet essai doit alors être appliqué avec un flux d'énergie dans chaque direction.

Tableau 13 – Courant de démarrage pour la mesure de l'énergie réactive

Types de PMD	sin φ (inductif ou capacitif)	Courant de démarrage pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	
		pour $C < 3$	pour $C \geq 3$
PMD Dx	1	$(C + 3) \times 10^{-3} \times I_b$	$(5 \times C - 5) \times 10^{-3} \times I_b$
PMD Sx	1	$(C + 1) \times 10^{-3} \times I_n$	$(2 \times C - 1) \times 10^{-3} \times I_n$

4.7.3 Mesures de la puissance apparente (S_A , S_V) et de l'énergie apparente (E_{apA} , E_{apV})

4.7.3.1 Techniques

Voir Annexe A.

Une mesure sans fenêtre d'interruption est exigée.

4.7.3.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée suivante:

$$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$$

4.7.3.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 14:

Tableau 14 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de la puissance apparente et de l'énergie apparente

Plage de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}		Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe	pour $C < 1$	pour $C \geq 1$	
$5 \% I_b < I \leq 10 \% I_b$	$2 \% I_n < I \leq 5 \% I_n$	$\pm 2,0 \times C$	$\pm (1,0 \times C + 0,5)$	%
$10 \% I_b < I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n < I \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\pm 1,0 \times C$	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant ou un capteur de tension externe sont données en Annexe D.

4.7.3.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 15:

Tableau 15 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la puissance apparente et de l'énergie apparente

Type d'influence	Grandeurs d'influence		Plage de mesure spécifiée ^d		Facteur de puissance ^e	Coefficient moyen de température pour les PMD de classe de performance C^a		Unité
		Plage d'influence	Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		pour $C < 1$	pour $C \geq 1$	
Température ambiante		Conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 et Tableau 6	$10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1	$0,05 \times C$	$0,05 \times C$	% / K
						Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a,b}$		
						pour $C < 1$	pour $C \geq 1$	
Tension d'alimentation auxiliaire ^f		Tension assignée $\pm 15\%$	$10 \% I_b$	$10 \% I_n$	1	$0,1 \times C$	$0,1 \times C$	%
Tension		$80 \% U_n < U < 120 \% U_n$	$5 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$ $10 \% I_b \leq I \leq I_{\max}$	$2 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$ $5 \% I_n \leq I \leq I_{\max}$	1 0,5 inductif	$0,3 \times C + 0,04$ $0,6 \times C + 0,08$	$0,3 \times C + 0,4$ $0,5 \times C + 0,5$	%
Induction magnétique continue d'origine externe de 0,5mT ^{c,d}		voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	2,0	$1,0 \times C + 1,0$	%
Champs électromagnétiques RF ^{c,d}		voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%
Perturbations conduites, induites par des champs radioélectriques ^{c,d}		voir ^c et ^d	I_b	I_n	1	$3,4 \times C + 0,3$	$1,0 \times C + 1,0$	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b Les niveaux de CEM et les conditions d'essai sont définis dans la norme CEI 61326 relative aux sites industriels.

^c Les grandeurs d'influence de CEM ne sont applicables que pour les mesures d'énergie.

^d Les courants sont équilibrés, sauf spécification contraire.

^e Dans les conditions de référence, les signaux sont sinusoïdaux; ainsi, dans ce cas, facteur de puissance = $\cos \varphi$.

^f Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée.

4.7.4 Mesures de la fréquence (f)

4.7.4.1 Techniques

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée.

4.7.4.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences d'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages suivantes:

- Tension: $50 \% U_n$ à $U_{\max}$; ou
- Courant: pour les PMD Dx: $20 \% I_b$ à $I_{\max}$, pour les PMD Sx: $10 \% I_n$ à $I_{\max}$

NOTE La fréquence est généralement mesurée à partir de la fonction mesure de tension du PMD; la plage de fonctionnement assignée en courant ne doit être considérée que si cette fonction n'existe pas dans le PMD.

4.7.4.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 16:

Tableau 16 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de fréquence

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
45 Hz à 55 Hz ou 55 Hz à 65 Hz	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5.		
^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant ou un capteur de tension externe sont données en Annexe D.		

4.7.4.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux variations des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites de la classe de performance correspondante données dans le Tableau 17:

Tableau 17 – Grandeurs d'influence pour la mesure de fréquence

Grandeurs d'influence		Coefficient de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence ou niveau d'influence		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 et Tableau 6	$0,1 \times C$	% / K
		Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension	50 % U_n à U_{max}	$0,2 \times C$	%
Harmoniques dans les circuits de tension ^b	3 ^e harmonique 10 % 5 ^e harmonique 12 % 7 ^e harmonique 10 % 9 ^e harmonique 3 % 11 ^e harmonique 7 % 13 ^e harmonique 6 % 15 ^e harmonique 1 %	$0,2 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,02 – 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5. ^b Toutes les composantes harmoniques ont la même phase relative, mais en phase inverse par rapport à la fondamentale.			

4.7.5 Mesures en valeur efficace du courant de phase (I) et du courant de neutre (I_N , I_{Nc})

4.7.5.1 Techniques

Voir Annexe A.

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée.

4.7.5.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans les Tableau 18 et Tableau 19:

4.7.5.2.1 Plage assignée de fonctionnement pour la mesure du courant de phase

Tableau 18 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure du courant de phase

Types de PMD	Plage de mesure spécifiée	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête
PMD Sx	10 % I_n à 120 % I_n	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2
PMD Dx	20 % I_b à I_{max}	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2

4.7.5.2.2 Plage assignée de fonctionnement pour le courant de neutre mesuré (avec un capteur) et le courant de neutre calculé (à partir des courants de phase)

Tableau 19 – Plage de fonctionnement assignée pour la mesure du courant de neutre

Types de PMD	Plage de mesure spécifiée	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête
PMD Sx	$10 \% I_n$ à $120 \% I_n$	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2
PMD Dx	$20 \% I_b$ à I_{max}	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	2

NOTE Le courant nominal du capteur de courant de neutre peut être différent de celui pour le capteur de courant de phase.

4.7.5.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans les Tableau 20, Tableau 21 et Tableau 22.

4.7.5.3.1 Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le courant de phase

Tableau 20 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le courant de phase

Plage de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	Valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
$20 \% I_b \leq I \leq I_{max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2 ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant externe sont données en Annexe D.			

4.7.5.3.2 Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le courant de neutre mesuré (avec un capteur)

Tableau 21 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du courant de neutre

Plage de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
$20 \% I_b \leq I_N \leq I_{max}$	$10 \% I_n \leq I_N \leq I_{max}$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant externe sont données en Annexe D.			

4.7.5.3.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le courant de neutre calculé (à partir des courants de phase)

Tableau 22 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour le calcul du courant de neutre

Plage de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b d}	Unité
valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
$20 \% I_b \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$10 \% I_n \leq I_p^c \leq I_{\max}$	$\pm 1,0 \times C$	$\% I^c$
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant externe sont données en Annexe D. ^c L'incertitude doit être exprimée en pourcentage du courant de phase le plus élevé. ^d La classe de performance C se rapporte à la classe de performance du courant de phase.			

4.7.5.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux variations des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites de la classe de performance correspondante données dans le Tableau 23:

Tableau 23 – Grands d'influence pour la mesure du courant de phase et du courant de neutre

Type d'influence	Grands d'influence		Plage de mesure spécifiée ^b		Coefficient moyen de température pour les PMD de classe de performance C^a	Unité
	Plage d'influence		valeur du courant pour les PMD Dx à branchement direct	valeur du courant pour les PMD Sx avec capteur externe		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 & Tableau 6		$20 \% I_b \leq I \leq I_{max}$	$10 \% I_n \leq I \leq I_{max}$	$0,05 \times C$	% / K
					Limites de variation pour les PMD de classe de performance de C^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c	Tension assignée $\pm 15\%$		$20 \% I_b$	$10 \% I_n$	$0,1 \times C$	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement pour le courant de neutre mesuré sont: 0,2 – 0,5 – 1 – 2; les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement pour le courant de neutre calculé sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b Les grands d'influence pour le courant de phase sont définies avec les courants équilibrés dans le réseau de distribution triphasé.

^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée de tension d'alimentation.

4.7.6 Mesures de la tension efficace (U)

4.7.6.1 Technique

Voir Annexe A.

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée.

4.7.6.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 24:

Tableau 24 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure de tension efficace

Types de PMD	Plage de mesure spécifiée	Largeur de bande minimale (harmonique)	Facteur de crête
PMD xS	20 % U_n à 120 % U_n Voir NOTE	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	1,5
PMD xD	Tel que spécifié par le constructeur	45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée ou c.c. et 45 Hz jusqu'à 15 fois la fréquence assignée	1,5

NOTE Les PMD utilisant des circuits de détection de fréquence ne fonctionnant pas dans toute la plage assignée peuvent mesurer la tension avec la dernière valeur mesurée significative de la fréquence entre 20% de U_n et 50% de U_n .

4.7.6.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 25:

Tableau 25 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de la tension efficace

Plage de mesure spécifiée		Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}^c$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}^c$	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de tension externe sont données en Annexe D. ^c Le constructeur peut définir $U_{\max}$ et $U_{\min}$, en prenant en compte la plage de mesure minimale du Tableau 24.			

4.7.6.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux variations des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites de la classe de performance correspondante données dans le Tableau 26:

Tableau 26 – Grandeurs d'influence pour la mesure de la tension efficace

Grandeurs d'influence		Plage de mesure spécifiée ^b		Coefficient moyen de température pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
Type d'influence	Plage d'influence	Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
Température ambiante	Conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 et Tableau 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
				Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c	Tension assignée ± 15 %	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	%

^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2.

^b Le constructeur peut définir U_{max} et U_{min} en prenant en compte la plage de mesure spécifiée du Tableau 24.

^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée de tension d'alimentation.

4.7.7 Mesures du facteur de puissance (PF_A , PF_V)

4.7.7.1 Techniques

Voir Annexe A.

4.7.7.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer à l'intérieur des plages assignées suivantes:

- Tension: $50 \% U_n$ à U_{max} ou;
- Courant: pour les PMD Dx: $20 \% I_b$ à I_{max}
pour les PMD Sx: $10 \% I_n$ à I_{max}

4.7.7.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 27:

Tableau 27 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du facteur de puissance

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
De 0,5 inductif à 0,8 capacitif	$\pm 0,1 \times C$	^c
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,5 – 1 – 2. – 5 – 10 ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant ou un capteur de tension externe sont données en Annexe D. ^c Pas d'unité.		

4.7.7.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires par rapport aux incertitudes intrinsèques doivent être calculées conformément au Tableau 9 et au Tableau 15 pour un facteur de puissance de 1 et de 0,5 inductif, dans les plages assignées de fonctionnement, en prenant en considération la combinaison la plus défavorable d'incertitudes.

4.7.8 Mesures du papillotement de courte durée (P_{st}) et du papillotement de longue durée (P_{lt})

4.7.8.1 Techniques

Voir la CEI 61000-4-15.

4.7.8.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer à l'intérieur des plages assignées suivantes:

- Tension: $80 \% U_n$ à U_{max}

4.7.8.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 28:

Tableau 28 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du papillotement

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	Unité
De 0,4 à 2	$\pm 1,0 \times C$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10.		

4.7.9 Mesures des creux de tension (U_{dip}) et des surtensions temporaires (U_{swl})

4.7.9.1 Techniques

Voir Annexe A. Une mesure sans fenêtre d'interruption est exigée.

Les exigences de 5.4 de la CEI 61000-4-30 s'appliquent, avec les modifications suivantes:

- dans la présente partie, une tension de référence fixe ou une tension de référence glissante avec un filtre de premier ordre de constante de temps égale à une minute est exigée comme valeur de seuil pour la détection des creux de tension ou des surtensions temporaires.
- dans la présente partie, une synchronisation au passage à zéro de la valeur fondamentale de tension n'est pas exigée.

4.7.9.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer pour les plages assignées indiquées dans le Tableau 29:

Tableau 29 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires

Types de PMD	Plage de seuil minimale ajustable pour le creux de tension	Plage de seuil minimale ajustable pour la surtension temporaire
PMD xS	5 % U_n à 100 % U_n	100 % U_n à 120 % U_n
PMD xD	Tel que spécifié par le constructeur	tel que spécifié par le constructeur

La durée détectable minimale doit être au moins égale à une période de la tension mesurée.

4.7.9.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 30:

Tableau 30 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b c}	Unité
Creux de tension et surtensions temporaires	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Durée des creux de tension et durée des surtensions temporaires	Une période à la fréquence du réseau	ms ^d
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de tension externe sont données en Annexe D. ^c L'incertitude sur la durée d'un creux de tension ou d'une surtension temporaire est égale à l'incertitude sur le début de l'événement (un demi-cycle) plus l'incertitude sur la fin de l'événement (un demi-cycle). ^d Il s'agit d'une incertitude fixe.		

4.7.9.4 Limites de variation due aux grandeurs d'influence

Les variations supplémentaires dues aux modifications des grandeurs d'influence par rapport aux conditions de référence données en 4.5.1 ne doivent pas dépasser les limites pour la classe de performance correspondante données dans le Tableau 31:

Tableau 31 – Grands d'influence pour la mesure des creux de tension et des surtensions temporaires

Type d'influence	Grands d'influence		Plage de mesure spécifiée ^b		Coefficient moyen de température pour les PMD de classe de performance C ^a	Unité
		Plage d'influence	Valeur de la tension pour les PMD xD à branchement direct	Valeur de la tension pour les PMD xS avec capteur externe		
Température ambiante		Conformément à la plage de fonctionnement assignée des Tableau 5 et Tableau 6	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,05 \times C$	% / K
					Limites de variation pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^a	
Tension d'alimentation auxiliaire ^c		Tension assignée $\pm 15\%$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,1 \times C$	% U_n
Fréquence		Fréquence assignée $\pm 10\%$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$	$0,5 \times C$	% U_n
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: $0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 - 2$.						
^b Le constructeur peut définir $U_{\max}$ et $U_{\min}$ en prenant en compte la plage de mesure minimale du Tableau 29.						
^c Ces limites sont établies pour un PMD alimenté par la tension réseau. Dans le cas d'une gamme plus large de la tension d'alimentation, c.a. ou c.c., les essais doivent être effectués au moins aux valeurs extrêmes de cette gamme. Dans tous les cas, le PMD doit répondre aux exigences dans la gamme spécifiée de tension d'alimentation						

4.7.10 Mesures des surtensions transitoires (U_{tr})

4.7.10.1 Techniques

Voir Annexe A de la CEI 61000-4-30.

Une mesure sans fenêtre d'interruption est exigée.

Forme d'onde de référence: 1,2/50 μ s tel que défini dans la CEI 61000-4-5.

4.7.10.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans les plages assignées indiquées dans le Tableau 32.

4.7.10.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans le Tableau 32:

Tableau 32 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de surtension transitoire

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque	Résolution pour la mesure de durée ^b
0 to U_{tr} ^a	$\pm 3,0 \% \times U_{tr}$	5 μ s
^a Les valeurs recommandées pour la plage de mesure spécifiée sont 6 kV – 4 kV – 2,5 kV – 1,5 kV – 0,8 kV. ^b La mesure de durée n'est pas exigée. Cependant si elle est réalisée, elle doit être effectuée à 50% de la valeur crête de la surtension transitoire.		

4.7.11 Mesures de la coupure de tension (U_{int})

4.7.11.1 Techniques

Voir Annexe A.

Une mesure sans fenêtre d'interruption est exigée.

Le paragraphe 5.4 de la CEI 61000-4-30 s'applique sauf que, dans la présente partie, une synchronisation au passage à zéro de la valeur fondamentale de tension n'est pas nécessaire.

NOTE Cette mesure n'est possible que si le neutre est connecté au PMD.

4.7.11.2 Plage assignée de fonctionnement

Le constructeur doit choisir au moins une valeur pour le seuil de la détection de la coupure de tension, incluse dans la plage de 1 % à 5 % de U_n .

La durée détectable minimale doit être au moins égale à une période de la tension mesurée.

4.7.11.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans le Tableau 33:

Tableau 33 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure de coupure de tension

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement $C^{a\ b}$	Unité
Coupures de 0 % à 5 % U_n	$\pm 1,0 \times C$	% U_n
Durée de la coupure	Moins de deux périodes à la fréquence du réseau	ms ^c
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 2. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de tension externe sont données en Annexe D. ^c Il s'agit d'une incertitude fixe.		

4.7.12 Mesures du déséquilibre de tension (U_{nb} , U_{nba})

4.7.12.1 Techniques

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée. Selon la spécification du constructeur, l'une des fonctions suivantes doit être implémentée:

- déséquilibre de tension en amplitude (U_{nba}): voir Annexe A
- déséquilibre de tension en amplitude et en phase (U_{nb}): voir la CEI 61000-4-30

4.7.12.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée de fonctionnement suivante:

– entre 80 % U_n et 120 % U_n

4.7.12.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude intrinsèque dans les conditions de référence ne doit pas excéder les limites indiquées dans le Tableau 34:

Tableau 34 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du déséquilibre de tension

Plage de mesure spécifiée de U_{nb} ou U_{nba}	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C^a	Résolution	Unité
0 % to 10 %	$\pm 1 \times C^b$	$\pm 0,1$	%
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 0,2 – 0,5 – 1. ^b Le diagramme ci-dessous montre un exemple des limites de l'incertitude pour la classe 0,5:			

Limites d'incertitude intrinsèque pour les PMD dont la fonction a une classe de performance 0,5

Valeur réelle

4,5% 5,5%

0% 1% 2% 3% 4% 5% 6% 7% 8% 9% 10%

4.7.13 Mesures des harmoniques de tension (U_h) et du taux de distorsion harmonique totale de la tension (THD_u et $THD-R_u$)

4.7.13.1 Techniques

Le constructeur doit spécifier la fréquence d'échantillonnage, le nombre de rangs, les méthodes de fenêtrage, de filtrage et de regroupement.

NOTE 1 La conformité à la CEI 61000-4-7 n'est pas obligatoire.

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée.

NOTE 2 Lorsqu'une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas mise en œuvre, seuls les harmoniques stationnaires et quasi-stationnaires peuvent être mesurés.

4.7.13.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée indiquée dans le Tableau 35:

Tableau 35 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des harmoniques de tension

Types de PMD	Largeur de bande minimale	Plage de fréquences fondamentales
PMD	15 fois la fréquence assignée	45 Hz à 65 Hz

4.7.13.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude indiquée aux Tableau 36 et Tableau 37 s'applique pour un signal harmonique stationnaire à une fréquence unique sur l'ensemble des conditions de fonctionnement.

Tableau 36 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des harmoniques de tension

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
$U_n > 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	% U_n
$U_n \leq 3 \times U_n \times C / 100$	$\pm 0,15 \times C$	% U_n
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 1 – 2 – 5. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de tension externe sont données en Annexe D.		

Tableau 37 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du taux de distorsion totale THD_u ou $THD-R_u$ de la tension

Plage de mesure spécifiée pour le taux de distorsion harmonique totale de la tension	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
0 % à 20 %	$\pm 0,3 \times C$ ^c	point ^c
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 1 – 2 – 5. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de tension externe sont données en Annexe D. ^c $0,3 \times C$ est une incertitude constante. Par exemple, pour un taux de distorsion harmonique totale de 10%, si $C = 1$, la valeur mesurée peut être comprise entre 9,7 et 10,3.		

4.7.14 Mesures des harmoniques de courant (I_h) et du taux de distorsion harmonique totale du courant (THD_i et $THD-R_i$)

4.7.14.1 Techniques

Le constructeur doit spécifier la fréquence d'échantillonnage, le nombre de rangs, les méthodes de fenêtrage, de filtrage et de regroupement.

Une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas exigée.

NOTE Lorsqu'une mesure sans fenêtre d'interruption n'est pas mise en œuvre, seuls les harmoniques stationnaires et quasi-stationnaires peuvent être mesurés.

4.7.14.2 Plage assignée de fonctionnement

Les exigences de l'incertitude intrinsèque doivent s'appliquer dans la plage assignée indiquée dans le Tableau 38:

Tableau 38 – Plage assignée de fonctionnement pour la mesure des harmoniques de courant

Types de PMD	Largeur de bande minimale	Plage de fréquences fondamentales
PMD	15 fois la fréquence assignée	45 Hz à 65 Hz

4.7.14.3 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude indiquée aux Tableau 39 et Tableau 40 s'applique pour un signal harmonique stationnaire à une fréquence unique sur l'ensemble des conditions de fonctionnement.

Tableau 39 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure des harmoniques de courant

Types de PMD	Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
PMD-Sx	$I_h > 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 5,0$	$\%I_h$
	$I_h \leq 10 \times I_n \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	$\%I_n$
PMD-Dx	$I_h > 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 5,0$	$\%I_h$
	$I_h \leq 10 \times I_b \times C / 100$	$\pm 0,5 \times C$	$\%I_b$
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 1 – 2 – 5.			
^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant externe sont données en Annexe D.			

Tableau 40 – Tableau de l'incertitude intrinsèque pour la mesure du taux de distorsion totale THD_i et $THD-R_i$ du courant

Plage de mesure spécifiée	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{a b}	Unité
0 % à 100 %	$\pm 0,3 \times C$	point ^c
100 % à 200 %	$\pm 0,3 \times C \times THD / 100$ ^d	point ^c
^a Les valeurs admises pour la classe C de performance de fonctionnement sont: 1 – 2– 5. ^b Les valeurs et formules admises pour calculer la classe de performance du système d'un PMD avec un capteur de courant externe sont données en Annexe D. ^c $0,3 \times C$ est une incertitude absolue. Par exemple, pour un taux de distorsion harmonique totale de 10%, si $C = 1$, la valeur mesurée peut être comprise entre 9,7 et 10,3. ^d Le taux de distorsion harmonique totale est la valeur mesurée du taux de distorsion harmonique totale du courant, exprimée en %.		

4.7.15 Mesures des valeurs minimale, maximale, crête, moyenne des trois phases et des valeurs moyennes

4.7.15.1 Plage assignée de fonctionnement

Le constructeur doit spécifier les plages assignées de fonctionnement.

4.7.15.2 Tableau de l'incertitude intrinsèque

L'incertitude de ces valeurs (minimale, maximale, ...) doit être la même que celle des mesures correspondantes ayant servi à calculer ces valeurs.

Par exemple, un PMD ayant une classe de performance C pour la fonction mesure de puissance devra être conforme à la même classe de performance C pour la mesure de puissance moyenne, si elle existe.

Les méthodes de calcul sont spécifiées en Annexe B.

4.8 Exigences relatives aux fonctions des PMD-A

Les incertitudes de mesure, les méthodes de mesure, les plages de mesure et les méthodes d'essai doivent être conformes à la classe A de la CEI 61000-4-30, et aux caractéristiques complémentaires données dans le Tableau 41 ci-dessous.

Selon la nature des mesures effectuées, tout ou partie des fonctions indiquées dans le Tableau 41 doivent être effectuées.

NOTE pour les applications contractuelles, toutes les fonctions indiquées dans le Tableau 41 peuvent être nécessaires.

Toute "fonction d'évaluation de la qualité de l'alimentation" d'un PMD-A doit être conforme aux méthodes de mesure et à l'incertitude de mesure définies pour la classe A dans la CEI 61000-4-30.

Chaque fonction doit être conforme à la CEI 61000-4-30 dans les conditions de fonctionnement spécifiées en 4.5.2 de la présente norme.

Pour les PMD-A, la variation maximale provoquée par les variations de température ambiante dans la plage de fonctionnement de température spécifiée conformément au paragraphe 4.5 ne doit pas dépasser $1,0 \times$ l'incertitude de mesure, tel que spécifié dans la CEI 61000-4-30. Les constructeurs doivent spécifier la variation, tel qu'exigé dans la Note 2 du paragraphe 4.1 de la CEI 61000-4-30.

Tableau 41 – Caractéristiques complémentaires des PMD-A

Fonction	Autres caractéristiques complémentaires
f	Plage de fonctionnement: 50 % U_{din} à U_{max} ou 1 % U_{din} à U_{max} si les creux de tension et les surtensions temporaires sont concernés. Voir Note.
U	Pas de caractéristiques complémentaires.
P_{st}, P_{lt}	Pas de caractéristiques complémentaires.
U_{dip}	Seuil réglable de 50 % à 120 % de U_{din} ; Hystérésis: 2 % de U_{din}
U_{swl}	Seuil réglable de 50 % à 120 % de U_{din} ; Hystérésis: 2 % de U_{din}
U_{int}	Seuil réglable de 0,5 % à 10 % de U_{din} ; Incertitude sur la mesure de durée < 2 cycles
U_{nb}	Limite réglable de 0 % à 5 %; Résolution: 0,05 % minimum
U_h	L'exigence est la mesure jusqu'au 50 ^e rang, en conséquence la bande passante minimale en fréquence doit être au moins égale à 51 fois la fréquence assignée.
I_h	Pas de caractéristiques complémentaires
Msv	Seuil réglable de 0,1 % à 10 % de U_{din}
NOTE Entre 1% de U_{din} et 50% de U_{din} , les PMD utilisant des circuits de détection de fréquence peuvent mesurer la tension avec la dernière valeur mesurée significative de la fréquence.	

4.9 Exigences mécaniques générales

4.9.1 Exigences relatives aux vibrations

Les exigences relatives aux appareils portables sont décrites dans la CEI 61557-1. Pour les appareils installés de manière fixe, les exigences sont les suivantes:

- amplitude: 0,35 mm;
- fréquence: 25 Hz;
- durée: 20 min dans chacune des 3 directions;
- Le PMD en essai doit être mis sous tension.

Les fonctions des PMD doivent rester dans leurs spécifications au cours de l'essai.

4.9.2 Exigences relatives à l'indice IP

Le constructeur doit indiquer l'indice IP de l'équipement selon la CEI 60529. Les exigences minimales de l'indice IP sont indiquées dans le Tableau 42 selon les différents types de présentation mécanique des PMD:

Tableau 42 – Exigences minimales de l'indice IP pour les PMD

Type de PMD	Face avant	Boîtier exceptée la face avant
PMD installé de manière fixe → appareils montés sur panneau.	IP 40	IP 2X
PMD installé de manière fixe → appareils modulaires montés sur rail DIN dans une armoire de distribution.	IP 40	IP 2X
PMD installé de manière fixe → appareils en boîtier montés sur rail DIN dans une armoire de distribution.	IP 2X	IP 2X
PMD portables.	IP 40	IP 40

4.10 Exigences de sécurité

Les PMD doivent satisfaire aux exigences de sécurité de la CEI 61010, ainsi qu'aux exigences des paragraphes suivants:

NOTE 1 L'exigence de la classe II comme indiquée dans la CEI 61557-1 n'est pas obligatoire.

NOTE 2 Les classes de protection sont définies dans la CEI 61140.

4.10.1 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite doivent être choisies au moins conformément aux éléments suivants:

- degré de pollution 2.
- catégorie de mesure III pour les circuits d'entrée de mesure;
- catégorie de surtension III pour les circuits d'alimentation sur le réseau.

NOTE 1 La catégorie de mesure est définie dans la CEI 61010-2-030.

NOTE 2 Pour les équipements portables, la catégorie de surtension II est admise seulement pour les circuits d'alimentation branchés sur une prise secteur.

4.10.2 Connexion d'un PMD à un transformateur de courant

Lorsqu'une situation dangereuse peut être le résultat d'une déconnexion involontaire d'un transformateur de courant de son PMD, les connexions des entrées de courant doivent être conçues de sorte à empêcher une condition de circuit ouvert. Cette condition peut être obtenue soit par des connecteurs amovibles à court-circuit automatique, soit par des connecteurs à visser ou des connexions fixes ou des dispositifs de protection externes, ou des dispositifs de protection intégrés au transformateur de courant.

4.10.3 Connexion d'un PMD à un capteur à haute tension

La connexion d'un PMD xS ou d'un PMD xD à des capteurs externes à haute tension (par exemple pour les réseaux avec des tensions assignées supérieures à 1000 V c.a. et 1500 V c.c.) est permise, à condition que les caractéristiques de conception de capteurs de ce type empêchent tout danger.

4.10.4 Parties accessibles

Les exigences relatives aux parties accessibles définies dans la CEI 61010 s'appliquent.

Les circuits destinés à être reliés à un circuit accessible externe doivent être considérés comme des parties conductrices accessibles, comme par exemple les circuits de communication.

Un port de communication pouvant être relié à un réseau de données doit également être considéré comme une partie conductrice accessible.

Ces parties conductrices accessibles nécessitent une protection contre une condition de premier défaut.

NOTE L'isolation principale n'est pas une protection suffisante contre une condition de premier défaut. Parmi les isolations adéquates, on peut citer par exemple la double isolation ou l'isolation renforcée, etc., voir la CEI 61010.

4.10.5 Parties actives dangereuses

Dans un réseau de distribution, un conducteur de neutre doit être considéré comme une partie active dangereuse.

4.11 Sorties analogiques

4.11.1 Exigences générales

L'incertitude globale de chaque sortie analogique représentant un paramètre mesuré doit être dans les limites d'incertitude spécifiées pour la mesure de ce paramètre dans l'Article 4, sauf spécification contraire.

NOTE 1 Pour les essais des sorties analogiques, voir 6.1.11. Pour un PMD muni de sorties analogiques, les exigences spécifiées au paragraphe 4.11.5 doivent s'appliquer.

NOTE 2 Il convient que le signal de sortie analogique de courant soit compris entre 4 mA et 20 mA, mais une valeur comprise entre 0 mA et 20 mA est également possible.

NOTE 3 Le signal de sortie en tension préférentiel est compris entre 0 V et 10 V. Des tensions de 0 V à ± 1 V et de 0 V à -10 V sont également possibles.

4.11.2 Tension disponible

Les signaux de sortie en courant doivent avoir une tension disponible d'au moins 10 V. La tension disponible réelle doit être spécifiée dans les documents d'accompagnement (voir paragraphe 5.2).

Lorsqu'elle est soumise aux essais conformément aux essais de tension disponible du paragraphe 6.1.11.2, l'incertitude de la sortie analogique ne doit pas dépasser $(2 \times C)$ % de la pleine échelle pour un PMD avec une sortie analogique de classe de performance C.

4.11.3 Ondulation de la sortie analogique

Lorsqu'elle est soumise aux essais conformément au paragraphe 6.1.11.3, l'ondulation maximale du signal de la sortie analogique d'un PMD de classe de performance C ne doit pas dépasser $(2 \times C)$ % de la pleine échelle de cette sortie analogique.

4.11.4 Temps de réponse de la sortie analogique

Le temps de réponse de la sortie analogique, conformément au paragraphe 6.1.11.4, pour les entrées croissantes et décroissantes si elles sont différentes, doit être spécifié dans les documents d'accompagnement (voir paragraphe 5.2).

4.11.5 Valeur limite du signal de sortie analogique

Le signal de sortie doit être limité à un maximum de deux fois le signal de sortie maximal assigné. Pour les sorties bipolaires, ceci doit s'appliquer dans les deux directions.

Lorsqu'il est soumis aux essais conformément au paragraphe 6.1.11.5, lorsque la mesure n'est pas entre les valeurs inférieures et supérieures représentées par les signaux de sortie maximaux et minimaux, le dispositif de mesure ne doit pas, dans toutes les conditions de fonctionnement à l'exception des pertes de l'alimentation auxiliaire, produire une sortie ayant une valeur comprise entre ses signaux de sortie maximaux et minimaux.

4.11.6 Sorties d'impulsions

Pour ces sorties, le paragraphe 4.1 de la CEI 62053-31 (exigences fonctionnelles) doit s'appliquer.

5 Marquage et instructions de fonctionnement

Le marquage et les instructions de fonctionnement doivent être conformes à la CEI 61010 et à la CEI 61557-1, sauf spécification contraire dans la présente norme.

5.1 Marquage

Les exigences de marquage telles que définies dans la CEI 61010 doivent s'appliquer. En complément, les marquages suivants doivent être clairement lisibles et indélébiles:

- schémas de câblage ou symbole 14 de la CEI 61010-1;
- également à l'intérieur du dispositif, si nécessaire, le numéro de série, l'année de fabrication ou la désignation de type.

5.2 Instructions de fonctionnement et d'installation

Les instructions de fonctionnement telles que définies dans la CEI 61010 doivent s'appliquer. En complément, les exigences suivantes sont applicables:

5.2.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques suivantes doivent être décrites:

- la période d'étalonnage, si un étalonnage est nécessaire;
- la tension assignée, sous l'une des formes suivantes:
 - le nombre de conducteurs actifs, s'il y en a plus d'un, et la tension aux bornes du PMD du (des) circuit(s) de tension;
 - la tension nominale du réseau ou la tension secondaire du transformateur de mesure auquel le PMD est destiné à être relié;
- pour les PMD à branchement direct, le courant de base (I_b) et le courant maximal (I_{max}) sont indiqués. Par exemple: 10-40 A ou 10(40) A pour un PMD ayant un courant de base de 10 A et un courant maximal de 40 A;
- pour les PMD avec transformateur de courant, le courant secondaire assigné (I_n) du (des) transformateur(s) et le courant secondaire maximal (I_{max}) du transformateur auquel il convient que le PMD soit relié. Par exemple: /5 (6,5) A;
- pour les PMD avec capteur, les caractéristiques principales de l'entrée correspondante du PMD. Par exemple: 1 V / 1000 A;
- la fréquence assignée ou la plage de fréquence assignée en Hz;
- pour la mesure de l'énergie, la constante de comptage éventuelle du dispositif de mesure;
- la durée du démarrage, si elle est supérieure à 15 s.

5.2.2 Caractéristiques essentielles

5.2.2.1 Caractéristiques du PMD

Les caractéristiques du PMD doivent être spécifiées dans un tableau, comme spécifié dans le Tableau 43 avec les éléments suivants:

- a) fonction (éventuelle) d'évaluation de la qualité de l'alimentation;
- b) classification du PMD conformément au paragraphe 4.3;
- c) température, conformément aux paragraphes 4.5.2.1 et 4.5.2.2;
- d) conditions d'humidité et d'altitude, conformément au paragraphe 4.5.2.3;
- e) classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie réactive (si elle existe), conformément au paragraphe 4.7.1.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant:

Tableau 43 – Formulaire de spécification des PMD

Type de caractéristique	Exemples de valeur caractéristique possible	Autres caractéristiques complémentaires
Fonction (éventuelle) d'évaluation de la qualité de l'alimentation	-A ou blanc	
Classification des PMD, conformément à 4.3	SD ou DS ou DD ou SS	
Température	K40 ou K55 ou K70 ou Kx	
Humidité + altitude	Blanc ou valeurs étendues	
Classe de performance de fonctionnement de la puissance active ou de l'énergie active (si fonction disponible)	0,1 ou 0,2 ou 0,5 ou 1 ou 2	

NOTE Il est fortement recommandé que tous les éléments soient énumérés, et que seuls ceux qui existent soient spécifiés.

5.2.2.2 Caractéristiques des fonctions

Les caractéristiques du PMD doivent être spécifiées dans un tableau, comme spécifié dans le Tableau 44 avec les éléments suivants:

- a) symboles des fonctions, tel que défini dans le Tableau 44;
- b) classe de performance de fonctionnement, conformément à la présente norme;
- c) plage de mesure pour la classe de performance spécifiée;
- d) autres caractéristiques complémentaires.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant:

Tableau 44 – Modèle de spécification des caractéristiques

Symboles des fonctions	Classe de performance de fonctionnement, conformément à la CEI 61557-12	Plage de mesure	Autres caractéristiques complémentaires
P			
Q_A, Q_V			
S_A, S_V			
E_a			
E_{rA}, E_{rV}			
E_{apA}, E_{apV}			
f			
I			
I_N, I_{Nc}			
U			
PF_A, PF_V			
P_{st}, P_{lt}			
U_{dip}			
U_{swl}			
U_{tr}			
U_{int}			
U_{nba}			
U_{nb}			
U_h			
THD_u			
$THD-R_u$			
I_h			
THD_i			
$THD-R_i$			
M_{sv}			

NOTE Il est fortement recommandé que tous les éléments soient énumérés, et que seuls ceux qui existent soient spécifiés.

5.2.2.3 Caractéristiques des "fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation"

Les caractéristiques des "fonctions d'évaluation de la qualité de l'alimentation" des PMD doivent être spécifiées dans un tableau, comme spécifié dans le Tableau 45 avec les éléments suivants:

- symboles des fonctions, tel que défini dans le Tableau 45;
- classe de performance de fonctionnement, conformément à la présente norme;
- plage de mesure pour la classe de performance spécifiée;
- autres caractéristiques complémentaires;
- classe de la méthode de mesure à la CEI 61000-4-30.

L'ordre des symboles des fonctions doit être le suivant:

Tableau 45 – Modèle de spécification des caractéristiques

Symbole des fonctions	Classe de performance de fonctionnement, conformément à la CEI 61557-12	Plage de mesure	Autres caractéristiques complémentaires	Classe, conformément à la CEI 61000-4-30, le cas échéant
f				
I				
I_N, I_{Nc}				
U				
P_{st}, P_{lt}				
U_{dip}				
U_{swl}				
U_{int}				
U_{nba}				
U_{nb}				
U_h				
I_h				
Msv				

NOTE Il est fortement recommandé que tous les éléments soient énumérés, et que seuls ceux qui existent soient spécifiés.

5.2.3 Caractéristiques de sécurité

5.2.3.1 Isolation entre circuits

Pour des raisons de sécurité, les parties accessibles doivent être définies et décrites.

Le constructeur doit indiquer le type d'isolation, conformément à la CEI 61010, utilisé entre chaque circuit indépendant (par exemple, isolation principale, double isolation ou isolation renforcée, etc.).

6 Essais

Les appareils de mesure doivent être soumis aux essais conformément à la CEI 61557-1, sauf spécification contraire.

Tous les essais doivent être réalisés dans les conditions de référence, sauf spécification contraire. Les conditions de référence sont indiquées au paragraphe 4.5.1 de la présente norme.

6.1 Essais de type des PMD

Les essais de type doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences des paragraphes 4.7, 4.6 et 4.5. Pour certains d'entre eux, les essais des grandeurs d'influence sur plusieurs fonctions peuvent être combinés, si applicable (par exemple, l'essai d'influence de la température effectué lors de la mesure de la puissance active peut être réalisé en même temps que ceux de tension et de courant).

6.1.1 Essai d'influence de la température

Le coefficient de température doit être déterminé pour l'ensemble de la plage de fonctionnement. La plage des températures de fonctionnement doit être divisée en plages de 20 K. Le coefficient de température doit ensuite être déterminé pour chacune de ces plages, en prenant des mesures à 10 K au-dessus et 10 K en dessous du milieu de la plage. Au cours de l'essai, la température ne doit en aucun cas être à l'extérieur de la plage de températures de fonctionnement spécifiée.

Le coefficient de température indiqué doit être le plus élevé.

6.1.2 Puissance active

6.1.2.1 Influence des harmoniques dans les circuits courant et de tension

Les conditions d'essais doivent être les suivantes:

- courant à la fréquence fondamentale: $I_1 = 50 \%$ de $I_{\max}$;
- tension à la fréquence fondamentale: $U_1 = U_n$;
- facteur de puissance à la fréquence fondamentale: 1;
- contenu du 5^e harmonique en tension: $U_5 = 10 \%$ de U_n ;
- contenu du 5^e harmonique en courant: $I_5 = 40 \%$ de I_1 ;
- facteur de puissance harmonique: 1;
- les tensions fondamentales et harmoniques sont en phase, au passage positif par zéro;
- la puissance active totale est de $1,04 \times P_1 = 1,04 \times U_1 \times I_1$.

6.1.2.2 Influence des harmoniques impairs dans le circuit de courant

La valeur de crête de la forme d'onde d'essai doit être égale à $\sqrt{2} \times I_b$ ou à $\sqrt{2} \times I_n$.

La forme d'onde d'essai en courant suivante doit être générée:

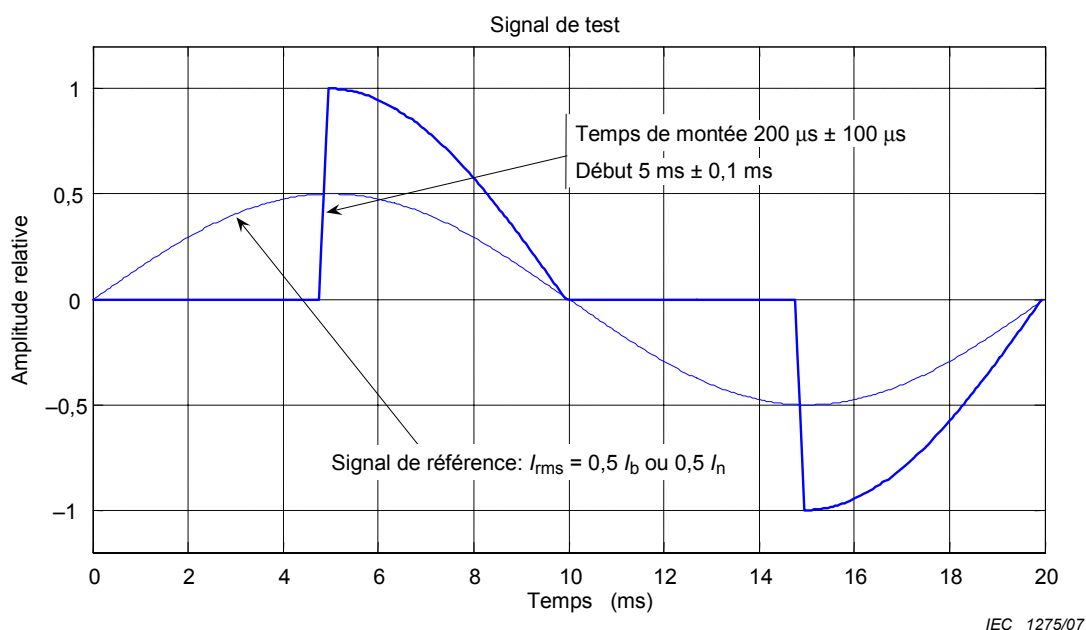


Figure 4 – Forme d'onde pour les essais de l'influence des harmoniques impairs sur la mesure de puissance active

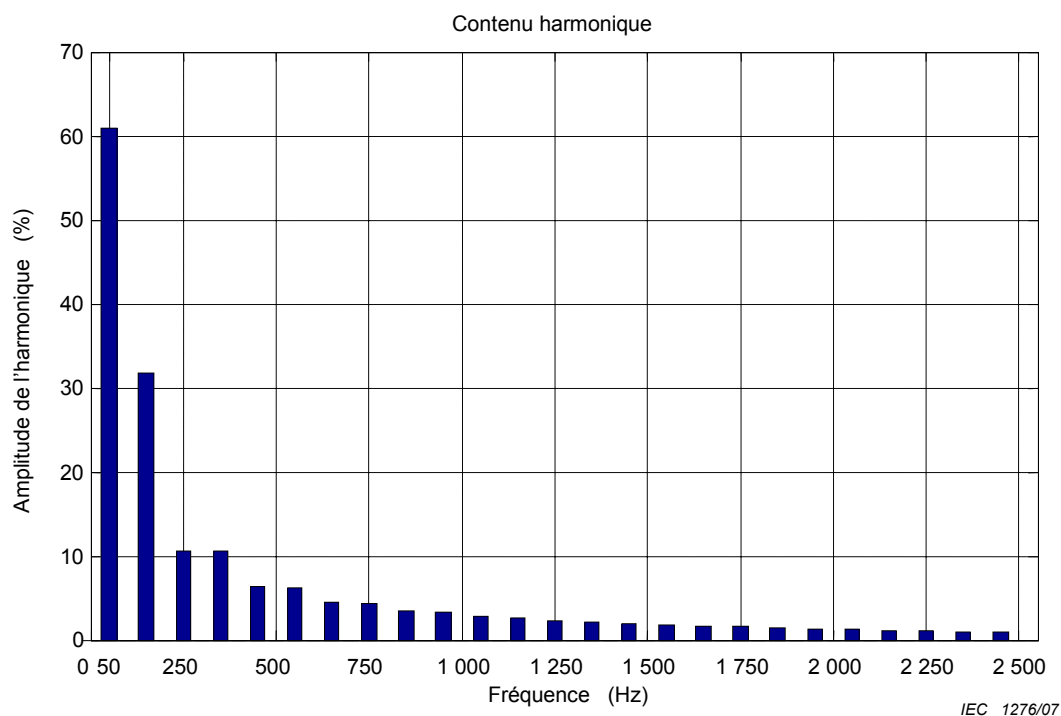


Figure 5 – Contenu spectral pour les essais de l'influence des harmoniques impairs sur la mesure de puissance active

NOTE 1 L'onde de référence et l'onde déformée donnent la même puissance active ou la même énergie active.

NOTE 2 La courbe, le schéma et les valeurs sont donnés à 50 Hz. Pour les autres fréquences, ils doivent être adaptés en conséquence.

6.1.2.3 Influence des sous-harmoniques

La valeur de crête doit être égale à $\sqrt{2} \times I_b$ ou à $\sqrt{2} \times I_n$. Le cycle du signal consiste en 2 ondes entières suivies de 2 périodes sans signaux.

La forme d'onde d'essai suivante doit être générée:

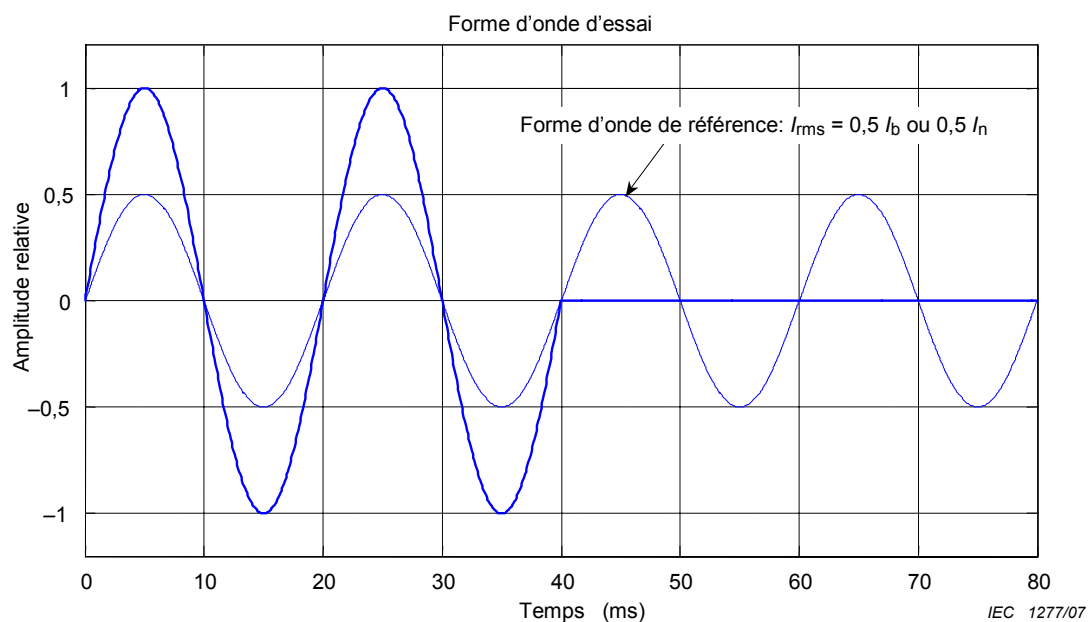


Figure 6 – Forme d'onde pour les essais de l'influence des sous-harmoniques sur la mesure de puissance active

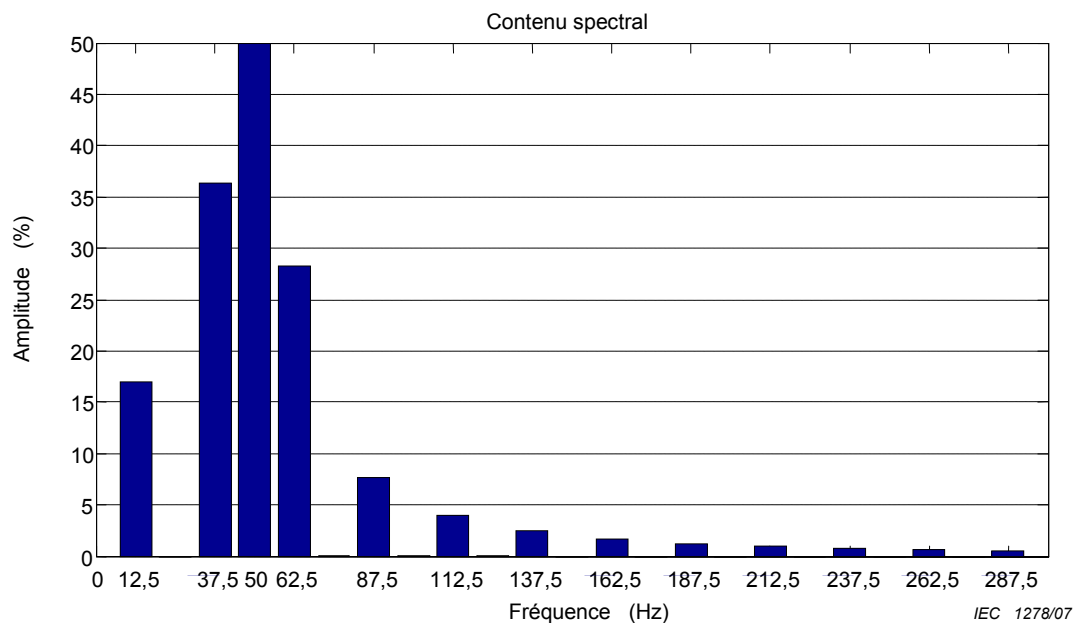


Figure 7 – Contenu spectral pour les essais de l'influence des sous-harmoniques sur la mesure de puissance active

NOTE 1 L'onde de référence et l'onde déformée donnent la même puissance active ou la même énergie active.

NOTE 2 La courbe, le schéma et les valeurs sont donnés à 50 Hz. Pour les autres fréquences, ils doivent être adaptés en conséquence.

6.1.3 Puissance apparente

Les essais de la puissance apparente ne sont pas obligatoires, si au moins deux des fonctions suivantes sont soumises aux essais:

- puissance active;
- puissance réactive;
- facteur de puissance.

6.1.4 Facteur de puissance

Les essais du facteur de puissance ne sont pas obligatoires, si au moins deux des fonctions suivantes sont soumises aux essais:

- puissance active;
- puissance réactive;
- puissance apparente.

6.1.5 Essai de réjection de tension en mode commun

Pour chaque entrée de courant isolée, l'essai suivant (comme décrit en Figure 8) doit être effectué. Il consiste à calculer la différence entre deux mesures, P1 sans tension de mode commun et P2 avec une tension de mode commun appliquée entre le circuit d'entrée en courant et la terre de référence.

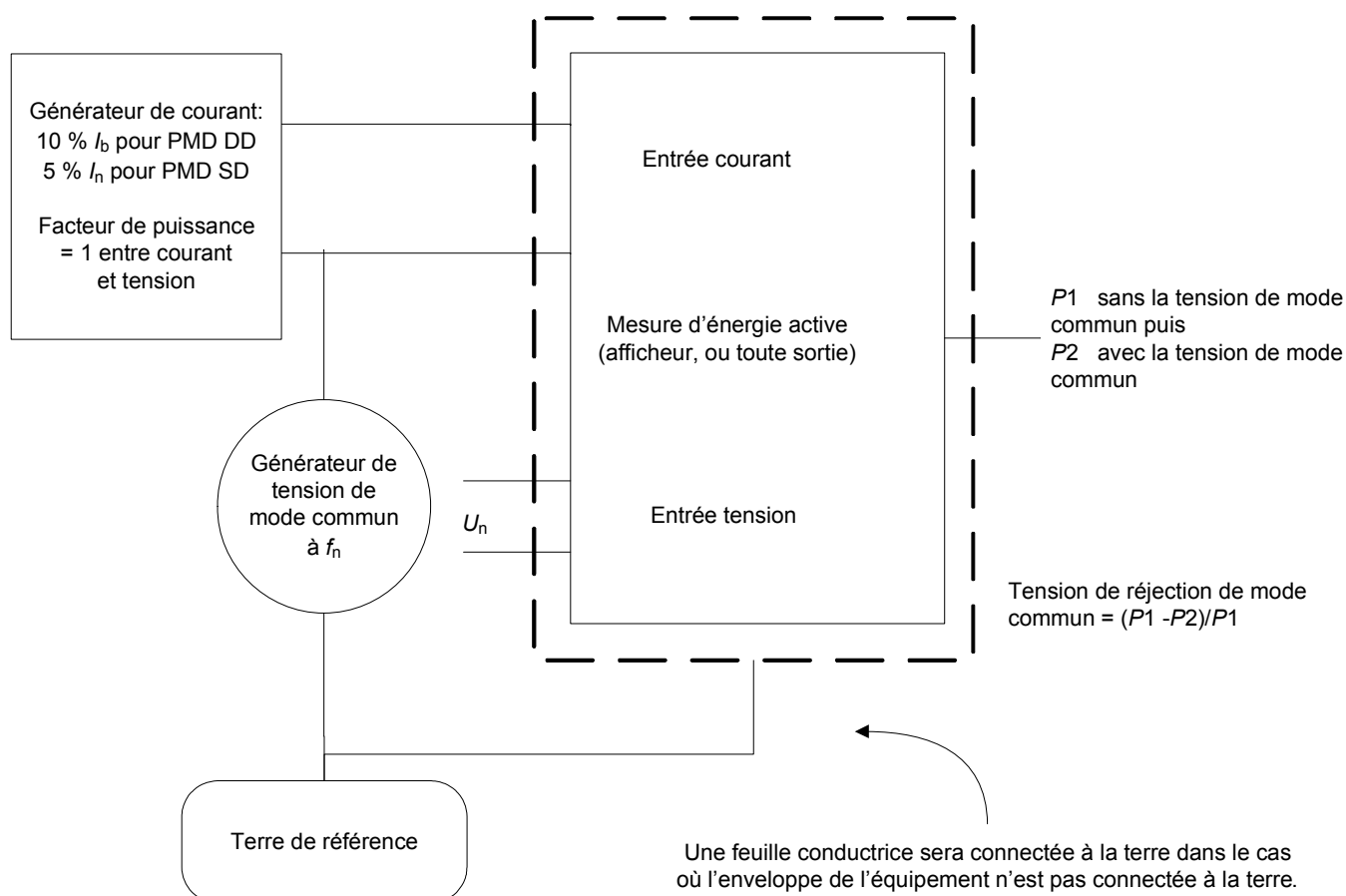


Figure 8 – Essais de l'influence de la tension en mode commun

6.1.6 Fréquence

6.1.6.1 Influence des harmoniques dans le circuit tension

Avec le contenu harmonique défini dans le Tableau 17, la forme d'onde suivante est générée:

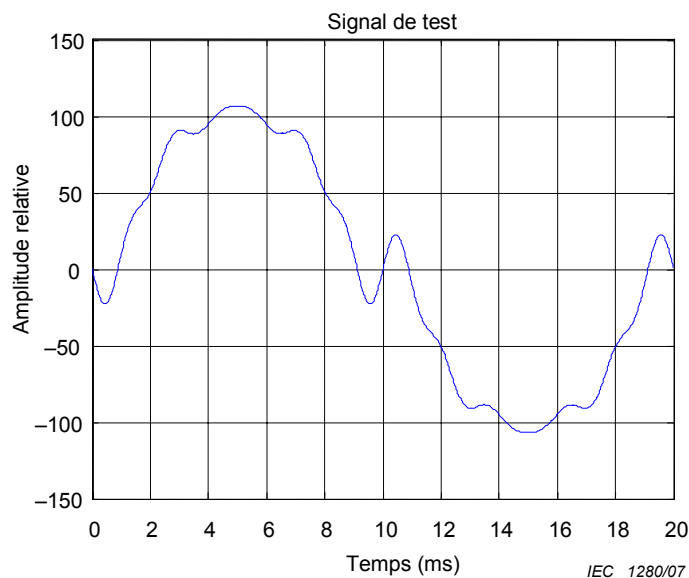


Figure 9 – Forme d'onde pour l'essai de l'influence des harmoniques sur la mesure de fréquence

NOTE 1 L'amplitude relative est exprimée en % de la valeur de crête fondamentale.

NOTE 2 La courbe est donnée à 50 Hz. Pour les autres fréquences, elle doit être adaptée en conséquence.

6.1.7 Mesure des harmoniques de tension

Les essais suivants doivent être effectués à la tension assignée U_n à 45 Hz, 50 Hz et 55 Hz pour une fréquence assignée de 50 Hz, et à 55 Hz, 60 Hz et 65 Hz pour une fréquence assignée de 60 Hz.

6.1.7.1 Essai avec une forme d'onde sinusoïdale

L'essai doit être réalisé avec une forme d'onde sinusoïdale pure de tension, aux fréquences mentionnées au paragraphe 6.1.7. Les PMD ne doivent mesurer aucune composante harmonique de tension d'amplitude supérieure à $0,0015 \times C \times U_n$ (C est la classe de performance de fonctionnement).

6.1.7.2 Essai avec une forme d'onde carrée

L'essai doit être effectué avec une forme d'onde de tension carrée, aux fréquences mentionnées au paragraphe 6.1.7. Les PMD doivent mesurer les composantes harmoniques de tension dans les limites d'incertitude définies au Tableau 36.

Le contenu spectral de la forme d'onde carrée doit inclure au moins la limite supérieure de la largeur de bande spécifiée au paragraphe 4.7.13, sans altération.

6.1.8 Mesure des harmoniques de courant

Les essais suivants doivent être effectués au courant assigné I_n ou I_b et à 45 Hz, 50 Hz et 55 Hz pour une fréquence assignée de 50 Hz, et à 55 Hz, 60 Hz et 65 Hz pour une fréquence assignée de 60 Hz.

6.1.8.1 Essai avec une forme d'onde sinusoïdale

L'essai doit être réalisé avec une forme d'onde sinusoïdale pure de courant, aux fréquences mentionnées au paragraphe 6.1.8. Les PMD ne doivent mesurer aucune composante harmonique de courant supérieure à $0,005 \times C \times I_n$ (ou I_b) (C est la classe de performance de fonctionnement).

6.1.8.2 Essai avec une forme d'onde carrée

L'essai doit être effectué avec une forme d'onde de courant carrée, aux fréquences mentionnées au paragraphe 6.1.8. Les PMD doivent mesurer les composantes harmoniques de courant dans les limites d'incertitude définies au Tableau 39.

Le contenu spectral de la forme d'onde carrée doit inclure au moins la limite supérieure de la largeur de bande spécifiée au paragraphe 4.7.14, sans altération.

6.1.9 Creux de tension et surtensions temporaires

Les essais doivent au moins être réalisés avec une modulation rectangulaire de creux de tension ou de surtensions temporaires et avec une durée de creux de tension ou de surtensions temporaires d'une période entière.

L'essai des grandeurs d'influence peut être omis, si cet essai a été effectué au cours des mesures de tension efficace.

6.1.10 Coupures de tension

Les essais doivent au moins être réalisés pour une coupure de tension d'une période entière.

6.1.11 Essais des sorties

6.1.11.1 Généralités

Les PMD doivent être soumis aux essais dans les conditions de référence.

6.1.11.2 Essai de tension disponible et effet de la variation de charge

Cet essai ne doit être effectué que sur un PMD avec des sorties analogiques qui délivrent un signal de courant.

Les essais doivent être réalisés aux valeurs minimale et maximale (basse et haute) de la sortie analogique. A chaque point, la résistance de charge de la sortie doit être réglée à 10 % et 90 % de sa valeur maximale spécifiée:

- la tension d'alimentation pour la sortie analogique, si elle est fournie à partir d'une source située à l'extérieur du PMD, doit être réglée sur ses valeurs spécifiées minimale et maximale;
- l'alimentation du PMD doit être réglée sur ses valeurs minimale et maximale spécifiées ou conformément à la tension assignée ± 15 %.

Les valeurs lues maximale et minimale les plus défavorables aux sorties basse et haute doivent être indiquées. L'incertitude de pourcentage E doit être déterminée à l'aide de l'équation suivante:

$$E = \frac{N - W}{U} \times 100$$

où N est le signal assigné, W est le signal le plus défavorable, et U est l'étendue d'échelle de la sortie.

6.1.11.3 Essai d'amplitude de l'ondulation

L'essai pour déterminer l'amplitude de l'ondulation de la sortie doit être effectué aux valeurs assignées minimale et maximale de la sortie. L'amplitude de l'ondulation doit être mesurée crête à crête.

6.1.11.4 Essais du temps de réponse de la sortie analogique

Le temps de réponse pour une entrée croissante doit être déterminé, pour un palier de la valeur d'entrée produisant une variation du signal de sortie de 0 % à 100 % de la plage de sortie et jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne 90 % de la plage de sortie.

Le temps de réponse pour une entrée décroissante doit être déterminé, pour un palier de la valeur d'entrée produisant une variation du signal de sortie de 100 % à 0 % de la plage de sortie et jusqu'à ce que le signal de sortie atteigne 10 % de la plage de sortie.

6.1.11.5 Essai de la valeur limite de la sortie analogique

La valeur limite de la sortie analogique doit être soumise aux essais en faisant varier le paramètre d'entrée entre les valeurs minimale et maximale. Toutes les caractéristiques programmables de la sortie, telles que la valeur du décalage d'entrée ou la valeur pleine échelle, doivent être réglées de sorte à fournir les surcharges maximales.

6.1.12 Essais climatiques

Après un temps de récupération approprié après chaque essai climatique, le PMD ne doit présenter aucun dommage ni aucune modification des informations et doit fonctionner dans ses spécifications.

6.1.12.1 Essai de chaleur sèche

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60068-2-2, dans les conditions suivantes:

- PMD en condition de non-fonctionnement;
- température: +70 °C ±2 °C pour les PMD K40 et pour les PMD K55;
 +85 °C ±2 °C pour les PMD K70;
- durée de l'essai: 16 h.

6.1.12.2 Essai de froid

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60068-2-1, dans les conditions suivantes:

- PMD en condition de non-fonctionnement;
- température: –25 °C ±3 °C pour les PMD K40 et pour les PMD K55;
 –40 °C ±3 °C pour les PMD K70;
- durée de l'essai: 16 h.

6.1.12.3 Essai cyclique de chaleur humide

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60068-2-30, dans les conditions suivantes:

- circuits de tension et circuits auxiliaires alimentés par une tension assignée;
- sans aucun courant dans les circuits de courant;
- variante 1;
- température supérieure: +40 °C ±2 °C pour les PMD K40;
+55 °C ±2 °C pour les PMD K55;
+70 °C ±2 °C pour les PMD K70;
- aucune précaution particulière ne doit être prise en ce qui concerne l'élimination de l'humidité de surface;
- durée de l'essai: 6 cycles.

L'essai de chaleur humide sert également d'essai de corrosion. Le résultat est jugé visuellement. Aucune trace de corrosion susceptible d'affecter les propriétés fonctionnelles du PMD ne doit être apparente.

6.1.13 Essais de CEM

Les PMD doivent être soumis aux essais conformément à la CEI 61326-1, Tableau 2 (sites industriels).

Pour les champs radioélectriques électromagnétiques et les fréquences radioélectriques conduites, les exigences suivantes s'appliquent:

- les circuits auxiliaires des PMD doivent être alimentés par la tension assignée;
- les PMD doivent être soumis aux essais dans leurs conditions de fonctionnement avec le courant de base I_b , ou le courant assigné I_n , la tension assignée, un facteur de puissance égal à 1 (ou égal à 0 pour la puissance réactive), selon ce qui est applicable.

Les variations dues aux grandeurs d'influence électromagnétiques telles que définies dans les tableaux précédents (limites de variation due aux grandeurs d'influence) s'appliquent.

6.1.14 Essais de démarrage

Le temps de démarrage des PMD ne possédant pas d'interface de communication ou d'interface utilisateur locale doit être testé selon la procédure suivante:

- programmer les étendues d'échelle des PMD à leurs valeurs maximales sans causer de possibilité de dépassement de calcul;
- programmer la valeur de la constante kWh/impulsion à la valeur minimale possible;
- mettre en place la sonde de capture optique des impulsions ou tout autre dispositif de capture; un relais statique ou un relais électromécanique peut être utilisé comme dispositif de sortie des impulsions d'énergie;
- mettre le PMD hors tension d'alimentation;
- appliquer U_{max} et I_{max} , $PF = 1,0$ sur toutes les entrées de mesure en tension et en courant;
- mettre le PMD sous tension d'alimentation et mesurer le temps depuis l'application de la tension d'alimentation sur le PMD jusqu'à la première impulsion d'énergie enregistrée par la sonde de capture.

6.2 Essais de type des PMD-A

Les essais doivent être réalisés conformément à l'article 6 de la CEI 61000-4-30 et, si nécessaire, conformément à la présente norme.

6.3 Essais individuels de série

6.3.1 Essai de la liaison de protection

Les PMD doivent être soumis aux essais conformément à la CEI 61010-1, Annexe F.

6.3.2 Essai de rigidité diélectrique

Les PMD doivent être soumis aux essais conformément à la CEI 61010-1, Annexe F.

6.3.3 Essai d'incertitude

Chaque fonction de mesure de base (par exemple, courant, tension, puissance, etc.) qui est accessible à l'utilisateur doit être soumise à un essai individuel de série.

NOTE Il est fortement recommandé que les résultats de cet essai soient enregistrés.

Annexe A (informative)

Définitions des paramètres électriques

La présente annexe informative donne une définition et une méthode préférentielles pour calculer les grandeurs. Les constructeurs utilisant d'autres méthodes devront spécifier leur propre méthode dans la documentation technique.

La présente annexe informative ne peut pas être considérée comme une exigence pour les PMD-A. Voir les définitions relatives aux PMD-A dans la présente norme, qui ne font référence qu'à la CEI 61000-4-30 concernant les aspects de mesure.

Le Tableau A.1 définit la liste des symboles utilisés dans cette annexe. Le Tableau A.2 spécifie la méthode de calcul des différents paramètres.

Tableau A.1 – Définition des symboles

Symbole	Définition
I_{resid}	Tension résiduelle
N	Nombre total d'échantillons par période (période de 20 ms par exemple)
k	Numéro d'échantillon dans la période ($0 \leq k < N$)
p	Désignation de la phase ($p = 1, 2$ ou 3 ; ou $p = a, b, c$; ou $p = r, s, t$; ou $p = R, Y, B$) ^a
g	Désignation de la phase ($g = 1, 2$ ou 3 ; ou $g = a, b, c$; ou $g = r, s, t$; ou $g = R, Y, B$) ^a
I_{p_k}	Numéro d'échantillon k du courant de phase p
V_{pN_k}	Numéro d'échantillon k de la tension entre phase p et neutre
V_{gN_k}	Numéro d'échantillon k de la tension entre phase g et neutre
φ_p	Différence de phase entre le courant et la tension pour la phase p , voir la Figure A.2
h_i	Composante harmonique de rang i
^a p et g sont des variables qui définissent le numéro de la phase.	

**Tableau A.2 – Formules de calcul des paramètres électriques
d'un système triphasé non équilibré avec neutre**

Ces formules sont extraites de la norme IEEE Std 1459-2000:

Item	Définition	Méthode non applicable
Courant efficace de la phase p	$I_p = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} i_{p_k}^2}{N}}$	
Courant de neutre efficace	$I_N = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (i_{1_k} + i_{2_k} + i_{3_k})^2}{N}}$	Somme vectorielle des courants de phase.
Tension efficace L_p - N	$V_{pN} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} v_{pN_k}^2}{N}}$	
Tension efficace L_p - L_g	$U_{pg} = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{N-1} (v_{gN_k} - v_{pN_k})^2}{N}}$	Différence vectorielle des tensions entre phase et neutre: $U_{pg} = V_{pN} - V_{gN}$
Puissance active de la phase p	$P_p = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} (v_{pN_k} \times i_{p_k})$	
Puissance apparente de la phase p	$S_p = V_{pN} \times I_p$	
Signe de la puissance réactive Q	$\text{Sign}Q(\varphi_p) = +1 \text{ if } \varphi_p \in [0^\circ - 180^\circ] \text{ }^a$ $\text{Sign}Q(\varphi_p) = -1 \text{ if } \varphi_p \in [180^\circ - 360^\circ] \text{ }^a$	
Puissance réactive de la phase p	$Q_p = \text{Sign}Q(\varphi_p) \times \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$	
Puissance active totale	$P = P_1 + P_2 + P_3$	
Puissance réactive totale (vectoriel)	$Q_V = Q_1 + Q_2 + Q_3$	
Puissance apparente totale (vectoriel)	$S_V = \sqrt{P^2 + Q_V^2}$	
Puissance apparente totale (arithmétique)	$S_A = S_1 + S_2 + S_3$	
Puissance réactive totale (arithmétique) ^b	$Q_A = \sqrt{S_A^2 - P^2} \text{ }^b$	
Facteur de puissance (vectoriel)	$PF_V = \frac{P}{S_V}$	
Facteur de puissance (arithmétique)	$PF_A = \frac{P}{S_A}$	

Tableau A.2 (suite)

Item	Définition	Méthode non applicable
Creux de tension	$U_{\text{dip}}(\%) = \frac{U_n - U_{\text{resid}}}{U_n}$	
Surtensions temporaires	$U_{\text{swl}}(\%) = \frac{U_{\text{resid}} - U_n}{U_n}$	
Déséquilibre de tension en amplitude	$U_{\text{nba}} = \frac{\max\{ U_{12} - U_{\text{avg}} , U_{23} - U_{\text{avg}} , U_{31} - U_{\text{avg}} \}}{U_{\text{avg}}}$ où $U_{\text{avg}} = \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3}$	
Distorsion harmonique totale par rapport à la valeur efficace ($THD-R_u$ pour la tension et $THD-R_i$ pour le courant).	$THD - R(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2} h_i^2}}{\text{valeur efficace}}$ valeur efficace = U_{rms} pour $THD-R_u$ I_{rms} pour $THD-R_i$	
Distorsion harmonique totale par rapport à la composante fondamentale (THD_u pour la tension et THD_i pour le courant).	$THD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2} h_i^2}}{h_1}$	
^a Voir la Figure A.2. ^b Cette puissance est non signée.		

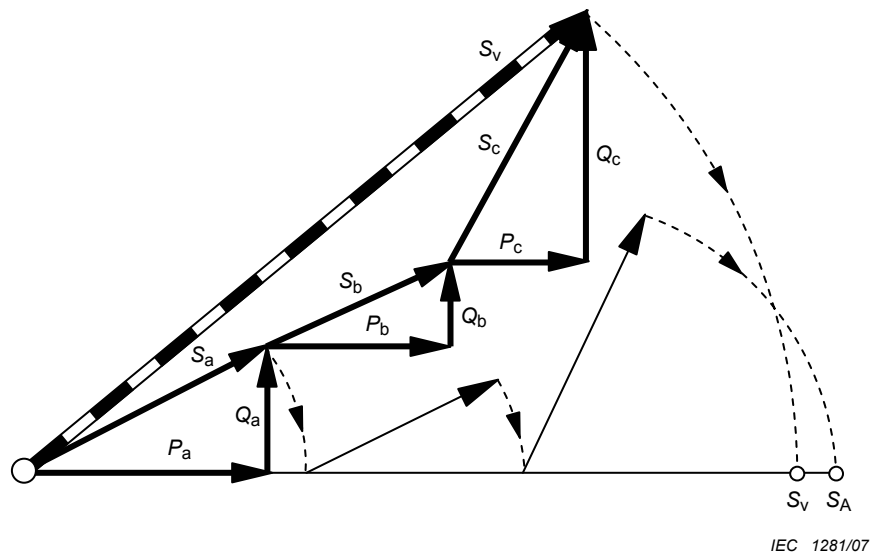
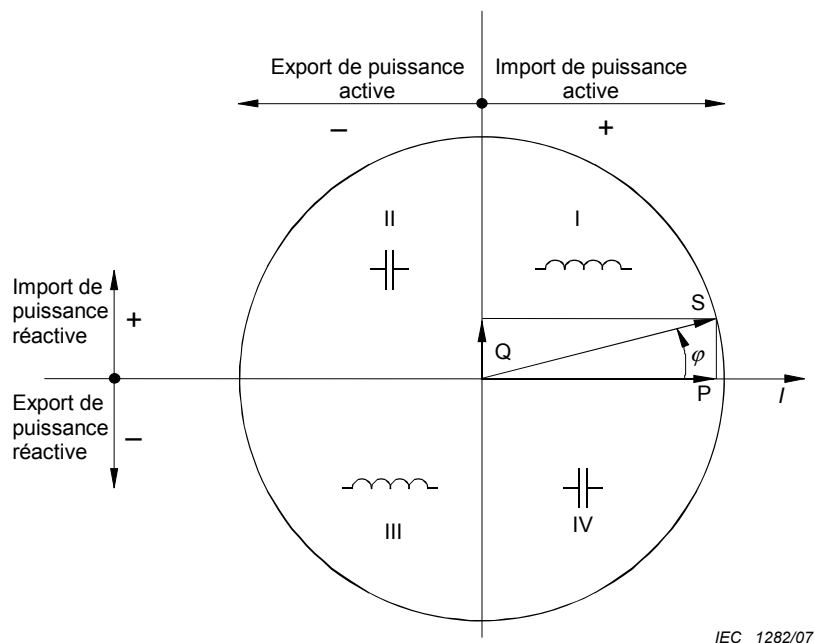


Figure A.1 – Puissances apparentes arithmétique et vectorielle en situation sinusoïdale



NOTE 1 Graphique conforme aux articles 12 et 14 de la CEI 60375.

NOTE 2 Le graphique se réfère au vecteur de courant (fixé sur la droite).

NOTE 3 Le vecteur de tension V change de direction en fonction de l'angle de déphasage φ .

NOTE 4 L'angle de déphasage φ entre la tension V et le courant I est considéré comme positif dans le sens trigonométrique (sens inverse des aiguilles d'une montre).

Figure A.2 – Représentation géométrique de la puissance active et de la puissance réactive

Annexe B (normative)

Définitions des valeurs minimale, maximale, crête et moyenne

B.1 Grandeurs moyennes

Une moyenne est la valeur moyenne d'une grandeur pendant une durée spécifiée.

B.1.1 Puissance moyenne

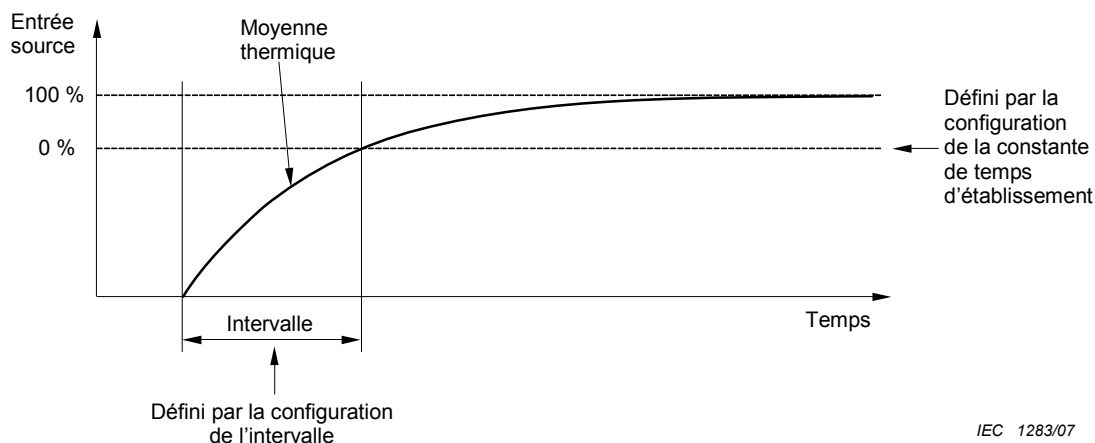
La puissance moyenne est calculée à l'aide de l'intégration arithmétique des valeurs de puissance au cours d'une période, divisée par la longueur de la période. Le résultat est équivalent à l'énergie accumulée au cours de la période, divisée par la longueur de la période.

B.1.2 Courant moyen

Le courant moyen est calculé à l'aide de l'intégration arithmétique des valeurs efficaces de courant au cours d'une période, divisée par la longueur de la période.

B.1.3 Courant thermique moyen (ou courant moyen d'un bilame)

Le courant thermique moyen calcule la moyenne basée sur une réponse thermique, qui imite les dispositifs de mesure de courant thermique moyen analogique comme décrit en Figure B.1.



IEC 1283/07

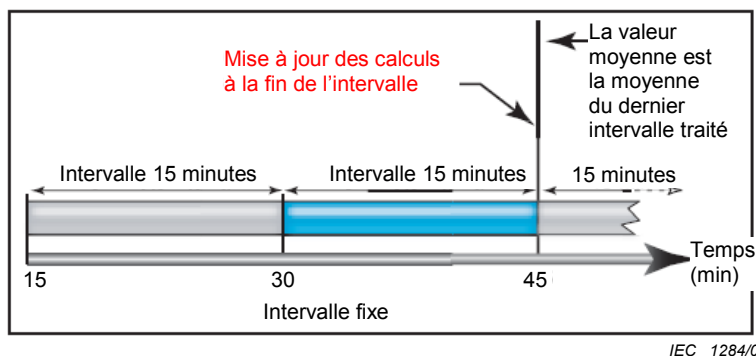
NOTE La valeur n est habituellement de 90 %, et l'intervalle de temps égal à 15 minutes.

Figure B.1 – Courant thermique moyen

B.1.4 Intervalles spécifiés pour le calcul de la moyenne

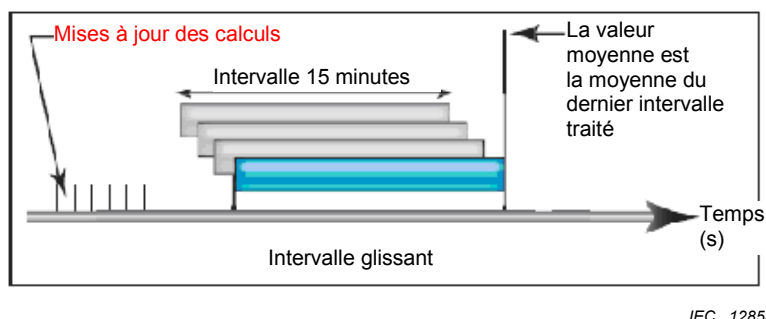
Les PMD utilisent la durée des intervalles pour calculer la moyenne. Les PMD peuvent mettre en œuvre plusieurs méthodes:

- Période d'intégration fixe: Les intervalles sont consécutifs. Le PMD calcule et met à jour la moyenne à la fin de chaque intervalle;



NOTE La durée de 15 min est donnée uniquement à titre d'exemple.

- Période d'intégration glissante: Les intervalles sont glissants. Le PMD calcule et met à jour la moyenne à la vitesse de glissement.



NOTE La durée de 15 min est donnée uniquement à titre d'exemple.

B.2 Grandeurs crêtes moyennes

La moyenne crête est la valeur de moyenne la plus élevée (positive ou négative) depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation.

B.3 Grandeurs moyennes en triphasé

Dans un système trois ou quatre fils, la valeur moyenne est la moyenne arithmétique des valeurs de chaque phase:

Exemple: tension moyenne entre phase et neutre d'un système triphasé = (tension efficace $V1$ + tension efficace $V2$ + tension efficace $V3$) / 3

B.4 Grandeurs maximale et minimale

La valeur maximale d'une grandeur est la valeur la plus élevée mesurée ou calculée depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation.

La valeur minimale d'une grandeur est la valeur la plus basse mesurée ou calculée depuis le début de la mesure ou depuis la dernière réinitialisation.

Annexe C (informative)

Incertitude intrinsèque, incertitude de fonctionnement et incertitude globale du système

La Figure C.1 ci-dessous décrit les différents types d'incertitude:

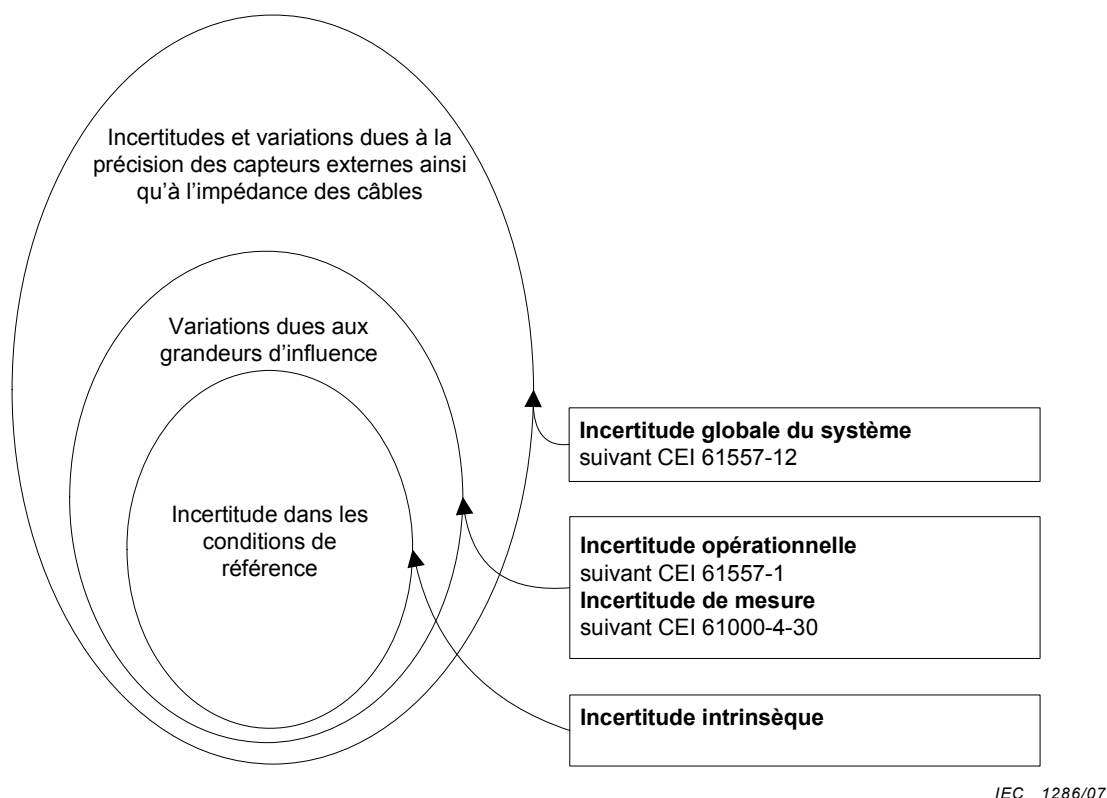


Figure C.1 – Les différents types d'incertitude

IEC 1286/07

C.1 Incertitude de fonctionnement

L'incertitude de fonctionnement doit inclure l'incertitude intrinsèque (dans les conditions de référence) et la variation due aux grandeurs d'influence.

$$\text{Incertitude de fonctionnement} = |\text{Incertitude intrinsèque}| + 1,15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^N (\text{variation due aux grandeurs d'influence})^2}$$

avec N = nombre de grandeurs d'influence.

C.2 Incertitude globale du système

L'incertitude globale d'un système doit inclure l'incertitude de fonctionnement, l'incertitude due à l'impédance des câbles de connexion et l'incertitude due aux capteurs.

Pour les PMD DD:

Incertitude globale du système = incertitude de fonctionnement

Pour les PMD xS et les PMD Sx:

La formule donnée ci-dessous est une approche simplifiée, et s'applique aux mesures de tension, de courant, de puissance active et d'énergie active:

$$\text{Incertitude globale du système} = 1,15 \times \sqrt{(\text{incertitude de fonctionnement du PMD})^2 + \sum_{i=1}^N (\text{incertitudes du câblage + du capteur})^2}$$

avec N = nombre de types de capteurs externes (tension ou courant).

NOTE $N = 1$ lorsque seul un capteur de courant (ou de tension) est utilisé, $N = 2$ lorsqu'un capteur de courant et un capteur de tension sont utilisés.

Annexe D (informative)

Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD

D.1 Considérations générales

L'association d'un PMD Sx, d'un PMD xS ou d'un PMD SS avec des capteurs externes de courant et/ou de tension constitue un système complet. La classe de performance du système dépend de la classe du capteur et de la classe de performance du PMD (Voir paragraphes D.2 et D.3 pour l'évaluation de la classe de performance du système).

Cependant la classe de performance d'un système est uniquement applicable dans la gamme où l'incertitude intrinsèque du capteur est dans les limites de sa classe de performance et n'est pas équivalente à la classe de performance d'un PMD DD. Par exemple, les capteurs de courant qui sont conformes à la CEI 60044-1 ont une gamme spécifiée limitée par rapport à celle d'un PMD DD de la même classe de performance.

Une attention particulière doit être portée aux mesures de la puissance et de l'énergie, dans la mesure où l'erreur de phase du capteur affecte les mesures lorsque le facteur de puissance est différent de un: une erreur de phase de 20 minutes ajoute 1 % d'erreur sur la mesure de la puissance active à un facteur de puissance = 0,5.

Pour cette raison, si une meilleure classe de performance est exigée, il est fortement recommandé d'utiliser des capteurs de classe 0,2S ou de classe 0,5S pour la mesure de la puissance ou de l'énergie.

D.2 PMD avec capteur de courant ou capteur de tension externe

Le Tableau D.1 donne quelques recommandations concernant l'association d'un PMD avec un capteur externe.

**Tableau D.1 – PMD SD associé à un capteur de courant ou PMD DS
associé à un capteur de tension**

Classe de performance du PMD sans capteurs externes	Classe de capteur recommandée à associer au PMD ^{b c}	Classe de performance attendue pour les PMD-Sx ou les PMD-xS, y compris leurs capteurs externes	Classe maximale possible du capteur à associer au PMD ^a
0,1	0,1 ou moins	0,2	0,2
0,2	0,2 ou moins	0,5	0,5
0,5	0,5 ou moins	1	1
1	1 ou moins	2	2
2	2 ou moins	5	5
5	5 ou moins	10	
^a Ceci implique une perte acceptable de performance du système. ^b Pour les mesures de puissance et d'énergie, des capteurs de classes 0,2S et 0,5S sont généralement exigés. ^c La classe du capteur fait référence aux classes définies dans la CEI 60044-1, la CEI 60044-2, la CEI 60044-7 et la CEI 60044-8. Lorsque des transducteurs remplacent les capteurs, la classe du capteur fait référence à l'incertitude intrinsèque du transducteur.			

Classe de performance globale du système =

$$1,15 \times \sqrt{(Classe\ du\ capteur)^2 + (Classe\ de\ performance\ du\ PMD\ (SD\ ou\ DS))^2}$$

NOTE Dans un réseau triphasé, la classe des trois capteurs est égale à la classe d'un capteur, à condition que les trois capteurs aient la même classe.

La classe de performance globale du système est arrondie à la valeur par défaut normalisée la plus proche (voir Tableau D.4).

Par exemple, un PMD de classe 1 et un capteur de courant de classe 1 donneront une classe de performance globale du système équivalente à la classe 2.

D.3 PMD avec un capteur de courant et un capteur de tension externes

Le Tableau D.2 donne quelques recommandations concernant l'association d'un PMD avec un capteur de courant et un capteur de tension externe.

Tableau D.2 – PMD SS associé à un capteur de courant et un capteur de tension

Classe de performance du PMD sans capteurs externes	Classe de capteur recommandée à associer au PMD ^{b c}	Classe de performance attendue pour les PMD-SS, y compris leurs capteurs externes	Classe maximale possible des capteurs à associer au PMD ^a
0,1	0,1 ou moins	0,2	0,2
0,2	0,2 ou moins	0,5	0,5
0,5	0,5 ou moins	1	1
1	1 ou moins	2	2
2	2 ou moins	5	5
5	5 ou moins	10	
^a Ceci implique une perte acceptable de performance du système. ^b Pour les mesures de puissance et d'énergie, des capteurs de classes 0,2S et 0,5S sont généralement exigés. ^c La classe du capteur fait référence aux classes définies dans la CEI 60044-1, la CEI 60044-2, la CEI 60044-7 et la CEI 60044-8. Lorsque des transducteurs remplacent les capteurs, la classe du capteur fait référence à l'incertitude intrinsèque du transducteur.			

Classe de performance globale du système =

$$1,15 \times \sqrt{(Classe\ du\ capteur\ de\ courant)^2 + (Classe\ du\ capteur\ de\ tension)^2 + (Classe\ de\ performance\ du\ PMD\ SS)^2}$$

NOTE Dans un réseau triphasé, la classe des trois capteurs est égale à la classe d'un capteur, à condition que les trois capteurs aient la même classe.

La classe de performance globale du système est arrondie à la valeur par défaut normalisée la plus proche (voir Tableau D.4).

Par exemple, un PMD de classe 1 avec un capteur de courant de classe 0,5 et un capteur de tension de classe 0,5 donneront une classe de performance du système équivalente à la classe 2.

D.4 Plage des classes de performance applicables

Chaque classe de performance applicable pour chaque fonction spécifique du PMD est indiquée dans le l'Article 4 de la présente norme.

Le Tableau D.3 résume les classes de performance applicables.

Tableau D.3 – Plage des classes de performance applicables aux PMD sans leurs capteurs externes

0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	2,5	3	5	10	20
------	------	-----	-----	-----	---	---	-----	---	---	----	----

Le Tableau D.4 donne la liste des classes de performance applicables résultant des calculs indiqués dans les Articles D.2 et D.3.

Tableau D.4 – Plage des classes de performances obtenues après calcul applicables aux PMD avec leurs capteurs externes

0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	5	7,5	10	15	20
-----	-----	-----	------	---	-----	---	-----	---	---	-----	----	----	----

D.5 Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes

Le Tableau D.5 définit l'influence ou non de chaque type de capteur sur chaque fonction d'un PMD.

Tableau D.5 – Liste des fonctions affectées par l'incertitude des capteurs externes

Symbole	Fonction	Capteur de courant	Capteur de tension
P_a	Puissance active totale	x	x
Q_A, Q_V	Puissance réactive totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
S_A, S_V	Puissance apparente totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
E_a	Energie active totale	x	x
E_{rA}, E_{rV}	Energie réactive totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
E_{apA}, E_{apV}	Energie apparente totale (arithmétique ou vectorielle)	x	x
f	Fréquence	-	-
I	Courant de phase	x	-
I_N, I_{Nc}	Courant de neutre (mesuré, calculé)	x	-
U	Tension (L_p - L_g ou L_p -N)	-	x
PF_A, PF_V	Facteur de puissance (arithmétique, vectoriel)	x	x
P_{st}, P_{lt}	Papillotement (de courte durée, de longue durée)	-	-
U_{dip}	Creux de tension (L_p - L_g ou L_p -N)	-	x
U_{swl}	Surtensions temporaires (L_p - L_g ou L_p -N)	-	x
U_{int}	Coupure de tension (L_p - L_g ou L_p -N)	-	x
U_{nba}	Déséquilibre de tension (L_p -N) en amplitude	-	x
U_{nb}	Déséquilibre de tension (L_p - L_g ou L_p -N) en phase et en amplitude	-	x
U_h	Harmoniques de tension	-	x
$THD_u, THD-R_u$	Taux de distorsion harmonique totale de la tension (par rapport au fondamental, par rapport à la valeur efficace)	-	x
I_h	Harmoniques de courant	x	-
$THD_i, THD-R_i$	Taux de distorsion harmonique totale du courant (par rapport au fondamental, par rapport à la valeur efficace)	x	-
Msv	Signaux de télécommande centralisée	-	x
NOTE "x" signifie "affecte la fonction", "-" signifie "n'affecte pas la fonction"			

Annexe E (normative)

Exigences applicables aux PMD et aux PMD-A

Le Tableau E.1 résume toutes les exigences applicables selon le type de PMD.

Tableau E.1 – Exigences applicables aux PMD et aux PMD-A

	Exigences applicables aux PMD, y compris aux PMD-A	Exigences applicables aux PMD, à l'exception des PMD-A	Exigences applicables aux PMD-A uniquement
Domaine d'application	Article 1		
Références normatives	Article 2		
Définitions	Article 3		
Exigences générales	Paragraphe 4.1 Paragraphe 4.2 Paragraphe 4.3 Paragraphe 4.4 Paragraphe 4.5 Paragraphe 4.6		
Exigences de performance		Paragraphe 4.7	Paragraphe 4.8
Exigences mécaniques	Paragraphe 4.9		
Exigences de sécurité	Paragraphe 4.10		
Sorties analogiques	Paragraphe 4.11		
Marquage et instructions de fonctionnement	Article 5		
Essai de type	Paragraphe 6.1.14	Paragraphe 6.1	Paragraphe 6.2
Essais climatiques	Paragraphe 6.1.12		
Essais de CEM	Paragraphe 6.1.13		
Essai individuel de série	Paragraphe 6.3		
Définitions des paramètres électriques		Annexe A	
Définitions des mesures minimale, maximale, crête et moyenne		Annexe B	
Incertitude intrinsèque, incertitude de fonctionnement et incertitude globale du système	Annexe C		
Classes de capteurs recommandées pour les différents types de PMD	Annexe D		

Bibliographie

CEI 60044-1:1996, *Transformateurs de mesure – Partie 1: Transformateurs de courant*

CEI 60044-2:1997, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Transformateurs inductifs de tension*

CEI 60044-7:1999, *Transformateurs de mesure – Partie 7: Transformateurs de tension électroniques*

CEI 60044-8: 2002, *Transformateurs de mesure – Partie 8: Transformateurs de courant électroniques*

CEI 60050-131:2002, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*

CEI 60050-161:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60050-300:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

CEI 60050-551-20:2001 *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 551-20: Electronique de puissance – Analyse harmonique*

CEI 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique - Généralités*

CEI 60050-604:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60071-1:2006, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60364-5-52:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques - Canalisations*

CEI 61000-4-7:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61010-2-030:___¹⁾, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Prescriptions particulières pour les circuits de test et de mesure*

CEI 62052-11:2003, *Equipement de comptage de l'électricité (CA) – Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Partie 11: Equipement de comptage*

IEEE 1459-2000: *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions.*

¹⁾ En préparation.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch