

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical energy meters – Test equipment, techniques and procedures –
Part 1: Stationary meter test units (MTUs)**

**Compteurs d'énergie électrique – Équipements, techniques et procédures
d'essai –**

Partie 1: Bancs d'essai stationnaires des compteurs d'énergie électrique (MTU)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical energy meters – Test equipment, techniques and procedures –
Part 1: Stationary meter test units (MTUs)**

**Compteurs d'énergie électrique – Équipements, techniques et procédures
d'essai –
Partie 1: Bancs d'essai stationnaires des compteurs d'énergie électrique (MTU)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20; 91.140.50

ISBN 978-2-8322-6437-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
3.1 Definitions related to the elements of the MTU.....	11
3.2 Definitions of active, reactive and apparent power	12
3.3 Definitions related to influence quantities	15
3.4 Definitions related to accuracy	16
3.5 Definitions related to testing.....	17
4 Meter test units and automated meter test units.....	18
5 Meter accuracy test methods	19
5.1 General.....	19
5.2 Energy comparison method.....	19
5.3 Power–time measurement method (wattmeter method with register reading)	20
5.4 Pulse comparison method	20
6 Standard electrical values.....	21
6.1 Mains supply	21
6.2 Output values and ranges of the test circuits.....	22
6.2.1 Test voltage circuit	22
6.2.2 Test current circuit.....	22
6.2.3 Phase angle	23
6.2.4 Frequency	23
6.2.5 Harmonics	24
6.3 Standard meter	24
6.3.1 Accuracy class	24
6.3.2 Standard electrical values.....	24
6.4 Magnetic field of the MTU	25
6.5 Electrical and mechanical values for the scanning head(s).....	25
6.6 Error calculation system.....	26
6.6.1 Functional requirements	26
6.6.2 Parameters.....	26
7 Constructional requirements of the MTU	26
7.1 General requirements	26
7.2 Source and standard meter	26
7.3 Meter mounting system	27
7.3.1 General	27
7.3.2 Terminals	27
8 Information and marking requirements.....	28
8.1 General.....	28
8.2 Labels, signs and signals.....	29
8.3 Information for selection	30
8.3.1 General	30
8.3.2 General information	30
8.3.3 Information related to standard meters	30
8.3.4 Information related to sources, error calculation systems and frequency generators	31

8.3.5	Information related to the ICTs and MSVTs	31
8.3.6	For the communication interfaces and error calculation systems.....	31
8.4	Information for installation and commissioning	32
8.4.1	General	32
8.4.2	Dimensions and mass	32
8.4.3	Connection	32
8.4.4	Protection – Protective class and earthing	32
8.4.5	Self-consumption	33
8.5	Information for use	33
8.5.1	General	33
8.5.2	Display, push buttons and other controls	33
8.5.3	Connection to user's equipment.....	33
8.5.4	External protection devices.....	33
8.5.5	Cleaning	33
8.5.6	Information for maintenance	33
9	Climatic conditions for the MTU	34
9.1	Normal environmental conditions	34
9.2	Extreme environmental conditions.....	34
9.3	Temperature limits and resistance to heat.....	34
10	Electrical requirements of the MTU	35
10.1	Influence of mains supply.....	35
10.2	Insulation	35
10.2.1	General	35
10.2.2	Clearances and creepage distances	35
10.2.3	Verification of clearances and creepage distances.....	35
10.2.4	AC voltage test.....	35
11	Electromagnetic compatibility	36
11.1	General requirements and performance criteria	36
11.2	General test conditions	37
11.2.1	General	37
11.2.2	Test of immunity to electrostatic discharges.....	37
11.2.3	Test of immunity of electromagnetic RF Fields.....	37
11.2.4	Immunity to power frequency magnetic fields of external origin.....	38
11.2.5	Test of immunity to fast transient bursts	38
11.2.6	Test of immunity to surges.....	38
11.2.7	Test of immunity to conducted disturbances, induced by RF (radio frequency) fields	38
11.2.8	Radio interference suppression	39
12	Standard meter.....	39
12.1	General.....	39
12.2	Accuracy requirements under reference conditions	39
12.3	Limits of error due to influence quantities.....	40
12.4	Accuracy tests in the presence of harmonics	42
12.4.1	Test with 5 th harmonic in the current and voltage	42
12.4.2	Tests of the influence of odd and sub-harmonics	42
13	Software requirements.....	42
13.1	Application	42
13.2	Identification	42

13.3	Protection	42
13.4	Functional requirements.....	43
13.5	Control and supervision of the MTU by the software	43
13.6	Creation, protection and storage of test programs	44
13.7	Protection and storage of test results and test protocols	44
13.8	Documentation of the software.....	44
13.9	Software logs.....	44
14	Accuracy requirements and tests	45
14.1	General.....	45
14.2	Test methods for determination of the MTU accuracy.....	45
14.3	Test points – Selection of voltage and current ranges	46
14.4	Accuracy requirements	47
14.4.1	Limits of maximum permissible error.....	47
14.4.2	Correction of the error δW of the MTU.....	47
14.4.3	Mean value and repeatability of the measurements	48
14.5	Check of measurement results of the MTU.....	49
14.5.1	Basic measurements of the MTU	49
14.5.2	Maintenance measurement of the MTU.....	49
14.6	Tests and testing procedures	49
14.6.1	Type tests.....	49
14.6.2	Routine tests	49
14.6.3	Acceptance test.....	51
14.6.4	Commissioning test	51
Annex A (informative)	Symbols according to IEC 60417	52
Annex B (normative)	Reference conditions.....	53
Annex C (informative)	Test circuits and test signals for testing in the presence of harmonics.....	54
C.1	General.....	54
C.2	Phase fired control (odd harmonics).....	54
C.3	Burst control (sub-harmonics)	56
Annex D (informative)	Calculation of errors and the associated expanded measurement uncertainty	58
D.1	General.....	58
D.2	Degrees of freedom and sensitivity coefficient	58
D.3	Method for the determination of the standard measurement uncertainty	59
D.3.1	Type A.....	59
D.3.2	Type B.....	60
D.4	Examples for the calculation of the measurement uncertainty	61
D.4.1	Measuring principle	61
D.4.2	Model equation	61
D.4.3	Measurement uncertainty budget considering the specification for the working standard	62
D.4.4	Measurement uncertainty budget considering the error of the working standard	65
D.5	Indication of the measurement uncertainty	67
Annex E (informative)	Guidelines for overall laboratory setup	68
E.1	General.....	68
E.2	General conditions	68
E.3	Quality of mains supply	68

E.4	Reference standard	69
Annex F (normative)	Multi-secondary voltage transformer.....	70
F.1	General.....	70
F.2	Definitions.....	70
F.3	Application.....	70
F.4	Technical requirements.....	71
F.5	Total accuracy of MTU with MSVT	72
Annex G (normative)	Isolating current transformer (ICT).....	73
G.1	General.....	73
G.2	Definitions.....	73
G.3	Application.....	73
G.4	Technical requirements.....	74
G.5	Wiring and terminals	74
G.6	Total accuracy of MTU with ICT	74
Bibliography		76
Figure C.1	– Test circuit diagram (informative).....	54
Figure C.2	– Phase fired waveform	55
Figure C.3	– Informative distribution of harmonic content of phase fired waveform (the Fourier analysis is not complete)	55
Figure C.4	– Burst fired waveform.....	56
Figure C.5	– Informative distribution of harmonics (the Fourier analysis is not complete).....	57
Figure D.1	– Measuring setup of the meter test arrangement	61
Figure F.1	– Testing of single-phase meters with closed link between the voltage and current circuits (variant 1)	71
Figure F.2	– Testing of single-phase meters with closed link between the voltage and current circuits (variant 2)	71
Figure G.1	– Testing of three-phase meters with closed link between the voltage and current circuits	73
Table 1	– Mains power supply condition.....	22
Table 2	– Test voltage circuit for each phase	22
Table 3	– Test current circuit for each phase	23
Table 4	– Setting of phase angle between each phase voltage and current circuit	23
Table 5	– Setting of frequency	23
Table 6	– Setting of harmonics.....	24
Table 7	– Standard electrical values for the standard meter.....	25
Table 8	– Electrical and mechanical values for the scanning head(s)	25
Table 9	– Parameters for the error calculation system.....	26
Table 10	– Information requirements.....	28
Table 11	– Climatic conditions	34
Table 12	– Surface temperature limits.....	34
Table 13	– AC voltage tests	36
Table 14	– Limits of variation of error of standard meters during immunity test	37
Table 15	– Relative error limits for the standard meter.....	40

Table 16 – Influence quantities	41
Table 17 – Recommended accuracy class of reference standard meter	46
Table 18 – Basic measurement table (recommended test points)	46
Table 19 – Limits of maximum permissible error ($\delta W_{\max}$) of the complete MTU related to DUT	47
Table 20 – Limits of permissible values of standard deviation of MTU	48
Table A.1 – Symbols which may be used on metering equipment	52
Table B.1 – Reference conditions	53
Table D.1 – Coverage factors k for different effective degrees of freedom ν_{eff}	59
Table D.2 – List 1 of quantities	63
Table D.3 – Readings 1 of the DUT	63
Table D.4 – Reading 1 of the standard meter	64
Table D.5 – Measurement uncertainty budget 1	64
Table D.6 – List 2 of quantities	65
Table D.7 – Readings 2 of the DUT	65
Table D.8 – Reading 2 of the standard meter	66
Table D.9 – Measurement uncertainty budget 2	67
Table E.1 – Mains supply quality	69
Table F.1 – Technical requirements of MSVTs	72
Table F.2 – Maximum permissible limits of error of MTU with MSVT	72
Table G.1 – Technical requirements of ICT	74
Table G.2 – Maximum permissible limits of error of MTU with ICT	75

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL ENERGY METERS –
TEST EQUIPMENT, TECHNIQUES AND PROCEDURES –****Part 1: Stationary meter test units (MTUs)****FOREWORD**

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

IEC 62057-1 has been prepared by IEC technical committee 13: Electrical energy measurement and control. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
13/1879/FDIS	13/1886/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 62057 series, published under the general title *Electrical energy meters – Test equipment, techniques and procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023

ELECTRICAL ENERGY METERS – TEST EQUIPMENT, TECHNIQUES AND PROCEDURES –

Part 1: Stationary meter test units (MTUs)

1 Scope

This part of IEC 62057 applies to stationary meter test units (MTUs) permanently installed in laboratories, used for testing and calibration of electricity meters, in particular for their type test, acceptance test and verification test. It covers the requirements for automatic MTUs for indoor laboratory application and applies to newly manufactured MTUs to test electricity meters on 50 Hz or 60 Hz networks with an AC voltage up to 600 V (phase to neutral).

If meters are intended for system voltages not specified in this document, special requirements are agreed between the manufacturer and the purchaser.

This document also defines the kind of tests to perform as type tests / routine tests / acceptance tests and commissioning tests for MTUs.

It does not apply to:

- portable reference meters and portable sources;
- electricity meters;
- data interfaces to the meter and test procedures of data interface;
- transformer operated MTUs;
- personal computers supplied together with the MTU.

2 Normative references

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60721-3-2:2018, *Classification of environmental conditions – Part 3-2: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Transportation and handling*

IEC 60721-3-3:2019, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 61010-031:2015, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 031: Safety requirements for hand-held probe assemblies for electrical measurement and test*
IEC 61010-031:2015/AMD1:2018

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61326-1:2020, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IEC 62052-11:2020, *Electricity metering equipment – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62052-31:2015, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 31: Product safety requirements and tests*

IEC 62053 (all parts), *Electricity metering equipment*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016
CISPR 11:2015/AMD2:2019

EN 50160, *Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks*

EN 50470 (all parts), *Electricity metering equipment (a.c.)*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Definitions related to the elements of the MTU

3.1.1

device under test

DUT

meter intended to measure active and/or reactive energy by integrating active and/or reactive power with respect to time

Note 1 to entry: For the definition of various types of energy meters and their elements, see IEC 62052-11:2020, IEC 62053-21:2020, IEC 62053-22:2020, IEC 62053-23:2020, and IEC 62053-24:2020.

3.1.2

meter test unit

MTU

assembly of sources, frequency generator, reference or working standard, and error calculation and indication system to supply the required test signals to the DUT and to measure, calculate and display the error of the DUT

3.1.3

automatic meter test unit

AMTU

MTU which conducts, controls and monitors the desired function(s) or activity(ies) of meter testing through computer-controlled software

3.1.4

source

part of the MTU that generates test voltage signals and current signals with the appropriate frequency, magnitude, and with the appropriate phase angles between currents and voltages

Note 1 to entry: These test signals shall be independent from the mains input in the specified operating range.

Note 2 to entry: The test signals are based on the command(s) received from the test software or controller.

3.1.5

reference standard meter

reference standard

meter used to measure the unit of electrical energy and power

Note 1 to entry: The reference standard meter is designed and operated to obtain the highest accuracy and stability in a controlled laboratory environment.

Note 2 to entry: A reference standard meter shall be traceable to national or international primary standards.

3.1.6

working standard meter

working standard

meter used to measure the unit of electrical energy and power, for use in MTUs

Note 1 to entry: The working standard meter shall be calibrated against the reference standard (meter).

Note 2 to entry: An MTU can also be fitted with a reference standard used for day to day calibration of DUTs of high accuracy (reference standard used as the working standard).

3.1.7

standard meter

common term for the reference standard according to 3.1.5 or the working standard in accordance with 3.1.6

3.1.8

error calculation system

device or a group of devices to count pulses, or read energy values and to compare, calculate and indicate the relative error of the DUTs

Note 1 to entry: The default error calculation system receives pulses from the scanning heads or from the pulse outputs of the DUTs and compares these with pulses received from the standard meter.

3.1.9

output terminal

<of an MTU> terminal from which the test voltages and currents are applied to the DUTs

3.1.10

maximum output power of the source

output power corresponding to the highest load applied at the output terminals of a source

Note 1 to entry: It shall be expressed in VA and shall be defined separately for the test voltage and test current sources.

3.1.11

S

output stability of source

value or relative error of the output quantity of the source indicating that the output quantity may likely vary within this number when all other parameters such as supply voltage, etc., are in accordance with reference conditions (Annex B)

Note 1 to entry: The output stability (S) for voltage, current, power and frequency test output shall be separately defined in % and is given in Formula (1).

$$S = \frac{\max\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} - \min\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}}{\frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N m_k(T)} \cdot 100 \% \quad (1)$$

where:

S is the stability of the test output;

$m_N(T)$ is the N^{th} measured value with integration period T inside a successive sequence of measurements;

$m_k(T)$ is the k^{th} value, $k = 1 \dots N$ inside this sequence;

N is the number of values inside this sequence;

T is the integration period;

max is the largest value in a sequence of elements $\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}$;

min is the smallest value in a sequence of elements $\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}$.

The output stability (S_{abs}) of the phase angle between output values shall be separately defined in ° (degrees) and is given in Formula (2).

$$S_{\text{abs}} = \max\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} - \min\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} \quad (2)$$

Note 2 to entry: The purchaser and the manufacturer may mutually agree for the integration period T and the values N of the measuring sequence.

3.2 Definitions of active, reactive and apparent power

3.2.1

active power

active power at any single sinusoidal frequency component of a periodic signal in a single-phase circuit is defined as the product of the RMS values of current and voltage and the cosine of the phase angle between them, where the phase angle is the angle of the voltage signal vector with respect to the current signal vector

Note 1 to entry: Under sinusoidal conditions, the active power is the real part of the complex power.

Note 2 to entry: The active power of the periodic signal is the algebraic sum of the active power of the sinusoidal frequency components.

Note 3 to entry: The coherent SI unit for active power is the watt W.

Note 4 to entry: Time domain calculation under general conditions:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (3)$$

where:

- P is the active power;
- $u(t)$ is the instantaneous value of the voltage;
- $i(t)$ is the instantaneous value of the current;
- T is the integration time of the measurement cycle.

Fourier summation for frequency domain calculations with equal time periods for U and I up to n^{th} harmonic:

$$P = \sum_{k=1}^n U_k \cdot I_k \cdot \cos(\varphi_{uk} - \varphi_{ik}) = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = P_1 + P_H \quad (4)$$

where:

- P_1 is the fundamental active power;
- P_H is the harmonic active power;
- U_k is the RMS value of the voltage component of order k ;
- I_k is the RMS value of the current component of order k ;
- φ_{uk} is the phase shift between the voltage component of order k and the fundamental voltage component;
- φ_{ik} is the phase shift between the current component of order k and the fundamental voltage component.

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.1.14, modified – Note 2 to entry has been replaced by a new Note 2 and Note 4 to entry has been added.]

3.2.2

apparent power

product of the RMS voltage U between the terminals of a two-terminal element or two-terminal circuit and the RMS electric current I in the element or circuit

Note 1 to entry: The coherent SI unit for apparent power is voltampere, VA.

Note 2 to entry: There are no IEC TC 13 standards available for meters measuring apparent power/energy.

Note 3 to entry: Time domain calculation under general conditions:

$$S = U \cdot I = \frac{1}{T} \cdot \sqrt{\int_0^T i^2(t) dt \cdot \int_0^T u^2(t) dt} \quad (5)$$

where:

- S is the apparent power;
- U is the RMS value of the voltage;
- I is the RMS value of the current;
- $u(t)$ is the instantaneous value of the voltage;
- $i(t)$ is the instantaneous value of the current;
- T is the integration time of the measurement cycle.

Note 4 to entry: Power triangle method to calculate the absolute value of apparent power for sinusoidal conditions.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6)$$

where:

S is the apparent power;
 P is the active power;
 Q is the reactive power.

Note 5 to entry: Fourier summation for frequency domain calculations with equal time periods for U and I up to n th harmonic:

$$S = U \cdot I = \sqrt{\sum_{k=1}^n U_k^2 \cdot \sum_{k=1}^n I_k^2} \quad (7)$$

where:

S is the apparent power;
 U is the RMS value of the voltage;
 I is the RMS value of the current;
 U_k is the RMS value of the voltage component of order k ;
 I_k is the RMS value of the current component of order k .

[SOURCE IEC 60050-131:2013, 131-11-41, modified – The original formula and Note 1 to entry have been omitted and Notes 3, 4 and 5 to entry have been added.]

3.2.3 reactive power

reactive power at any single sinusoidal frequency component of a periodic signal in a single-phase circuit is defined as the product of the RMS values of current and voltage and the sine of the phase angle between them, where the phase angle is the angle of the voltage signal vector with respect to the current signal vector

Note 1 to entry: In IEC TC 13 standards for reactive energy the reactive power and energy are defined for fundamental frequency only.

Note 2 to entry: The algorithm used for the calculation of reactive power is not specified, however the meter is expected to meet the requirements of the relevant accuracy class standard.

Note 3 to entry: The coherent SI unit for reactive power is voltampere, VA. The special unit var and its symbol var are also used.

Note 4 to entry: IEC 62053-24:2020 specifies reactive power / energy for fundamental components explicitly. Harmonics are considered as influence quantities. The algorithm is not specified, but the change of accuracy in the presence of harmonics shall be within the limits specified. To meet this requirement, meters need harmonic filtering. For testing it has to be verified, that also the standard meter measures the fundamental reactive power only in the presence of harmonics. This method is mandatory.

Note 5 to entry: Reactive power Q in a single-phase system for the fundamental frequency component of a periodic signal and defined as:

$$Q = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin\varphi \quad (8)$$

where:

Q is the reactive power;
 U_1 is the RMS value of the fundamental frequency components of the voltage;
 I_1 is the RMS value of the fundamental frequency components of the current;
 φ is the phase angle between U_1 and I_1 .

Note 6 to entry: The power triangle method is used to calculate the absolute value of total non-active power under general conditions. The definition in IEC 131-11-43 is widely known, used for the calculation of reactive.

The definition of "non-active power" is as follows for a two-terminal element or a two-terminal circuit under periodic conditions, quantity equal to the square root of the difference of the squares of the apparent power and the active power S and the active power P [IEV 131-11-43].

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (9)$$

where:

Q is the non-active power;
 S is the apparent power;
 P is the active power.

This method is unambiguous if only fundamental components are present. With sinusoidal voltages and non-sinusoidal currents the result includes the fundamental and distortion power. Prefixes of Q shall conform to IEC 60375. Standard meters determining accuracy according to IEC 62053-24:2020 do not use this method.

For sinusoidal conditions, the non-active power determined by the power triangle method is equal to the absolute value of the product of the apparent power and the sine of the phase angle.

Note 7 to entry: Time domain calculation on pure sinusoidal conditions (time phase method)::

$$Q = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u\left(t - \frac{T}{4}\right) \cdot i(t) \cdot dt \quad (10)$$

where:

Q is the reactive power;
 $u(t)$ is the instantaneous value of the voltage;
 $i(t)$ is the instantaneous value of the current;
 T is the time period of the fundamental component.

This method is only unambiguous under sinusoidal conditions with fundamental frequencies. In that case reactive power determined by the time displacement method is the product of the apparent power and the sine of the displacement angle. To realize this method, meters have a provision for phase shifting adjusted for the fundamental only. This method is not recommended.

Note 8 to entry: For unambiguous determination of errors the algorithm used by the standard meter for measuring Q and S shall be indicated in the test report of a DUT. This is particularly important when testing polyphase meters. In addition, the calculation method of how polyphase power is determined shall be indicated in the test report.

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.1.16, modified – Notes 4, 5, 6, 7, 8 to entry have been added.]

3.3 Definitions related to influence quantities

3.3.1

laboratory

<test and measurement area> area that is specifically used for analysis, testing and servicing, and places with equipment operated by trained personnel

Note 1 to entry: Guidelines for a laboratory setup are described in Annex E.

3.3.2

controlled laboratory environment

environment usually characterized by recognition and control of environmental phenomena and influences (especially through EMC) by users of the equipment in the laboratory

3.3.3

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 to entry: This term is used in the "uncertainty" approach.

Note 2 to entry: Influence quantities can originate from the measured system, the measuring equipment or the environment.

Note 3 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-01]

3.3.4

reference conditions

appropriate set of influence quantities and performance characteristics, with reference values, their tolerances and ranges, with respect to which the intrinsic error is specified

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-02, modified – to be better adapted to metering.]

3.3.5

variation of error

<due to an influence quantity> difference between the relative errors of the MTU when only one influence quantity assumes successively two specified values, one of them being the reference value

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.6, modified – the word "meter" replaced with "MTU" in the definition, and the note to entry omitted.]

3.3.6

reference temperature

ambient temperature specified for reference conditions

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.8]

3.3.7

rated operating conditions

set of specified measuring ranges for performance characteristics and specified operating ranges for influence quantities, within which the variations of operating errors of an MTU are specified and determined

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.10, modified – "a meter" replaced with "an MTU".]

3.4 Definitions related to accuracy

3.4.1

maximum permissible measurement error

extreme value of measurement error, with respect to a known reference quantity value, permitted by specifications or regulations for a given measurement, measuring instrument, or measuring system

Note 1 to entry: Usually, the term "maximum permissible error" or "limits of error" is used where there are two extreme values.

Note 2 to entry: The term "tolerance" should not be used to designate "maximum permissible error".

[SOURCE: JCGM 200:2012, 4.26]

3.4.2

meter constant

number of revolutions of the rotor of an electromechanical meter or the number of pulses of a static meter at the test output, per energy unit

3.4.3

accuracy

<general> closeness of agreement between a measured quantity value and a true quantity value of a measurand

[SOURCE: JCGM 200:2012, 2.13, modified – use of an admitted term "accuracy" rather than the preferred term "measurement accuracy", addition of the domain, and note to entry omitted.]

3.4.4

accuracy

<of a reference or working standard> indicates the closeness of a measured quantity value in a given range of operation, at reference conditions and a true quantity value of a measurand

Note 1 to entry: The accuracy should be given for:

- a) accuracy of voltage measurements;
- b) accuracy of current measurements;
- c) accuracy of phase angle measurements;
- d) accuracy of frequency measurements;
- e) accuracy of active power / energy measurements;
- f) accuracy of reactive power / energy measurements;
- g) accuracy of apparent power / energy measurements.

3.4.5

accuracy

<of a complete MTU> accuracy of the MTU considering the accuracy of the reference or working standard, the accuracy of the calculation system (if any), the accuracy of the test signals including the differences between the test positions

Note 1 to entry: Quantitative validations and qualifications should be done. The accuracy of the complete MTU may be close to the accuracy of the reference standard if:

- all differences between the accuracy of the working standard and the reference standard are considered in the calculations;
- the MTU is designed for testing a small number of meters at a time;
- the manufacturer made efforts to reduce the voltage differences between the terminals of the standard meter and the terminals of the DUTs;
- the manufacturer made efforts to compensate or minimize variations caused by the error calculation system.

Note 2 to entry: The manufacturer has to specify both kinds of accuracies: that of the working standard and that of the MTU.

3.5 Definitions related to testing

3.5.1

type test

conformity test made on one or more items representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.5.2

routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.5.3

acceptance test

contractual test to prove to the purchaser that the item meets certain conditions of its specification

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – the second preferred term "hand-over test" has been omitted.]

3.5.4

verification

<of calibration> set of operations which is used to check whether the indications, under specified conditions, correspond with a given set of known measurands within the limits of a predetermined calibration diagram

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-01-13, modified – Notes to entry have been omitted.]

3.5.5

commissioning test

test on an item carried out on site, to prove that it is correctly installed and can operate correctly

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-24]

3.5.6

maintenance test

test carried out periodically on an item to verify that its performance remains within specified limits, after having made certain adjustments, if necessary

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-25]

4 Meter test units and automated meter test units

Meter test units (MTUs) are assemblies of sources, reference or working standards, error calculation systems and indication systems to supply test parameters to and determine the error of the DUT.

Related to the quantity of meters to be measured the measuring procedures can be automated by automatic meter test units (AMTUs). These AMTUs are MTUs which conduct, control and monitor the desired function(s) of meter testing through computer-controlled software. These activities generally include the following minimum tasks:

- setting, generating, monitoring and controlling the test parameter(s), within defined limits and tolerances;
- carrying out the test automatically, measuring, calculating and indicating the error of the DUT;
- storing the results in a defined and reusable format.

The purchaser and the manufacturer may mutually agree for further automation such as connecting the meter and performing other activities automatically using agreed methods or techniques.

The AMTU generally includes the following components:

- sources;
- frequency generator;
- standard meter;
- scanning heads to detect the meter pulses or rotor marks;
- error calculation system;
- meter mounting fixtures;
- interface for data read outs of meter under test;
- software.

Instead of separate sources and standard meters, combined devices (calibrators) may be applied. Accuracy and environmental tests of both sources and standard meters are applicable for calibrators.

MSVTs (multi secondary voltage transformers) or ICTs (isolating current transformers) may be included additionally in the AMTU if more than one meter under test with permanent closed link is to be tested. Both transformer types are described and specified in Annex F and Annex G.

To determine the error of the meters under test, scanning heads may be replaced by register readings via interfaces of the AMTU if sufficient synchronism of the readings and/or sufficient register resolution in the DUT are achievable.

NOTE Data readout ports are part of agreements between manufacturer and user.

5 Meter accuracy test methods

5.1 General

The test methods described below can be used for all tests required for testing the DUTs. Modified or other test methods, which fulfil the same accuracy requirements, may be also applicable.

The test points and the required stability of the test signals shall be as specified in Clause 6. The required accuracy of the standard meter and the complete MTU shall be as specified in Table 17 and Table 19.

5.2 Energy comparison method

A method by which a known amount of energy is supplied both to the DUT and to the standard meter. This kind of test is also known as "dial test" or "register test" and is mainly used for register tests.

The relative error for energy comparisons is calculated as follows:

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{W_{\text{dut}} - W_{\text{st}}}{W_{\text{st}}} \cdot 100 \% \quad (11)$$

where:

δW_{dut} is the error of the DUT in %;

W_{dut} is the energy recorded by the DUT in [kWh] or [kvarh] or [kVAh];

W_{st} is the energy recorded by the standard meter in [kWh] or [kvarh] or [kVAh].

Measurement errors caused by switching ON/OFF the current source and by filter effects in the standard meter inputs can be minimized for example by choosing the measurement time appropriately.

If the error of the working standard meter in comparison to the reference standard meter (δW_{st}) needs to be considered in determining the total error of the DUTs, Formula (11) has to be adapted by an approximated term as follows:

$$\delta W_{\text{dut}} = \left(\left[\frac{W_{\text{dut}}}{W_{\text{st}}} \left(1 + \frac{\delta W_{\text{st}}}{100\%} \right) \right] - 1 \right) \cdot 100\% \quad (12)$$

where:

δW_{st} is the error of the working standard meter in % (taken from the calibration certificate).

5.3 Power–time measurement method (wattmeter method with register reading)

A method by which the energy supplied to the DUT(s) is determined by the product of a known constant power and a known interval of time.

The error is calculated as follows:

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{W_{\text{dut}} - P_{\text{st}} \cdot t}{P_{\text{st}} \cdot t} \cdot 100\% \quad (13)$$

where:

δW_{dut} is the error of the DUT in %

W_{dut} is the energy recorded by the DUT;

P_{st} is the power recorded by the standard meter;

t is the measuring time interval.

This method requires highly stable sources and accurate time controls.

The overall uncertainties due to the stability of power and time intervals have to be considered.

NOTE Due to the increased accuracy of electronic DUTs this method is seldom used.

The measuring time should guarantee at a minimum the progress of digits of the lowest register value (resolution), that is sufficient to prove the accuracy.

5.4 Pulse comparison method

For this method, pulses of an energy proportional pulse output of a standard meter are counted by a pulse counting device. The counter is started by a first pulse from the DUT and is stopped after completion of a given number of pulses from the DUT.

Pulses from electromechanical meters can be generated with help of a scanning head, based on sensing the rotor mark, or in the case of static meters, by a blinking LED or an electrical pulse output. A suitable pulse adapter is needed.

For counting the pulses delivered by the standard meter the following conditions shall be met: the test duration, at each test point, shall be selected so that the resolution error – determined by the number of pulses from the standard meter – shall be less than 1 % of the accuracy class of the DUT. If the manual or type approval of the DUT indicates a minimum test time, e.g. to fulfil the legal metrology requirements, that minimum test time shall be used.

The relative error of the DUT can be calculated from the nominal and actual number of pulses counted during the measurement period, as per Formula (14):

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{N_{\text{nom}} - N_{\text{act}}}{N_{\text{act}}} \cdot 100\% \quad (14)$$

where:

δW_{dut} is the error of the DUT in %;

N_{act} is the number of pulses actually received from the standard meter during the test;

N_{nom} is the number of pulses from the standard meter expected for the given measuring period.

$$N_{\text{nom}} = \frac{3\,600 \cdot 1\,000 \cdot N_{\text{dut}} \cdot f_{\text{nom}}}{m \cdot U_r \cdot I_r \cdot c_m} \quad (15)$$

where:

N_{dut} is the number of pulses (or revolutions) of the DUT;

f_{nom} is the power proportional frequency output of standard meter;

m is the number of phases;

U_r is the voltage range of the standard meter;

I_r is the current range of the standard meter;

c_m is the meter constant of the DUT in [1/kWh] or [1/kvarh] or [1/kVAh].

If the error of the working standard meter (δW_{st}) needs to be considered to determine the total error of the DUT, Formula (15) has to be adapted by an additional term as follows:

$$\delta W_{\text{dut}} = \left[\left(\frac{N_{\text{nom}} - N_{\text{act}}}{N_{\text{act}}} \right) + \left(\frac{N_{\text{nom}}}{N_{\text{act}}} \cdot \frac{\delta W_{\text{st}}}{100\%} \right) \right] \cdot 100\% \quad (16)$$

where:

δW_{dut} is the error of the DUT in %;

δW_{st} is the error of the working standard meter in % (taken from the calibration certificate).

6 Standard electrical values

6.1 Mains supply

The mains supply voltage shall be sufficiently stable to ensure a suitable accuracy of all components of the MTU necessary for testing meters of the given accuracy class. If necessary, supply voltage stabilizers shall be used. The requirements are shown in Table 1.

Table 1 – Mains power supply condition

Parameter	Value
Supply voltage U_n and mains condition	Shall be specified by the manufacturer
Variation in supply voltage	$0,85 U_n$ to $1,1 U_n$
Frequency f_n	50 Hz or 60 Hz
Frequency range	$f_n \pm 2 \%$
Power consumption	Shall be specified by the manufacturer
Neutral to ground voltage	$< 2 \text{ V}$
Voltage quality of mains supply	As specified in EN 50160

6.2 Output values and ranges of the test circuits

6.2.1 Test voltage circuit

The test voltage circuit may provide several voltage ranges to ensure suitable load conditions and accuracy. The requirements are shown in Table 2.

Table 2 – Test voltage circuit for each phase

Parameter	Value
Test circuit voltage range, U	30 V to 300 V (phase to neutral)
Setting resolution	0,1 V
Accuracy of the amplitude	$\pm 0,1 \%$ of the test value
Stability (S) of the amplitude	$< 100 \times 10^{-6}$ (with $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$) $< 500 \times 10^{-6}$ (with $T = 5 \text{ s}$, $N = 24$)
Distortion factor at linear load	$< 0,5 \%$
Maximum permitted DC voltage	$< 0,2 \%$ of test voltage
Minimum output power per meter test position	15 VA RMS at the high end of the voltage range and at symmetrical loads with power factor in the range between 0,1 capacitive and 0,3 inductive
Protection	The output circuit shall be protected against short circuit and overload
The purchaser shall specify if the MTU shall be designed for single-phase or three-phase meter testing. The values given above shall be valid for each phase.	
The purchaser and the manufacturer may agree upon the suitable value for maximum voltage if different from 300 V and/or power ratings considering the peak current drawn by the power supply of DUTs. The same is valid for the voltage distortion factor for non-linear loads.	

6.2.2 Test current circuit

The test current circuit may provide several current ranges to ensure suitable load conditions and accuracy. The requirements are shown in Table 3.

Table 3 – Test current circuit for each phase

Parameter	Value
Test circuit current range I	1 mA to 120 A
Setting resolution	0,1 mA to 10 mA (depending on range)
Accuracy of amplitude of I	$\pm 1,0 \%$ ($1 \text{ mA} \leq I < 10 \text{ mA}$) $\pm 0,5 \%$ ($10 \text{ mA} \leq I < 50 \text{ mA}$) $\pm 0,1 \%$ ($50 \text{ mA} \leq I \leq 120 \text{ A}$)
Stability (S) of amplitude	$< 100 \times 10^{-6}$ (with $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$) $< 500 \times 10^{-6}$ (with $T = 5 \text{ s}$, $N = 24$) for $I \geq 50 \text{ mA}$
Distortion factor at linear load	$< 0,5 \%$ ($I \geq 100 \text{ mA}$)
Maximum permitted DC current	$< 0,1 \%$ of test current
Minimum output power per meter test position	Minimum 30 VA RMS at the high end of the current range and at resistive loads
Protection	Output circuit shall be protected against open circuit and overload
The purchaser shall specify if the MTU shall be designed for single-phase meter testing or three-phase meter testing. The values given above shall be valid for each phase. The purchaser and the manufacturer shall agree on the suitable value for maximum current and/or power ratings, considering distance, connectivity and the use of isolating current transformers.	

6.2.3 Phase angle

The requirements for the phase angle are shown in Table 4.

Table 4 – Setting of phase angle between each phase voltage and current circuit

Parameter	Value
Range of phase angle	0° to 360°
Setting resolution	$0,01^\circ$
Stability (S_{abs}) of the angle setting	$0,05^\circ$ (with $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$)
Accuracy of setting	$\pm 0,05^\circ$

6.2.4 Frequency

The requirements for the frequency generation are shown in Table 5.

Table 5 – Setting of frequency

Parameter	Value
Range of frequency	45 Hz to 65 Hz
Setting resolution	0,01 Hz
Stability (S) of the frequency setting	0,02 % (with $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$)
Accuracy of setting	$\pm 0,02 \%$

6.2.5 Harmonics

The superimposition of harmonics shall be possible in the voltage and the current circuits. The requirements are shown in Table 6.

Table 6 – Setting of harmonics

Parameter	Value
Harmonic range	2 nd to 21 st
Amplitude of harmonics in percentage with respect to the fundamental frequency amplitude	0 % to 40 % for 2 nd to 5 th harmonic 0 % to 15 % for 6 th to 7 th harmonic 0 % to 10 % for 8 th to 21 st harmonic The peak value of the superimposed current or voltage may not exceed $1,4 I_{\max}$ and $1,4 U_{\max}$
Setting resolution	Maximum 1 % of fundamental frequency amplitude
Phase angle with respect to fundamental frequency	0° to ±180°
Accuracy of setting	Amplitude: 1 % Phase angle: 1° related to fundamental frequency
Generation of higher harmonics may be agreed between the purchaser and the manufacturer, e.g., the 40 th harmonic.	
NOTE $U_{\max}$ and $I_{\max}$ are the specified limits of voltage and current ranges of the MTU.	

The source should be capable of generating the test conditions as specified in 12.4.2.

6.3 Standard meter

6.3.1 Accuracy class

The accuracy of a standard meter should be at least 5 times better than the accuracy class of the DUT but minimum 0,1 %. The recommended accuracy classes for the standard meter are 0,02 %, 0,05 % and 0,1 %. Other accuracy classes can be agreed between the purchaser and the manufacturer.

6.3.2 Standard electrical values

The standard electrical values of standard meters are shown in Table 7.

Table 7 – Standard electrical values for the standard meter

Parameter	Standard value
Mains supply	U_n (as defined in 6.1)
Voltage measuring range	30 V to 300 V (phase to neutral) ¹⁾
Current measuring range	1 mA to 120 A ¹⁾
Frequency measuring range	45 Hz to 65 Hz
Minimum frequency bandwidth	Up to 1 260 Hz (21 st harmonic of 60 Hz) ¹⁾
Measurement mode for single-phase MTU	1 phase 2 wire active / reactive
Measurement modes for three-phase MTU	1 phase 2 wire active / reactive 3 phase 4 wire active / reactive and apparent 3 phase 3 wire active / reactive and apparent
Pulse output	The standard meter shall provide a power proportional pulse output for calibration and measuring purposes
Interface	The standard meter shall have interface(s) for communication and control
¹⁾ The maximum value of current, voltage and harmonics can be mutually agreed between purchaser and manufacturer.	

6.4 Magnetic field of the MTU

The magnetic induction produced by the MTU at the position of the DUTs and for the current and frequency ranges according to Table 7 shall not exceed the following values:

For $I \leq 10$ A $B \leq 0,002\,5$ mT;

For $I > 10$ A $B \leq 0,000\,25$ mT $\times (I/A)$

where:

I is the output current of the MTU in A;

B is the magnetic induction in air due to the magnetic field ($B = \mu_0 \times H$).

The test shall be performed without the DUT connected. The current circuits shall be short circuited.

6.5 Electrical and mechanical values for the scanning head(s)

The requirements for the scanning heads are shown in Table 8.

Table 8 – Electrical and mechanical values for the scanning head(s)

Parameter	Standard parameters
Receiver sensitivity	To sense the optical test output according to IEC 62052-11:2020, 5.8.2.2.
Distance to the LED of the DUT	> 10 mm ± 1 mm ¹⁾
Minimum impulse duration detection	100 μ s for sensing LEDs of static DUTs
Distance to rotor disk	Up to 45 mm
¹⁾ If the LED of the DUT radiates with the maximum strength specified in IEC 62052-11 (1 000 μ W / cm ²) the distance rises to 45 mm.	

6.6 Error calculation system

6.6.1 Functional requirements

The error calculation system receives pulses from the scanning head(s) or from the pulse outputs of the DUT(s) and compares those with pulses received from the standard meter. It shall be able to count the pulses and to calculate and indicate the relevant error of one or more DUTs.

This system shall have the following standard functions:

- the system shall indicate, for each DUT, the relative error along with the sign (+ or –);
- a reset function shall be available allowing to reset the error indication in the event that the error measurement is wrong for any reason;
- the system shall provide the parameters of the error calculation process for verification purposes.

Additional functionalities may be agreed between purchaser and manufacturer, e.g. an additional connector to connect a pulse output cable of an external reference standard meter for verification purposes.

6.6.2 Parameters

The requirements are shown in Table 9.

Table 9 – Parameters for the error calculation system

Parameter	Standard parameters
Pulse frequency range, which the system shall be able to count	0 kHz to 2,5 kHz
Resolution of error indication	Minimum 0,01 %
Elements of the error display	sign, digits and unit in %
Accuracy	±1 digit of the lowest digit

7 Constructional requirements of the MTU

7.1 General requirements

The MTU shall be of protective class I according to IEC 61140:2016. All parts which are subject to corrosion under normal working condition shall be protected effectively. Any protective coating shall not be liable to damage by ordinary handling nor to damage due to exposure to air under normal working conditions. The clearance and creepage distances shall be according to IEC 60664-1:2020, overvoltage category II, pollution degree 1.

The MTU shall be equipped with a mains switch, a mains fuse, and an emergency button.

7.2 Source and standard meter

The source and the standard meter may constitute a stand-alone unit or may be located in the meter mounting system. If they are permanently connected to the MTU, they shall have a protective conductor terminal.

7.3 Meter mounting system

7.3.1 General

The meter mounting system is a rack including the necessary constructional requisites and the connections, designed to allow meters to be tested under the test conditions specified in the relevant standards. The wiring layout and cross sections should be suitably selected in order to minimize voltage drop, power losses, magnetic induction and capacitive interference.

The meter mounting system shall be designed to accommodate the number of DUTs specified by the purchaser, together with the scanning heads, error calculation and display units, and, when required, multi secondary voltage transformers (MSVT) and/or isolating current transformers (ICT) for each DUT position.

The design of the test bench shall be agreed by the manufacturer and the purchaser.

7.3.2 Terminals

7.3.2.1 General

The purchaser and the manufacturer shall agree on the terminals at which the output values of the MTU are specified.

These terminals may be the terminals of the source or one of the DUT positions.

All parts of the terminals shall be constructed so as to minimize the risk of corrosion resulting from contact with any other metal part.

Electrical connections shall be designed to avoid contact pressure transmitted through flexible insulating material.

7.3.2.2 Test voltage output terminals

Each meter test position shall have voltage output terminals according to the number of phases. These terminals may be connected in parallel to the voltage source directly, or via MSVTs. MSVTs are specified in Annex F.

The terminals shall be equipped with sockets of 1 000 V, CAT III according to IEC 61010-031:2015, 6.5.2.1 to prevent a person from accidentally touching hazardous live parts.

The wiring shall ensure that the accuracy requirements and the reference test conditions are met at each meter test position.

Voltage cables supplied with the MTU shall be rated for the maximum test voltages.

7.3.2.3 Test current terminals

The meter mounting system shall have current input and output terminals according to the number of phases and test positions. These terminals may be connected in series to the current source directly, or via ICTs. ICTs are specified in Annex G.

The current terminals shall be able to carry the maximum test currents continuously, without forced cooling under the operating conditions specified. A limit on the duration of exposure may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

The manufacturer and purchaser may agree on the connection method for example using free wiring between the DUT terminals or using quick connectors.

NOTE A quick connector is an assembly of prongs designed for the terminal block of the DUT. By means of a mechanical lifter all prongs contact the terminals of the terminal block simultaneously.

8 Information and marking requirements

8.1 General

NOTE This Clause 8 is based on the following references: IEC 62052-11:2020, Clause 6, IEC 62055-31:2005, 5.13; IEC 62052-31:2015, Clause 5, IEC 61010-1:2010, Clause 5, IEC 61010-1:2010/AMD1:2016, Clause 5, and IEC 62477-1:2022, Clause 6.

The purpose of this Clause 8 is to define the marking of the information necessary for the safe selection, installation and commissioning, use and maintenance of an MTU. The required information is presented in Table 10 showing where the information shall be provided, with reference to explanatory subclauses.

The requirements of this Clause 8 apply to the whole MTU component, unless otherwise stated. All information shall be in an appropriate language, and documents shall have identification references.

Table 10 – Information requirements

Information for selection	Subclause	Location ^{a, b}				Technical subclause
		C	IM	UM	MM	
<i>General information</i>	8.3.2					
Manufacturer's name or trade mark		x	x	x	x	-
Designation of function, and type		x	x	x	x	-
Space for approval mark (if any)		x	x	x	x	-
Place of manufacture		x				-
Serial number		x				-
Protective class			x		x	8.4.4
Environmental conditions, storage			x		x	9.1
Environmental conditions, operation			x		x	9.1
Reference temperature if different from 23 °C			x		x	9.1
Owner specified information						-
Reference to standards			x		x	-
Reference to instructions			x	x	x	-
Fuse ratings		x	x	x	x	-
Supply voltage, frequency, max. apparent power, number of phases		x	x	x	x	6.1
<i>For standard meters</i>	8.3.3					
Measuring voltage range		x	x	x	x	6.3.2
Measuring current range		x	x	x	x	6.3.2
Measuring frequency range		x	x	x	x	6.3.2
Number of phases, number of wires, service type(s)			x	x	x	6.3.2
Accuracy		x	x	x	x	6.3.1
<i>For sources</i>	8.3.4					
Voltage, current and power		x	x	x	x	6.2.1, 6.2.2, 6.2.3
Product specific markings		x	x	x	x	-

Information for selection	Subclause	Location ^{a, b}				Technical subclause
		C	IM	UM	MM	
<i>ICTs and MSVTs</i>	8.3.5					
Measuring range		x	x	x	x	F.4, G.4
Frequency range		x	x		x	F.4, G.4
Accuracy		x				F.4, G.4
Output power		x	x	x	x	F.4, G.4
<i>For the communication interfaces and error calculation systems</i>	8.3.6					
Product specific markings		x	x	x	x	-
Communication medium		x	x	x	x	-
<i>For installation and commissioning</i>	8.4					-
Dimensions and mass	8.4.2		x		x	-
Connection requirements	8.4.3		x			-
Connecting cables	8.4.3.2	x	x		x	-
Connection and wiring diagrams	8.4.3.3		x		x	-
Auxiliary terminals	8.4.3.4	x	x		x	-
Protection requirements	8.4.4					-
Protective class and earthing	8.4.4		x		x	-
Self-consumption	8.4.5		x		x	-
<i>For use</i>	8.5					-
General	8.5.1			x		-
Display, push buttons and other controls	8.5.2			x		-
Connection to other equipment	8.5.3			x		-
External protection devices	8.5.4			x		-
Cleaning	8.5.5					-
<i>For maintenance</i>	8.5.6				x	-
^a Location: C = Case. These markings may appear on nameplate(s) or may be carried by the unit cover(s) in a permanent manner; IM = Installation manual; UM = User's manual; MM = Maintenance manual. ^b The installation, user's and maintenance manuals may be combined as appropriate and, if acceptable to the purchaser, may be supplied in electronic format. When more than one of any product is supplied to a single purchaser, it is not necessary to supply a manual with each unit, if acceptable to the purchaser.						

8.2 Labels, signs and signals

Labelling shall be in accordance with good ergonomic principles so that notices, controls, indications, test facilities, etc. are sensibly placed and logically grouped to facilitate correct and unambiguous identification.

All safety related equipment labels should be placed in such a way that they will be readily visible to the intended viewer and alert the viewer to any hazard in time for the viewer to take appropriate action.

Graphic symbols shall be in accordance with IEC 60417, IEC 60617, ISO 7000, as appropriate. IEC 60417 and ISO 7000 symbols that may be used on metering equipment are shown in Annex A. Symbols not shown in these database standards shall be explained where used. There are no colour requirements for symbols.

The documentation of the MTU shall include a statement that it shall be consulted in all cases where symbol 14 of Table A.1 is marked, in order to find out the nature of the potential hazards and any actions which have to be taken to avoid them.

Safety signs shall comply with ISO 3864-1.

The signal words indicated hereinafter shall be used and the following hierarchy respected:

- **DANGER** to call attention to a high risk, for example: "High voltage";
- **WARNING** to call attention to a medium risk, for example: "This surface can be hot.";
- **CAUTION** to call attention to a low risk, for example; "Some of the tests specified in this standard involve the use of processes imposing risks for the operators and on persons concerned."

Danger, warning and caution markings on the metering equipment shall be prefixed with the word "DANGER", "WARNING", or "CAUTION" as appropriate, in letters not less than 3,2 mm high. The remaining letters of such markings shall be not less than 1,6 mm high.

8.3 Information for selection

8.3.1 General

MTUs shall be provided with information relating to function, electrical characteristics and intended environment to determine the fitness of the MTU for the right purpose. This information includes, but is not limited to the following:

8.3.2 General information

For the MTU equipment, the following general information shall be provided:

- manufacturer's name or trade mark;
- designation of type, preferably in local language;
- approval mark or space for it, if requested by notified bodies;
- place of manufacture, if required;
- serial number;
- protective class;
- environmental conditions for storage and operation;
- reference temperature if different from 23 °C;
- owner-specified information, as agreed by the manufacturer and the purchaser;
- reference to instructions for installation, operation and maintenance.

8.3.3 Information related to standard meters

For standard meters, the following information shall be provided in accordance with the relevant product standards for the DUT (electricity meter):

- measuring voltage;
- measuring current;
- frequency range;

- service type. This implies:
 - the number of phases;
 - the number of wires for which the meter is suitable;
- quantities measured. This implies:
 - active energy;
 - reactive energy;
 - apparent energy;
 - voltage;
 - current;
 - frequency;
 - phase angle;
- measuring principle (according to 3.2);
- accuracy (related to the measured quantity).

8.3.4 Information related to sources, error calculation systems and frequency generators

The equipment includes frequency generators, error calculation systems and voltage and current sources. For voltage and current sources and frequency generators the following information shall be provided:

- the type and value of auxiliary supply voltage (AC or DC);
- the range of output values;
- the maximum power consumption.

For sources, the following additional information shall be provided:

- output specifications for voltage ranges in respect to frequency;
- output specifications for current ranges in respect to frequency.

For sources, the following information shall be suitably displayed:

- the active operating range;
- On/Off status;
- faults;
- the actual value of voltage, current and frequency.

8.3.5 Information related to the ICTs and MSVTs

For ICTs and MSVTs, the following information shall be provided:

- voltage range / max. load and accuracy for MSVTs;
- current range / max. load and accuracy for ICTs;
- frequency range.

8.3.6 For the communication interfaces and error calculation systems

For these devices, the following information shall be provided:

- communication channel;
- the relevant standard(s);
- operating voltage, if not specified in standards;

- status information, power consumption.

8.4 Information for installation and commissioning

8.4.1 General

Safe and reliable installation is the responsibility of the installer. The manufacturer of MTUs shall provide information to support this task. This information shall be unambiguous, and may be in diagrammatic form.

NOTE Since any electrical equipment can be installed or operated in such a manner that hazardous conditions can occur, compliance with the requirements of this document does not by itself assure a safe installation. However, when equipment complying with those requirements is properly selected and correctly installed, commissioned and used, the hazards will be minimized.

8.4.2 Dimensions and mass

The following information shall be provided by the manufacturer: dimensional drawing, layout drawing, mass.

The data may be additionally provided in more than one unit (for example in mm and in inches).

8.4.3 Connection

8.4.3.1 General

Information shall be provided to enable the installer to make safe electrical connections from the MTU to the supply network. This shall include information for protection against hazards.

8.4.3.2 Connecting cables

Generally, national regulations are in place concerning electrical installations. These regulations specify the type and size of the connection cables to be used.

The installation manual shall include a statement that the installer shall consult the local regulations. The installation manual shall contain recommendations for the type of connecting cables to be used. Recommended cable terminations and requirements for tightening torque values shall be specified as well where applicable.

8.4.3.3 Connection diagrams

Every MTU shall be provided with a diagram of connections. If the terminals are marked, this marking shall appear on the diagram.

8.4.3.4 Auxiliary terminals

Terminals and connectors of auxiliary circuits, other than those for measuring voltage and current, shall be readily identifiable by the equipment markings. The following information shall be provided in the documentation as far as relevant for safety and as applicable:

- the function(s): e.g. pulse input/output, control input/output;
- the kind of the circuit(s), e.g. optocoupler, relay, solid state relay;
- type of voltage (AC or DC), nominal, minimum and maximum voltages;
- nominal and maximum frequency, as applicable.

8.4.4 Protection – Protective class and earthing

MTUs may be connected to the mains via a plug or be permanently connected. As the equipment is of protective class I, a protective conductor shall be present.

The installation manual shall include a statement as to how the earth wire is or shall be connected.

8.4.5 Self-consumption

For the supply circuits of the MTU and for auxiliary circuits (without the supply of measuring voltage and measuring current outputs) the following information shall be provided in the instruction and user's and maintenance manuals: the maximum power consumption in watts (active power) or volt-amperes (apparent power), or the maximum rated input current, with all accessories or plug-in modules connected but without DUTs.

8.5 Information for use

8.5.1 General

The user's manual shall include all information regarding the safe operation of the MTU. In particular, it shall identify any hazardous materials and risks of electric shock, overheating, explosion, excessive acoustic noise, etc.

All safety marking shall be clearly explained.

The user's manual shall also indicate any hazards which can result from reasonably foreseeable misuse of the metering equipment, especially when working on the DUTs during power-on.

8.5.2 Display, push buttons and other controls

The user's manual shall provide a description of the main items that can be displayed on the MTU equipment.

8.5.3 Connection to user's equipment

If the connection of user's equipment is possible, the necessary connection diagrams, the identification, marking and description of the connectors, and the necessary operations shall be provided.

The user's manual shall also indicate any hazards, which can result from connecting user's equipment.

8.5.4 External protection devices

If external protection devices such as fuses and circuit breakers may be operated by the user, then any safety hazards related to their operation shall be explained in the user's manual of the MTU.

8.5.5 Cleaning

The user's manual shall provide information for cleaning if applicable.

8.6 Information for maintenance

Safety information shall include in the installation and maintenance manuals if applicable the following:

- preventive maintenance procedures and schedules;
- safety precautions during maintenance;
- location of live parts that can be accessible during maintenance (for example, when covers are removed);
- adjustment procedures;

- sub-assembly and component repair and replacement procedures;
- information on safe disposal of the equipment and any replaceable parts;
- verification of the safe state of the equipment after repair;
- any other relevant information.

9 Climatic conditions for the MTU

9.1 Normal environmental conditions

The MTU and its sub-assemblies shall be designed to operate under the following climatic conditions in Table 11.

Table 11 – Climatic conditions

Climatic conditions	
Nominal temperature	23 °C ± 2 °C
Climatic conditions for operation	3K2 ¹⁾
Climatic conditions for transport and storage	2K2 ²⁾
¹⁾ In accordance with IEC 60721-3-3: Low air temperature +15 °C, high air temperature +30 °C, low relative humidity 10 %, high relative humidity 75 %.	
²⁾ In accordance with IEC 60721-3-2: Low air temperature –25 °C, high air temperature +60 °C, high relative humidity 75 %. Storage and transport of the MTU at the extremes of this temperature range should only be for a maximum period of 6 h.	

9.2 Extreme environmental conditions

NOTE The following text is based on IEC 60721-3-3:2019, Clause 4.

Specifications for products to operate under extreme or special environmental conditions are a matter for negotiation between the manufacturer and the purchaser.

9.3 Temperature limits and resistance to heat

The temperature of easily touched surfaces shall not exceed the values given in Table 12 at the maximum temperature of the operating range.

Table 12 – Surface temperature limits

Part		Limit °C
1)	Outer surface of enclosure parts likely to be touched (approximately 1 s)	
	a) metal, uncoated or anodised	65
	b) metal, coated (paint, non-metallic)	75
	c) glass and ceramics	80
	d) plastics	85
2)	User operated devices	
	a) metal	55
	b) glass and ceramics	65
	c) plastics	70
NOTE The effect of the duration of contact is given in ISO 13732-1.		

10 Electrical requirements of the MTU

10.1 Influence of mains supply

The MTU and its components shall be designed to work under the mains supply conditions as described in EN 50160.

10.2 Insulation

10.2.1 General

The MTU and its incorporated components shall retain adequate dielectric qualities under normal conditions of use.

10.2.2 Clearances and creepage distances

Clearances and creepage distances shall comply with the requirements of IEC 61010-1:2010 and of IEC 61010-1:2010/AMD1:2016 for overvoltage category II and with the requirements of IEC 61010-031:2015 and of IEC 61010-031:2015/AMD1:2018 for measurement category II, if not otherwise specified.

10.2.3 Verification of clearances and creepage distances

10.2.3.1 Verification by measurement

Verification of clearances and creepage distances shall be performed as specified in IEC 60664-1:2020, 6.2.

10.2.3.2 Verification of clearances using impulse voltage tests

The clearances shall be verified by performing the impulse voltage tests as specified in IEC 60664-1:2020. These type test refers to each single component of an MTU.

10.2.4 AC voltage test

10.2.4.1 Test voltage

The test has to be performed in accordance with IEC 62052-31:2015, 6.10.2.5. The test voltage shall be substantially sinusoidal, having a frequency between 45 Hz and 65 Hz, and applied for 60 s. The power source shall be capable of supplying at least 500 VA.

The source voltage shall be verified with an accuracy of better than 3 %.

The voltage shall be applied to the test object starting at a value sufficiently low to prevent any effect of overvoltages due to switching transients. It shall be maintained for the specified time and then rapidly decreased, but not suddenly interrupted as this may generate switching transients which could cause damage or erratic test results.

10.2.4.2 Performing the tests

The test voltages and the points of application are specified in Table 13.

Each component of the MTU shall be treated and tested as a DUT:

- voltage source and current source;
- standard meter;
- meter test rack.

The tests are carried out during the manufacturing of a newly manufactured meter test unit.

Table 13 – AC voltage tests

	Test voltage kV Protective class I	Point of application of test voltage
Meter test rack	2	Between, on the one hand, all current and voltage circuits as well as all other circuits whose reference voltage is above 33 V, connected together, and, on the other hand, earth.
Source	2	Between, on the one hand, any circuit whose reference voltage is above 33 V and, on the other hand, all other independent circuits whose reference voltage is above 33 V connected together.
Standard meter	2	Between circuits not intended to be connected together in service.
Equipment with mains supply	2	

During these tests no flashover, disruptive discharge or puncture shall occur.

11 Electromagnetic compatibility

11.1 General requirements and performance criteria

The MTU shall be designed in such a way that conducted or radiated electromagnetic phenomena and electrostatic discharge neither damage nor subsequently influence the function and the accuracy of the MTU. The MTU shall meet the requirements for light industrial locations. However, RF transmitters such as mobile telephones shall not be used in close proximity of the MTU.

The phenomena and test levels shall be as specified in IEC 61326-1:2020, Table 1, unless otherwise specified in the following subclauses.

Short duration electromagnetic phenomena are considered as disturbance and the performance criteria specified in IEC 61326-1:2020, Table 1 apply. Continuous and long duration electromagnetic phenomena are considered as influence quantities and the accuracy requirements for the standard meter are specified in Table 14.

For these tests, the test points for sources, MSVTs, ICTs and standard meters shall be:

- $I_n = 5 \text{ A}$;
- $U_n = 120 \text{ V}$;
- $f_n = 50 \text{ Hz}$;
- all power circuits energized with reference voltage (where applicable);
- balanced voltage and current;
- power factor $\cos \varphi = 1$ and $\sin \varphi = 1$.

This test point should be preferably used even though the tested equipment has several current, voltage or frequency ranges.

Table 14 – Limits of variation of error of standard meters during immunity test

Phenomenon	Accuracy class of the standard meter used in the MTU		
	0,02	0,05	0,1
Electromagnetic RF fields	0,02	0,05	0,1
Conducted RF	0,02	0,05	0,1
Power frequency magnetic field test	0,02	0,05	0,1

The definition of performance criteria is in line with the definition in IEC 61326-1:2020, 6.4. The primary functions are the energy registration and the error calculation.

11.2 General test conditions

11.2.1 General

If the EMC tests cannot be performed on the complete MTU, each component shall be treated and tested separately as a DUT.

Unless otherwise specified or applicable, the components of the MTU shall be tested as table-top equipment, in their normal working position and operating condition. Complete MTUs can be tested as floor standing equipment. All parts intended to be earthed shall be earthed.

11.2.2 Test of immunity to electrostatic discharges

The discharges shall be applied to the enclosure port of the voltage source and current source, the standard meter, the MSVT, the ICTs and the error calculation system.

The test level shall correspond to IEC 61326-1:2020 for industrial locations and industrial electromagnetic environment.

Performance criterion B.

11.2.3 Test of immunity of electromagnetic RF Fields

This test applies to the enclosure port of the voltage source and current source, the standard meter, the MSVT, the ICTs and the error calculation system. The cable length exposed to the field shall be 1 m.

a) Test of standard meter:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits of variation of error as specified in Table 14.

b) Test of voltage source and current source:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits as specified in Table 2 and Table 3.

c) Test of MSVT and ICTs:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits as specified in Table F.1 and Table G.2.

Performance criterion A.

11.2.4 Immunity to power frequency magnetic fields of external origin

The test level shall correspond to IEC 61326-1:2020, Table 2, industrial locations and industrial electromagnetic environment, but with 400 A/m, using the immersion method.

a) Test of standard meter:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits of variation of error as specified in Table 14.

b) Test of voltage source and current source:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits as specified in Table 2 and Table 3.

c) Test of MSVT and ICTs:

- device in operating condition;
- test points as specified in 11.1;
- limits as specified in Table F.2 and Table G.2.

Performance criterion A.

11.2.5 Test of immunity to fast transient bursts

The test voltage shall be applied to the AC power ports of the voltage source and current source, the MSVT, ICTs, the standard meter and frequency generators:

- a) between the terminals of each circuit normally connected to the mains;
- b) between any two independent circuits having reference voltages over 40 V;
- c) between each independent circuit having reference voltage over 40 V and earth.

The test level shall correspond to IEC 61326-1:2020, Table 2, industrial locations.

Duration of the test: 60 s at each polarity.

Performance criterion B.

11.2.6 Test of immunity to surges

The surges shall be applied to the AC power ports of the voltage and current sources, the MSVT, ICTs and the standard meter.

The test level shall correspond to IEC 61326-1:2020, Table 2, industrial locations, and industrial electromagnetic environment.

Performance criterion B.

11.2.7 Test of immunity to conducted disturbances, induced by RF (radio frequency) fields

The test voltage shall be applied line-to-line to the AC power ports of the voltage and current sources, the MSVT, ICTs and the standard meter.

The test level shall correspond to IEC 61326-1:2020, Table 2, industrial locations.

a) Test of standard meter:

- device in operating condition;
 - Test points as specified in 11.1;
 - device in operating condition;
 - Limits of variation of error as specified in Table 14.
- b) Test of voltage source and current source:
- device in operating condition;
 - Test points as specified in 11.1;
 - Limits as specified in Table 2 and Table 3.
- c) Test of MSVT and ICTs:
- device in operating condition;
 - test points as specified in 11.1;
 - limits as specified in Table F.2 and Table G.2.

Performance criterion A.

11.2.8 Radio interference suppression

The test shall be carried out on the complete MTU or on the individual components of the standard meter, and also on the voltage source and current source, MSVT and ICTS of the MTU in accordance with CISPR 11.

The standard meter shall be in normal operating condition without DUTs connected:

- device in operating condition.

The voltage source and current source shall be in normal operating condition:

- power circuits energized with reference voltage;
- loaded with 50 % of the maximum output power of the sources, at resistive load.

The test result shall comply with the requirements given in CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016, and in CISPR 11:2015/AMD2:2019 for Class A Group 1 equipment.

12 Standard meter

12.1 General

The tests in 12.3 and 12.4 are applicable for type testing.

12.2 Accuracy requirements under reference conditions

When the standard meter is under the reference conditions given in Annex B the relative errors shall not exceed the limits for the relevant accuracy class given in Table 15. If the standard meter is designed for the measurement of energy in both directions, the values shall apply for both directions.

The values given in Table 15 apply to standard meters with voltage range 30 V to 300 V, current range 1 mA to 120 A and frequency range 45 Hz to 65 Hz. Other ranges may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Table 15 – Relative error limits for the standard meter

Quantity measured	Range	Relative error limits for accuracy class (in percentage of the true value) ¹⁾		
		0,02	0,05	0,1
Voltage	30 V to 300 V	±0,02	±0,05	±0,1
Current	1 mA ≤ I < 10 mA	±0,08	±0,2	±0,4
	10 mA ≤ I < 50 mA	±0,04	±0,1	±0,2
	50 mA ≤ I ≤ 120 A	±0,02	±0,05	±0,1
		Relative error limits for accuracy class (in percentage of the true value of apparent energy / power) ²⁾		
Active, reactive and apparent power / energy in the complete voltage range	1 mA ≤ I < 10 mA	±0,08	±0,2	±0,4
	10 mA ≤ I < 50 mA	±0,04	±0,1	±0,2
	50 mA ≤ I < 120 A	±0,02	±0,05	±0,1
		Limits of drift per year for accuracy class (in percentage of the true value) ³⁾		
Voltage	30 V to 300 V	±0,005	±0,01	±0,025
Current	50 mA to 120 A	±0,005	±0,01	±0,025
Active, reactive and apparent power	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	±0,01	±0,025	±0,05
¹⁾ The accuracy of the voltage measurement must be maintained in every current range. The accuracy of the current measurement must also be maintained in every voltage range. ²⁾ The relative error limits for active and reactive power or energy are related to power factor 1. The relative error limits for power factors different from 1 arise from the relative error limits at 1 divided by the corresponding power factor according to the example below. ³⁾ For uncertainty calculations it is feasible to take the drift of voltage, current and power measurement accuracy from the manufacturer's type specification.				
Example: Calculation of error limits for active and reactive power measurement at power factors $\cos \varphi = 0,5$ or $\sin \varphi = 0,866$ and relative error limit for apparent energy measurement of ±0,05 %. The relative error limit of active power measurement is equal to ±0,05 % / 0,5 = ±0,1 %. The relative error limit of reactive power measurement is equal to ±0,05 % / 0,866 = ±0,057 7 %.				

The error limits shall remain the same in the case when a three-phase standard meter measures single-phase current but with balanced polyphase voltage applied to the voltage circuits. The difference between the relative error when the standard meter is carrying a single-phase load and a balanced polyphase load at unity power factor shall not exceed 0,02 %, 0,05 % and 0,1 % for standard meter of classes 0,02, 0,05 and 0,1, respectively.

12.3 Limits of error due to influence quantities

The additional relative error due to the change of influence quantities with respect to reference conditions, as given in Annex B shall not exceed the limits for the relevant accuracy class given in Table 16.

The values given in Table 16 apply to reference standard meters with voltage range 30 V to 300 V and current range 1 mA to 120 A and frequency range 45 Hz to 65 Hz. Other ranges may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Table 16 – Influence quantities

Influence quantity	Range ¹⁾	$\cos \varphi / \sin \varphi$	Mean temperature coefficient in 1/K for accuracy class		
			0,02	0,05	0,1
Ambient temperature variation (+15 °C to +35 °C)					
Voltage measurement	30 V to 300 V	NA	15×10^{-6}	30×10^{-6}	60×10^{-6}
Current measurement	50 mA to 120 A	NA	15×10^{-6}	30×10^{-6}	60×10^{-6}
Active, reactive and apparent power / energy measurement	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	1	25×10^{-6}	50×10^{-6}	80×10^{-6}
NOTE The effect of the following influence quantities applies to the measurement of active, reactive and apparent power / energy only.			Limits of variation of the relative error for standard meter of accuracy class		
Influence quantity	Range ¹⁾	$\cos \varphi / \sin \varphi$	0,02	0,05	0,1
Reversed phase sequence	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	1	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$
Harmonic components in voltage and current circuit ²⁾	$U_1 = 30 \text{ V to } 300 \text{ V}$ $I_1 = 50 \text{ mA to } 120 \text{ A}$	1	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Odd harmonics in the AC current circuit ³⁾	$I_1 = 50 \text{ mA to } 120 \text{ A}$	1	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Sub-harmonics in the AC current circuit	$I_1 = 50 \text{ mA to } 120 \text{ A}$	1	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Magnetic induction of external origin 0,5mT ⁴⁾	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	1	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Change in auxiliary supply voltage $\pm 10 \%$	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	1	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Change in auxiliary supply frequency $\pm 5 \%$	30 V to 300 V 50 mA to 120 A	1	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$	$\pm 0,1$
¹⁾ The manufacturer can choose the test point which represents the entire range/spectrum. ²⁾ The test condition shall be according to 12.4.1. ³⁾ The test condition shall be according to 12.4.2. ⁴⁾ 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 standard meter and under the most unfavourable conditions of phase and direction shall not cause a variation in the relative error of the standard meter exceeding the values shown in this table. This test shall be applied to the standard meter's enclosure port. The inductive coil as per 6.3.3 a) of IEC 61000-4-8:2009; immersion test method, continuous magnetic field applied in three perpendicular planes, field strength 0,5 mT (400 A/m). After the test position of the standard meter has been determined, the test duration shall be 1 min.					
In addition, the influence quantities and limits of variation of Table 14 are applicable.					

12.4 Accuracy tests in the presence of harmonics

12.4.1 Test with 5th harmonic in the current and voltage

Test conditions:

- fundamental frequency current: $I_1 = 5 \text{ A}$;
- fundamental frequency voltage: $U_1 = 230 \text{ V}$;
- fundamental frequency power factor: $\cos \varphi_1 = 1$ or $\sin \varphi_1 = 1$;
- content of 5th harmonic voltage: $U_5 = 10 \%$ of U_1 ;
- content of 5th harmonic current: $I_5 = 40 \%$ of I_1 ;
- harmonic power factor: $\cos \varphi_5 = 1$ or $\sin \varphi_5 = 1$;
- fundamental and harmonic voltages are in phase, at positive zero crossing.

The variation of the relative error when the MUT is subjected to the test condition shall not exceed the limits of variation given in Table 16.

12.4.2 Tests of the influence of odd and sub-harmonics

The tests of the influence of odd and sub-harmonics shall be made with the circuit shown in Figure C.1 or with other equipment able to generate the required waveforms, and the current waveforms as shown in Figure C.2 and Figure C.4 respectively.

The variation of the relative error when the meter is subjected to the test waveform given in Figure C.2 and Figure C.4 respectively and when it is subjected to the reference waveform shall not exceed the limits of variation given in Table 16.

The values in the figures were given as an example for 50 Hz. For other frequencies the values may be adapted accordingly.

13 Software requirements

13.1 Application

These requirements apply to the software supplied with the MTU and include applications including meter calibration and certification of newly manufactured meters using 100 % inspection or sampling inspection, as well as validation, re-calibration and re-certification of meters already in use.

The manufacturer and the purchaser may agree on different requirements for the software if needed.

13.2 Identification

The software shall be clearly identifiable by the program name, version number, checksum or digital signature, target operating system as applicable.

13.3 Protection

The software and the test programs written by the operator(s) shall be protected against unauthorized modification and/or use. The administrator of the software may assign specific rights to each operator. Each entry of a program module shall only be possible with an identification of the operator at least by a password before use.

Measurement data shall be protected against unauthorized access.

13.4 Functional requirements

The software shall support the following functions as agreed between the manufacturer and the purchaser:

- Generation and storage of test programs: the program shall allow generating and storing test programs, with proper identifiers. It shall be possible to adapt the programs to different meter types, nominal values and ranges of current and voltage, and test purposes such as type test, calibration, sampling inspection, initial verification, etc. It shall be possible to verify and approve such programs by legal metrology bodies;
- Error compensation: the program shall allow, as agreed and authorized by legal metrology bodies, the compensation of the errors of the MTU and its components (standard meters, MSVTs, ICTs);
- Execution of test programs:
 - the program shall allow automatic or step-by-step execution of test programs;
 - it shall control, display and log the test parameters, such as connection mode, voltages, currents, frequency, phase angles, power factor, power, energy;
 - the program shall be able to send defined data and commands to the meter, as well as to receive and safely store data from the meter using the communication protocol and security features specified;
 - it shall also allow to give instructions to the operator and accept commands and parameters from duly authorized operators at specified points during the execution of the program;
 - the program shall monitor the operation of the MTU during execution of the program and if parameters are outside acceptable limits, give a warning sign or alarm and/or abort the program as appropriate;
 - the program shall provide information on its status, for example "Initialisation", "Measurement running", "Waiting for input from operator", "Aborted", "Finished", etc.
- Evaluation, presentation and archiving results: the program shall automatically calculate the errors; evaluate the results of the tests for each test points, for each meter position, and for defined meter lots. It shall display and print the results and store them safely and with proper identifiers for further processing.

Some of these aspects are further explained and detailed in the following subclauses.

13.5 Control and supervision of the MTU by the software

The software shall perform hardware supervision. Any malfunctions and faults of hardware components shall be detected in order to prevent incorrect meter calibrations or test results.

All data received from the measuring hardware shall be checked for plausibility and consistency. A warning or hint message shall be given to the operator in case of implausible or inconsistent results.

If some measurements cannot be completed, this shall not lead to program interruptions or malfunctions as far as this is feasible. Incomplete measurements shall not be evaluated, or if they are evaluated, then they shall be marked unambiguously. They shall not affect the presentation and storage of the results of other measurements, or if those measurements are affected in any way, they shall be marked unambiguously.

13.6 Creation, protection and storage of test programs

All test programs and parameter sets used for legal metrology purposes shall be easily understandable, properly documented, identifiable, adequately protected against inadmissible changes and safely stored on suitable storage media (paper or electronic data storage devices). Any changes shall be properly documented and, when necessary, approved by the responsible authority. The documentation shall include data such as name of the operator, time and date, reason for and list of changes, version, etc.

Parameter sets used for legally relevant purposes shall be stored with or unambiguously linked to the test protocols and may not be changed afterwards.

NOTE These requirements are verifiable by the local certification bodies and depend on the code of practice.

13.7 Protection and storage of test results and test protocols

Measured values, test results and related parameters shall be printed or stored as needed in suitable formats. It shall be always possible to correlate the test results to the test program generating those results and its parameters such as test sequence, test points, operator inputs, meter constants, error limits, pass/fail criteria, etc.

The test protocols shall be stored for each batch tested. They shall be easily identifiable, they shall be protected against any changes and it shall not be possible to erase them without prior approval by the responsible authority.

NOTE These requirements are verifiable by the local certification bodies and depend on the code of practice.

13.8 Documentation of the software

The software of the MTU shall be properly documented and accompanied with operating instructions delivered on a suitable storage media (paper or digital data storage devices). Software documentation shall be written in clear and unequivocal terms and in consistent form.

The software documentation shall at least include:

- the program name;
- the software version, release and operating system;
- the author of the program;
- contact details of the organization / person providing support;
- explanation of all functions and operator commands;
- description of test sequences;
- description of parameter tables;
- description of all calculation formulae used for calculating the results;
- list of error messages, diagnostic information and hints for troubleshooting;
- description of all display screens, printout and storage formats.

13.9 Software logs

The user shall maintain a logbook.

When the software is installed on a given hardware and under a given operating system, or when any changes are made, the following information shall be logged:

- date and time of installation or modification;
- name of operator having installed or modified the software;
- program name and version;

- identifiers of the relevant elements of the hardware controlled by the software;
- list of changes;
- documentation of how the changes influence the results;
- date and time of authorizing the use of the software by the responsible authority.

It shall be possible to prevent the use of the software or any modifications for legally relevant purposes until its use has been authorized by the responsible authority.

NOTE These requirements are verifiable by the local certification bodies and depend on the code of practice.

14 Accuracy requirements and tests

14.1 General

This Clause 14 specifies the overall accuracy requirements for the MTU, describes the various tests to be performed, the test points, test methods and the evaluation of the results.

NOTE Error definitions and error determination are given in Annex D.

14.2 Test methods for determination of the MTU accuracy

The determination of the overall error of a MTU shall be made according to either of the following methods:

Method 1 Comparison is done by comparing the energy delivered and indicated by the MTU working standard meter with the energy indicated by the reference standard meter according to the methods in 5.2 and 5.3 or comparable methods.

Method 2 The energy comparison can be done by comparing the number of pulses from a test output of the MTU working standard against the number of pulses from the test output of the reference standard meter according to the method in 5.4.

To measure the overall error of the MTU, the following conditions shall be fulfilled.

- a) Voltage terminals and current terminals of the reference standard meter shall be connected to the output terminals at one preferred location of the MTU where there is no DUT ;
- b) the MTU shall operate under reference conditions performing an accuracy test on a DUT. The reference standard meter shall be connected at the preferred output terminals of the meter test rack as the DUT. The determined errors are errors of the MTU;
- c) the MTU and the reference standard meter shall reach thermal stability;
- d) the recommended accuracy class of the reference standard meter used for testing of overall accuracy of the MTU is given in Table 17. If the calibration error of the reference standard meter is known, a required error correction can be applied;
- e) the tests are performed under reference conditions given in Table B.1;
- f) the MTU should have suitable hardware and software provisions to determine the overall error of the MTU. Error results should be stored for corrections of the error of the standard meter.

14.4 Accuracy requirements

14.4.1 Limits of maximum permissible error

The overall error of MTUs shall include the expanded measurement uncertainty $U (\delta W_{\text{MTU}} \pm U$, according to Annex D) and should not exceed the limits defined in Table 19 for corresponding accuracy class of DUTs. These limits are not applicable when isolating current transformers are used for testing several direct connected meters with permanently closed links between voltage and current. If ICTs are used these values are expanded by the error of the ICTs. Table G.2 in Annex G specifies the overall error of the MTU for the different current ranges while using ICTs.

Table 19 – Limits of maximum permissible error (δW_{max}) of the complete MTU related to DUT

	DUT (electricity meter)						
DUT accuracy class ¹⁾	0,2 / 0,2 S		0,5 / 0,5 S		1	2	3
DUT accuracy class index ²⁾	—		C		B	A	—
	Working standard						
Recommended accuracy class of MTU working standard	0,02		0,05		0,1		
	Maximum permissible error of MTU						
Power factor	1	0,5 inductive / 0,5 capacitive	1	0,5 inductive / 0,5 capacitive	1	0,5 inductive / 0,5 capacitive	
$\delta W_{\max}$ in % (1 mA ... < 10 mA)	±0,12	-	±0,3	-	±0,6	-	
$\delta W_{\max}$ in % (10 mA... < 50 mA)	±0,06	±0,12	±0,15	±0,3	±0,3	±0,6	
$\delta W_{\max}$ in % (50 mA ... 120 A)	±0,03	±0,06	±0,075	±0,15	±0,15	±0,3	
¹⁾ Accuracy class of DUT according to the IEC 62053 series.							
²⁾ Accuracy class index of DUT according to the EN 50470 series (meters for active energy only).							
The standard voltage range for $\delta W_{\max}$ shall be 30 V to 300 V.							
For active power measurements $\delta W_{\max}$ is determined for $\cos \varphi = 1$ and 0,5. For reactive power measurements the maximum permissible limits belong to $\delta W_{\max}$ at $\sin \varphi = 1$ and 0,5.							

If a single measurement exceeds the maximum permissible limits two additional measurements at this particular test point shall be taken. The results of the additional measurements should be within the permissible limits of δW_{max} .

The MTU can be used at least for meters of the relevant class (type test, routine test or acceptance test) according to Table 19, if the results of all test points are within the limits of the permissible errors for the DUT accuracy class. If the results of single test points are not within the limits, the use of this MTU shall be restricted excluding the test points. Such restriction shall be indicated on the MTU and in the test protocols.

14.4.2 Correction of the error δW of the MTU

If the error δW_{max} of the MTU in service is out of the limits of the maximum permissible error but less than twice the relevant values of Table 19 a correction for the error of the MTU shall be applied to the results of the tests on the DUT. In these cases, an effort should be made to reduce the error of the MTU in order to bring it within the permissible limits. How this is done shall be documented.

Table 20 – Limits of permissible values of standard deviation of MTU

14.5 Check of measurement results of the MTU

14.5.1 Basic measurements of the MTU

The basic measurements according to Table 18 include the most important measurements and shall be performed on newly manufactured MTUs put into service. An evaluation has also to be made:

- a) when a relevant component of an MTU has been repaired or replaced;
- b) if a doubt about the use of the MTU exists or in case results of a control measurement gives rise to doubt.

14.5.2 Maintenance measurement of the MTU

The time interval of maintenance measurements shall be adapted to the use of the equipment and has to be determined by the detected drift of the measurement results, e.g. the measurements according to Table 18.

NOTE All newly installed MTUs can be calibrated monthly and the period can be expanded to 3 months after e.g. 6 months in use and supplies stable values inside the limits given in Table 19 and Table 20. National regulations can also determine procedures.

14.6 Tests and testing procedures

14.6.1 Type tests

Generally, it is difficult to perform a type test on a complete MTU. Therefore, major components shall be individually or separately subjected to a type test. These major components shall include:

- source and its parts such as voltage, current amplifier, controller and generators;
- standard meter;
- MSVT and ICTs;
- error calculation system;
- scanning head.

The requirements are given in Clause 11, 12.2 and 12.3.

14.6.2 Routine tests

14.6.2.1 General

A routine test is made on each individual component of the MTU during or after manufacturing to check if it complies with the requirements of the standard concerned or the criteria specified.

The following routine tests shall be performed on each meter test unit or on the integrated components respectively (such as source, standard meter, generator, etc.).

14.6.2.2 Visual inspection

Visual inspection shall be performed on the MTU to ensure the:

- mechanical aspect;
- wiring and connection;
- terminals and marking as defined in this document.

14.6.2.3 AC voltage test

The AC voltage tests shall be performed on each MTU as defined in 10.2.4.

14.6.2.4 Inspection of devices for visualisation of hazards

The operation of devices for indication of hazards or protective switches – such as visible warnings and alarms, emergency switches – shall be inspected. The operation of alarms shall be tested by invoking various failures like:

- short circuits;
- overloads;
- etc.

14.6.2.5 Accuracy of working standard

The working standard used in the MTU shall be regularly calibrated against a traceable standard of higher accuracy. Traceability relations are the subject of internationally interconnected national institutes for comparison of their accuracy levels. Traceable standards have exact calibration results in respect to this intercomparison chain. The error of the working standard shall be within the limits specified in Table 15.

14.6.2.6 Electrical and functional tests

The following tests shall be performed on each MTU:

- functionality of emergency switch, mains power switch, other control circuit, of each hardware and software control elements;
- testing of the protection system and fault indication by short and open circuits;
- phase sequence control of the labelled test outputs, e.g. L1, L2, L3;
- symmetry of the output voltage and current at full load and no load, at preferred DUT locations;
- waveform distortion measurement: Measurements shall be made in each current and voltage circuit at no load and full load (see Table 3);
- generation of test signals: It shall be verified that the test signals necessary for testing the DUTs with harmonics can be generated as specified by the manufacturer and according to Table 6 (see Annex C).

No load for the MTU means that the voltage terminals are open and the current terminals are short circuited and the MTU is switched on for its minimum and/or maximum test value.

Full load for the MTU means that both the voltage and the current circuits are loaded with the highest load specified for the voltage and current sources.

14.6.2.7 Basic measurement of complete MTU

Basic measurements as defined in Table 18 shall be carried out on newly manufactured MTUs. The maximum permissible error should not exceed the relative error limits defined in Table 19 for the given class accuracy of DUT and for which MTU is going to be used.

The test points for newly manufactured MTUs can be reduced to exemplary tests. The working standard shall be supplied with a calibration certificate which covers all points.

14.6.2.8 Software function test

All general tests to ensure the proper functioning of software as described in 13.4 shall be carried out once for the given version number.

Specific tests requested by the purchaser shall be carried out according to the specification of the purchaser.

14.6.3 Acceptance test

Acceptance tests are contractual tests proving that the MTU meets the specification. This shall be mutually agreed between the purchaser and the manufacturer.

14.6.4 Commissioning test

Commissioning tests are contractual tests proving that the MTU meets the specification. This shall be mutually agreed between the purchaser and the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023

Annex A (informative)

Symbols according to IEC 60417

Table A.1 – Symbols which may be used on metering equipment

Number	Symbol	Reference	Description
1		IEC 60417-5031:2002-10	Direct current
2		IEC 60417-5032:2002-10	Alternating current
3		IEC 60417-5033:2002-10	Both direct and alternating current
4a		IEC 60417-5032-1:2002-10	Three-phase alternating current
4b		IEC 60417-5032-2:2002-10	Three-phase alternating current with neutral conductor
5a		IEC 60417-5017:2006-08	Earth; ground
5b		IEC 60417-5018:2011-07	Functional earthing; functional grounding (US) ^b
6		IEC 60417-5019:2006-08	Protective earth; protective ground
7		IEC 60417-5020:2002-10	Frame or chassis
8			Not used
9			Not used
10			Not used
11		IEC 60417-5172:2003-02	Protective class II equipment
12		IEC 60417-5036:2002-10	Dangerous voltage
13			Not used
14		ISO 7000-0434B:2004-01	Caution ^a

^a The use of symbol number 14 requires manufacturers to state that documentation shall be consulted in all cases where this symbol is marked.

^b There may be national differences concerning the use of this symbol.

Annex B (normative)

Reference conditions

Table B.1 – Reference conditions

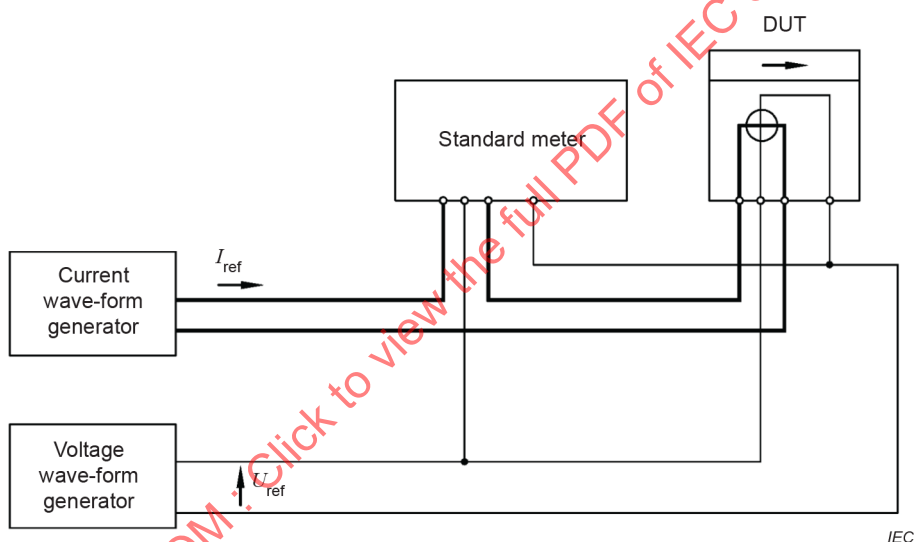
Influence quantity	Reference value	Permissible tolerance
Ambient temperature	Reference temperature or in its absence, 23 °C	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
Voltage unbalance	All phases connected	-
Waveform	Mains voltage	in accordance with EN 50160
Continuous magnetic induction of external origin	Equal to zero	-
Magnetic induction of external origin at the reference frequency	Magnetic induction equal to zero	$< 0,05 \text{ mT}$
Electromagnetic RF fields, 30 kHz to 6 GHz	Equal to zero	$< 1 \text{ V/m}$
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields, 150 kHz to 80 MHz	Equal to zero	$< 1 \text{ V}$
Differential conducted current disturbances in the frequency range of 2 kHz to 150 kHz	Equal to zero	$< 0,1 \text{ A}$
DC voltage and current ripple	Equal to zero	$\pm 1,0 \%$
Earth resistance	Equal to zero	$< 2 \Omega$
If the tests are made at ambient temperatures other than the reference temperature, including permissible tolerances, the results shall be corrected by applying the appropriate temperature coefficient of the reference meter.		

Test circuits and test signals for testing in the presence of harmonics

The test setup is for informative use and is used for the connection of DUTs and standard meters generally. The verification of the working standard (DUT) has to be done with the reference standard meter.

NOTE The values given in Figure C.2, Figure C.3, Figure C.4 and Figure C.5 were given as an example for 50 Hz only. For different frequencies the values have to be adapted accordingly.

The test layout of the harmonics test circuit is shown in Figure C.1.



The standard meter shall measure the total active energy (fundamental and harmonics). For reactive energy measurements the standard meter shall measure the fundamental only.

Figure C.1 – Test circuit diagram (informative)

The wave form of the phase fired test values is shown in Figure C.2.

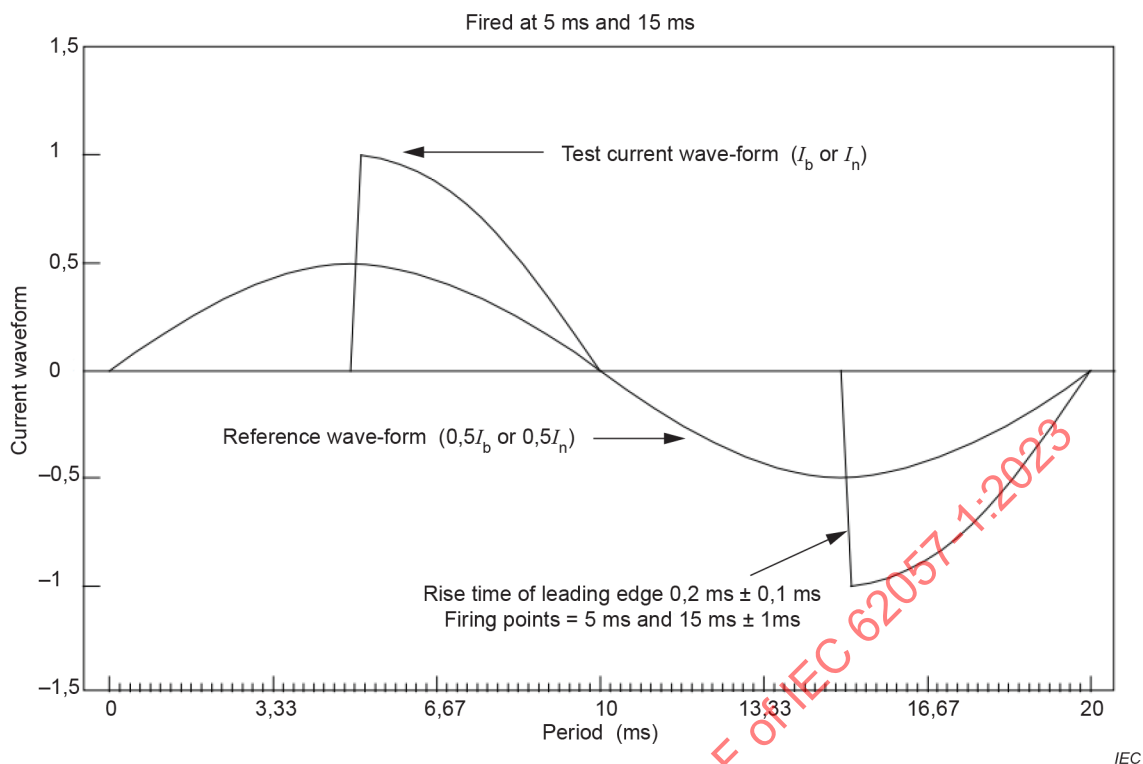


Figure C.2 – Phase fired waveform

The harmonic content of the phase fired test values is shown in Figure C.3.

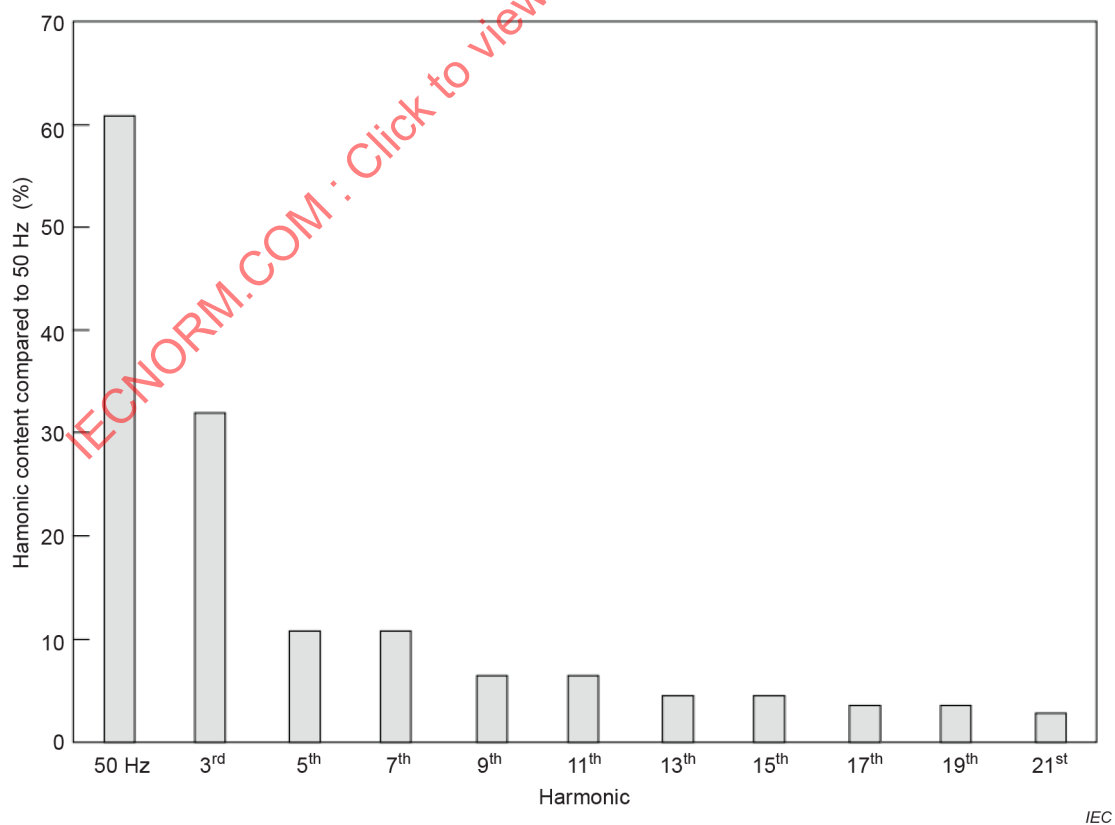


Figure C.3 – Informative distribution of harmonic content of phase fired waveform (the Fourier analysis is not complete)

C.3 Burst control (sub-harmonics)

Test circuit diagram, see Figure C.1.

The wave form of the burst-fired test values is shown in Figure C.4.

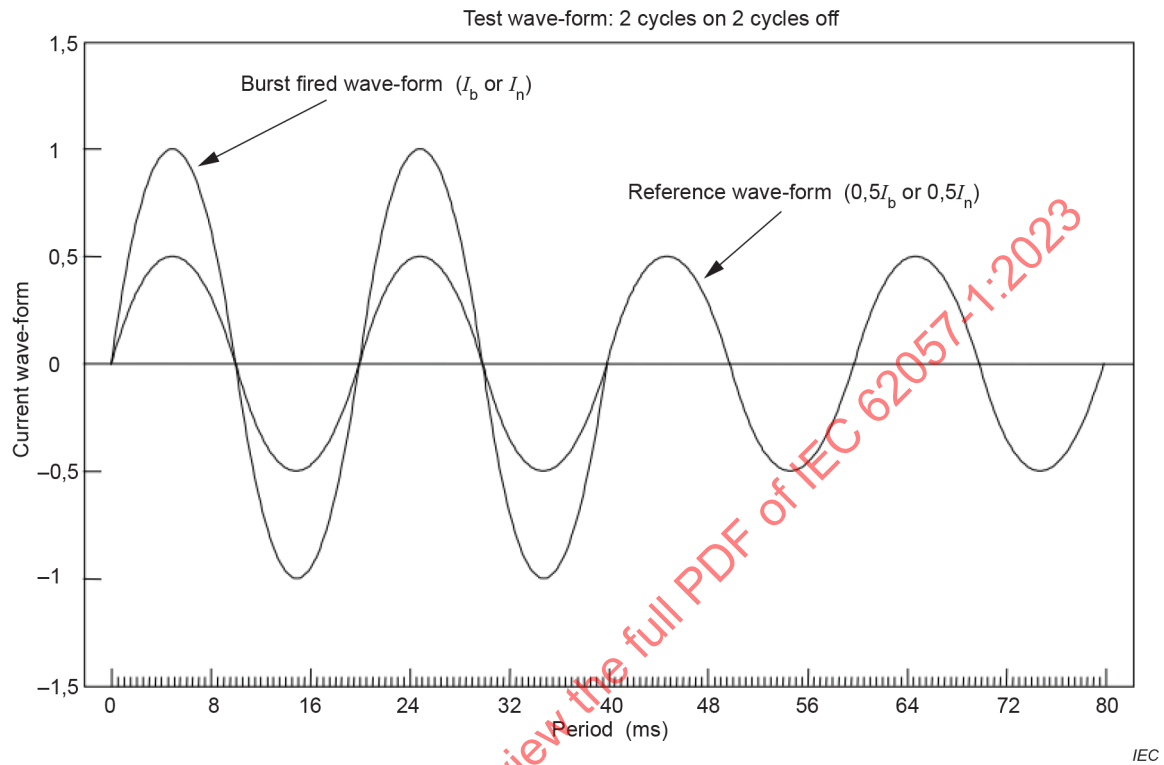


Figure C.4 – Burst fired waveform

The harmonic content of the burst-fired test values is shown in Figure C.5.

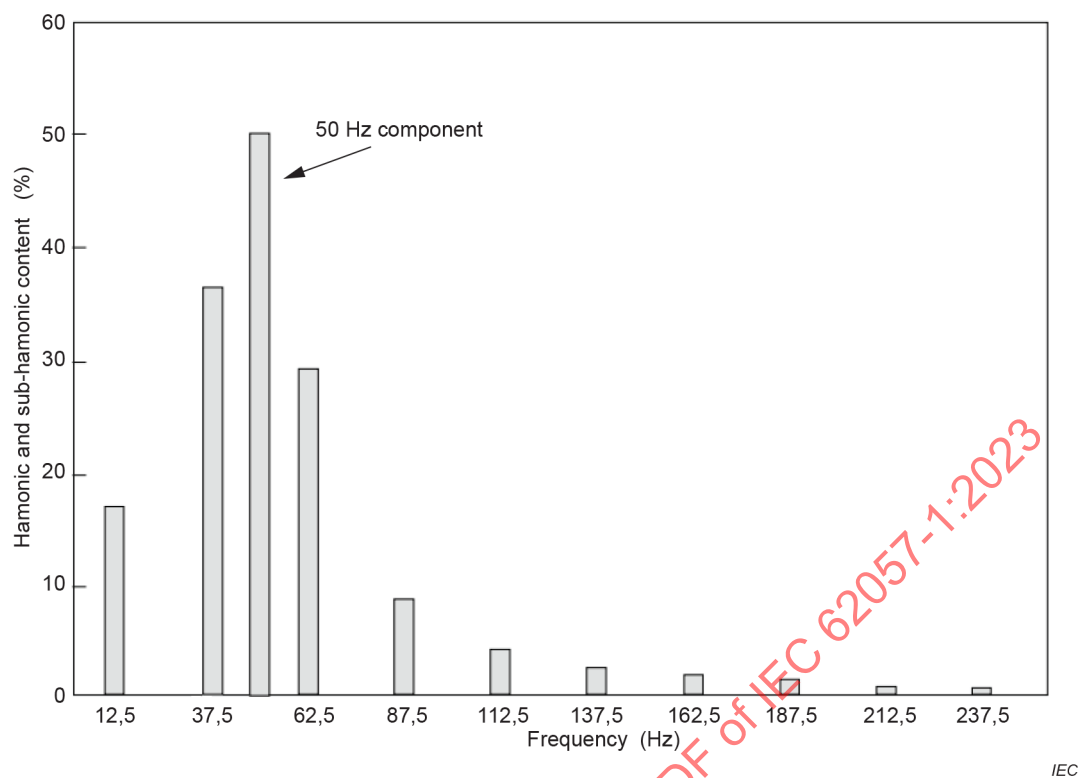


Figure C.5 – Informative distribution of harmonics (the Fourier analysis is not complete)

Annex D (informative)

Calculation of errors and the associated expanded measurement uncertainty

D.1 General

To calculate the overall uncertainty of the MTU, several influence quantities have to be considered. It is fundamental how all these quantities are assembled to calculate the overall uncertainty of the whole system. The following should give examples to guide operators of the MTUs during their process of calculating individual uncertainties budgets for process documentations. The information below is split into a fundamental mathematical introduction and into a list of examples.

Note Additional information can be found in the JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.

D.2 Degrees of freedom and sensitivity coefficient

Sensitivity coefficient:

The sensitivity coefficient in Formula (D.1) describes how much the estimate of the result quantity is influenced by modifications of the estimate of the input quantity. The estimate is the partial derivation of the model function f according to the input quantity X_i in the examples given in [JCGM 100].

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial X_i} \quad (\text{D.1})$$

Effective degrees of freedom:

If the standard measurement uncertainty has been determined according to method A, the following in Formula (D.2) is valid for the degrees of freedom [JCGM 100]:

$$V_i = n - 1 \quad (\text{D.2})$$

where

V_i are the degrees of freedom;

n is the number of independent measurement observations.

If the measurement uncertainty is determined by method B, a lower and upper limit a_- and a_+ for a quantity is specified. These limits are usually selected in such a way that there is a small probability of the corresponding quantity being outside these limits. Under this assumption, the following Formula (D.3) is valid for the degrees of freedom [JCGM 100]:

$$V_i \rightarrow \infty \quad (\text{D.3})$$

The effective degrees of freedom V_{eff} which belong to the calculated standard uncertainty can be estimated with the following Formula (D.4) of Welch-Satterthwaite [JCGM 100]:

$$V_{\text{eff}} = \frac{u^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{V_i}} \quad (\text{D.4})$$

where

u in the numerator is the uncertainty of the DUT;

u_i are the uncertainties of the different input quantities; and

V_i the corresponding degrees of freedom.

The determination of the coverage factor k which corresponds to a defined covering probability requires the determination of the effective degrees of freedom. Table D.1 is based on a t-distribution which has been determined for a covering probability of 95,45 %.

Table D.1 – Coverage factors k for different effective degrees of freedom V_{eff}

V_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50	∞
k	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,43	2,37	2,28	2,13	2,05	2,00

D.3 Method for the determination of the standard measurement uncertainty

D.3.1 Type A

The determination of the standard measurement uncertainty according to Type A is used if for one of the input quantities n independent observations were carried out under the same measurement conditions.

If the measuring procedure has a sufficient resolution, the values show an observable scattering.

The estimated value of the measuring quantity X is the mean value which is determined from n statistically independent observations ($n \geq 10$) [JCGM 100]. This is shown in Formula (D.5).

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{D.5})$$

The standard measurement uncertainty to be associated to the measurement is the experimental standard deviation $s(X_n)$ of the n observations shown in Formula (D.6).

$$s(X_n) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} \quad (\text{D.6})$$

An estimate of standard measurement uncertainty u is the experimental standard deviation of the mean shown in Formula (D.7).

$$u = \frac{s(X_n)}{\sqrt{n}} \quad (\text{D.7})$$

D.3.2 Type B

When determining the standard measurement uncertainty according to type B, the measurement uncertainty which is to be associated to the estimated value of the input quantities X is determined according to a method which does not consist in the statistical analysis of a series of observations. The standard measurement uncertainty is thereby gained by a metrological founded assessment of the variability of the input quantity X , on the basis of the available information. Values belonging to this category are:

- values from earlier measurements;
- experience or general knowledge with regard to the behaviour and the properties of the materials or equipment used;
- specification of the manufacturer;
- values given in calibration certificates or other attestations;
- measurement uncertainties which are associated to reference values from manuals.

Examples:

a) Specifications from the calibration certificate:

The uncertainty stated is the expanded uncertainty (U) of measurement, obtained by multiplying the standard uncertainty (u) by the coverage factor $k = 2$. Normally, the value of the measurand X lies within the assigned interval of values with a probability of approx. 95 %. For the measured quantity (result), the following applies: result = $X \pm U$;

b) Indications on the specification with the limiting value a of the manufacturer:

A probability distribution with constant probability density between the limiting values (rectangular probability density) is to be expected for the indeterminacy of the measured value.

The standard measurement uncertainty is shown in Formula (D.8) [JCGM 100]:

$$u = \sqrt{\frac{(a_+ - a_-)^2}{12}} \quad (\text{D.8})$$

if the difference between the limit values is referred to as $2a$, it follows Formula (D.9) [JCGM 100]:

$$u = \sqrt{\frac{a^2}{3}} \quad (\text{D.9})$$

D.4 Examples for the calculation of the measurement uncertainty

D.4.1 Measuring principle

At a meter test unit, the DUT and the standard meter of the MTU are supplied simultaneously with the same test quantities by the meter test unit (MTU). The test quantities like voltage, current and phase angle are detected by the standard meter and the DUT, and both emit a series of pulses proportional to the power by the particular optical or electrical pulse output.

For one measuring cycle a number of pulses of the standard meter is pre-selected.

The measuring cycle starts with the rising edge of the first test pulse emitted by the DUT and ends with the rising edge of the last pre-selected pulse of the standard meter.

During this time the pulses of the standard meter (N_{st}) and the pulses of the DUT (N_{dut}) are cumulated in the pulse counter. The relative error of the DUT is determined by Formula (D.13) or Formula (D.14) derived from Formulas (D.10), (D.11) and (D.12).

D.4.2 Model equation

Figure D.1 shows the measuring setup of the standard meter and a DUT.

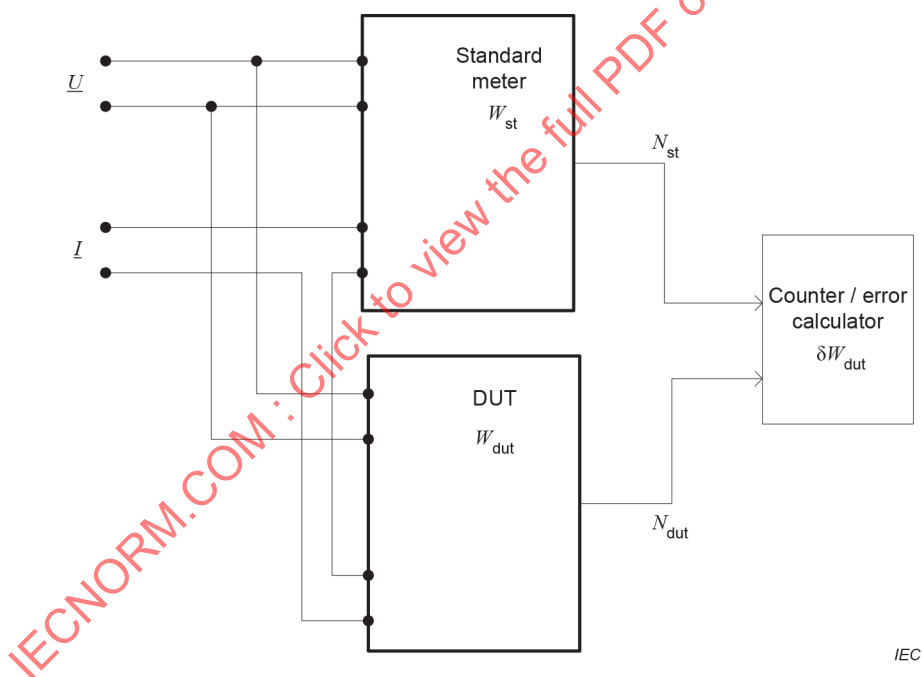


Figure D.1 – Measuring setup of the meter test arrangement

Determined in the measuring setup is:

$$W_{dut} = \frac{N_{dut}}{c_{dut}} \quad (D.10)$$

$$W_{st} = \frac{N_{st}}{c_{st}} \quad (D.11)$$

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{W_{\text{dut}} - W_{\text{st}}}{W_{\text{st}}} = \frac{\frac{N_{\text{dut}}}{c_{\text{dut}}} - \frac{N_{\text{st}}}{c_{\text{st}}}}{\frac{N_{\text{st}}}{c_{\text{st}}}} \quad (\text{D.12})$$

It follows Formula (D.13):

$$\delta W_{\text{dut}} = \left(\frac{N_{\text{dut}}}{c_{\text{dut}}} \cdot \frac{c_{\text{st}}}{N_{\text{st}}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (\text{D.13})$$

And if the calibration error of the working standard in Figure D.1 is considered, it follows the approximation Formula (D.14):

$$\delta W_{\text{dut}} = \left(\frac{N_{\text{dut}}}{c_{\text{dut}}} \cdot \frac{c_{\text{st}}}{N_{\text{st}}} \cdot (1 + \delta W_{\text{st}}) - 1 \right) \cdot 100\% \quad (\text{D.14})$$

where:

- W_{dut} is the displayed energy of the DUT;
- W_{st} is the displayed energy of the working standard;
- δW_{dut} is the relative error of the DUT ($\Delta W_{\text{dut}} / W_{\text{st}}$);
- c_{dut} is the meter constant of the DUT;
- c_{st} is the meter constant of the working standard;
- N_{dut} are the number of pulses of the DUT;
- N_{st} are the number of pulses of the working standard;
- δW_{st} is the relative error of the working standard related to the measured energy, known from its calibration certificate.

D.4.3 Measurement uncertainty budget considering the specification for the working standard

The following Example 1 considers the standard meter and the DUT readings to determine the uncertainty budget.

EXAMPLE 1:

Model formula: Formula (D.13), list of quantities; see Table D.2.

Table D.2 – List 1 of quantities

Quantity	Unit	Definition
δW_{dut}	%	Relative error of the DUT
N_{dut}		Number of pulses of the DUT
C_{st}	1/kWh	Meter constant of the standard meter
C_{dut}	1/kWh	Meter constant of the DUT
N_{st}		Number of pulses of the standard meter

N_{dut} with:

- Type A; Observation method: reading; Number of observations: 10, see Table D.3.

Table D.3 – Readings 1 of the DUT

No.	Observation of DUT
1	10 009
2	10 011
3	10 012
4	10 010
5	10 009
6	10 010
7	10 013
8	10 008
9	10 015
10	10 005

- Mean value: 10 010,2; see Formula (D.5)
- Standard deviation of the individual observations: 2,78; see Formula (D.6)
- Standard deviation of the mean value: 0,879; see Formula (D.7)
- Degrees of freedom: 9; see Formula (D.2)

c_{st} with:

- Type B, rectangular distribution of standard deviation (by experience);
- Constant value: 10 000 /kWh;
- Halfwidth of the limits: 2 /kWh; corresponds to the calibration of $\pm 0,02$ %.
- Standard deviation: 1,15; see Formula (D.9)
- Degrees of freedom: ∞ ; see Formula (D.3)

c_{dut} with:

- Constant value: 10 000 imp/kWh; manufacturer's specification.

N_{st} with:

- Type A, Observation method: reading; Number of observations: 10, see Table D.4.

Table D.4 – Reading 1 of the standard meter

No.	Observation of standard meter
1	10 000
2	10 000
3	10 000
4	10 000
5	10 000
6	10 000
7	10 000
8	10 000
9	10 000
10	10 000

- Mean value: 10 000,0; see Formula (D.5)
- Standard deviation of the individual observation: 0,0; see Formula (D.6)
- Standard deviation of the mean: 0,0; see Formula (D.7)
- Degrees of freedom: 9; see Formula (D.2)

The uncertainty budget is given in Table D.5.

Table D.5 – Measurement uncertainty budget 1

Quantity	Mean value	Standard measurement uncertainty (u)	Degrees of freedom (V_{eff})	Sensitivity coefficient (c_i)	Uncertainty contribution $u_i = c_i \cdot u$	Uncertainty index
N_{dut}	10 010,20	0,879	9	0,010 %	0,008 8 %	36,7 %
c_{st}	10 000,00 × 1/kWh	1,15 /kWh	∞	0,010 %	0,011 5 %	63,3 %
c_{dut}	10 000,0 × 1/kWh					
N_{st}	10 000,0	0,0	9	0,0	0,0	0,0
δW_{dut}	0,102 %	0,014 5 %	66			

The uncertainty index presents the percentage content of the uncertainty contribution per quantity in the total uncertainty contribution result. The total uncertainty contribution is the sum of all squared contributions.

Result for δW_{dut} :

- Mean value: 0,001 02 (corresponds to 0,102 %);
- Degrees of freedom $V_{\text{eff}} = 66$ is calculated with Formula (D.4) considering the relative standard uncertainties.

Total expanded measurement uncertainty U : 0,000 29 (corresponds to 0,029 %) and is calculated with Formula (D.15)

$$U = 2 \cdot \sqrt{u_{N_{\text{dut}}}^2 + u_{c_{\text{st}}}^2} \quad (\text{D.15})$$

- Coverage factor: 2,0 at coverage probability of 95 %.

D.4.4 Measurement uncertainty budget considering the error of the working standard

The following Example 2 considers the standard meter and the DUT readings and the calibration results of the standard meter to determine the uncertainty budget.

EXAMPLE 2:

Model formula: Formula (D.14), list of quantities; see Table D.6.

Table D.6 – List 2 of quantities

Quantity	Unit	Definition
δW_{dut}	%	Relative error of the DUT
N_{dut}		Number of pulses of the DUT
c_{st}	1/kWh	Meter constant of the standard meter
δW_{st}	%	Relative error of the standard meter; value from the calibration certificate
c_{dut}	imp/kWh	Meter constant of the DUT
N_{st}		Number of pulses of the standard meter

N_{dut} with:

- Type A, Observation method: reading, Number of observations: 10, see Table D.7.

Table D.7 – Readings 2 of the DUT

No.	Observation of DUT
1	10 009
2	10 011
3	10 012
4	10 010
5	10 009
6	10 010
7	10 013
8	10 008
9	10 015
10	10 005

- Mean value: 10 010,2; see Formula (D.5)
- Standard deviation of the individual observation: 2,78; see Formula (D.6)
- Standard deviation of the mean: 0,879; see Formula (D.7)
- Degrees of freedom: 9; see Formula (D.8)

c_{st} with:

- Constant value
- Standard meter constant: 10 000 /kWh; manufacturer's specification

δW_{st} :

- These values have been taken from the calibration certificate of the working standard
- Type B standard distribution
- Value: –0,000 1; corresponds to the calibration error limits of –0,01 %.
- Relative expanded measurement uncertainty: 0,000 06
- Coverage factor: 2
- Degrees of freedom 50, (common number of observations)

c_{dut} :

- Constant value
- DUT meter constant: 10 000 /kWh

N_{st} :

- Type A; Observation method: reading; Number of observations: 10, see Table D.8.

Table D.8 – Reading 2 of the standard meter

No.	Observation of standard meter
1	10 000
2	10 000
3	10 000
4	10 000
5	10 000
6	10 000
7	10 000
8	10 000
9	10 000
10	10 000

- Mean value: 10 000,0;
- Standard deviation of the individual observations: 0,0;
- Standard deviation of the mean: 0,0;
- Degrees of freedom: 9.

The results are given in Table D.9.

Table D.9 – Measurement uncertainty budget 2

Quantity (X_i)	Mean Value	Standard measurement uncertainty (u)	Degrees of freedom (V_{eff})	Sensitivity coefficient (c_i)	Uncertainty contribution $u_i = c_i \cdot u$	Uncertainty index
N_{dut}	10 010,20	0,879	9	0,010 %	0,008 8 %	89,6 %
c_{st}	10 000,0 × 1/kWh					
δW_{st}	–100,0 × 10 ^{–6}	30,0 × 10 ^{–6}	50	–100 %	–0,003 0 %	10,4 %
c_{dut}	10 000,0 × 1/kWh					
N_{st}	10 000,0	0,0	9	0,010 %	0,0	0,0
δW_{dut}	0,092 0 %	0,009 2 %	11			

Result:

δW_{dut}

- Value: 0,000 92 (correspond to 0,092 %);
- Degrees of freedom $V_{\text{eff}} = 11$ is calculated with Formula (D.4) considering the relative standard uncertainties
- Expanded measurement uncertainty U : 2,13 (belongs to ±0,021 %) and is calculated with Formula (D.16):

$$U = 2,3 \sqrt{u_{N_{\text{dut}}}^2 + u_{\delta W_{\text{st}}}^2} \quad (\text{D.16})$$

- Coverage factor: 2,3 at coverage probability of 95 %. The factor is the associated approximate value for V_{eff} from Table D.1

D.5 Indication of the measurement uncertainty

In the calibration certificate of the MTU about the uncertainty budget, the complete measuring result – composed of the estimated value δP_{dut} of the measured quantity and the associated expanded measurement uncertainty U – is to be indicated in the form: $\delta P_{\text{dut}} \pm U$. This indication shall be completed by a note which should generally have the following content:

The expanded measurement uncertainty stated is the product of the standard measurement uncertainty and the coverage factor $k = 2$. In the case of a normal distribution, it corresponds to a coverage probability of approximately 95 %.

Annex E (informative)

Guidelines for overall laboratory setup

E.1 General

If legally relevant measurement results are stored on electronic data storage devices, the data shall be readable for at least 10 years. Explanations have to be given to the notified body.

For all meter test equipment, a software log shall be kept. Every first application of a new test software shall be documented with date, program name and version number in the logbook. Old versions of the software have to be kept also. Changes in the software shall be documented: which changes were made, the time at which the changes were made, how the change influences the measuring results and the name of the author of the change. The changes shall be released by the person responsible. The MTU may only be used again for calibration or tests or batch tests after a new acceptance by the person responsible. The logging of new release can be done electronically if a complete and understandable recording is guaranteed.

The storage duration of software releases and documents are the task of accreditation of the laboratory.

All laboratories for the testing of electrical energy meters should have appropriate facilities for carrying out the required tests in accordance with the relevant standards and the corresponding requirements for test laboratories such as specified in e.g. ISO/IEC 17025.

E.2 General conditions

The rooms for the laboratory should be:

- sufficiently large, clean dry, dust-free;
- free from vibration. The calibration area should be adequately free from vibrations generated by central air conditioning plants, vehicular traffic and other sources to ensure consistent and uniform operating conditions. Continuous vibration in the laboratory may lead to malfunctioning of the sensors. Acoustic noise level in the laboratory should be maintained to facilitate proper performance of calibration work. A threshold noise level of 60 dBA is recommended;
- sufficiently illuminated. The calibration and testing area should have adequate level of illumination. The recommended level of illumination is 450 lux to 700 lux on the working table;
- protected against solar radiation.

E.3 Quality of mains supply

The test laboratory should have necessary arrangements to maintain power supply conditions as specified in Table E.1.

Table E.1 – Mains supply quality

Quantity	Value
Voltage supply	1 phase 2 wire, 230 V or 240 V 3 phase 4 wire, 3 × 230/400 V, with a relative tolerance of ±5 %
Frequency	50 Hz ± 1 % / 60 Hz ± 1 %
Voltage distortion	< 2 %
Earth resistance	< 2 Ω
Protection	Protection against lightning, spikes, voltage surges. Individual equipment shall be protected against short circuit, earth fault and overcurrent.

E.4 Reference standard

The laboratory shall be equipped with an appropriate reference standard for determining the overall accuracy of the MTU, for control measurement and other purposes.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023

Annex F (normative)

Multi-secondary voltage transformer

F.1 General

Multi-secondary voltage transformers (MSVTs) are necessary for testing single-phase meters the current and voltage circuits of which are permanently connected together (meters with no jumper to open the link between voltage and current circuits).

F.2 Definitions

F.2.1

meter with permanently closed link

meter, in which the link between the voltage circuit and the current circuit cannot be opened for testing

Note 1 to entry: In some cases, the link may exist but it is either inaccessible or cannot be opened in order to prevent tampering. In some electronic meter designs, the voltage and current circuits cannot be separated due to technical limitations imposed by the integrated circuits used.

F.2.2

multi-secondary voltage transformer

MSVT

isolating transformer, used to provide isolation between the primary and secondary windings while maintaining the same voltage

Note 1 to entry: An MSVT has one primary winding and N or N+1 secondary windings. N is the number of meter test positions at the MTU.

F.3 Application

Meters are usually tested with the link between the voltage and current circuits opened, with the voltage circuits of the DUTs connected in parallel and with the current circuits connected in series. This method allows for the testing of multiple meters at the same time.

If the link between the voltage and current circuits cannot be opened, and the meters were connected the same way, a voltage drop would occur on the current circuit of each meter and therefore the voltage would be different on each test position.

Hence, an MSVT is required to test meters with permanently closed link. If an MSVT is installed it is part of the entire MTU. The principle of the test is illustrated in Figure F.1 and Figure F.2.

The difference between both test layouts is found in the connection method of the voltage circuit of the standard meter. Also, the uncertainty calculation for the whole measuring circuit will be different. Both layouts are suitable.

NOTE The MSVT is an optional component of each MTU. The purchaser can specifically request an MTU equipped with an MSVT, depending on the kind of meters to be tested.

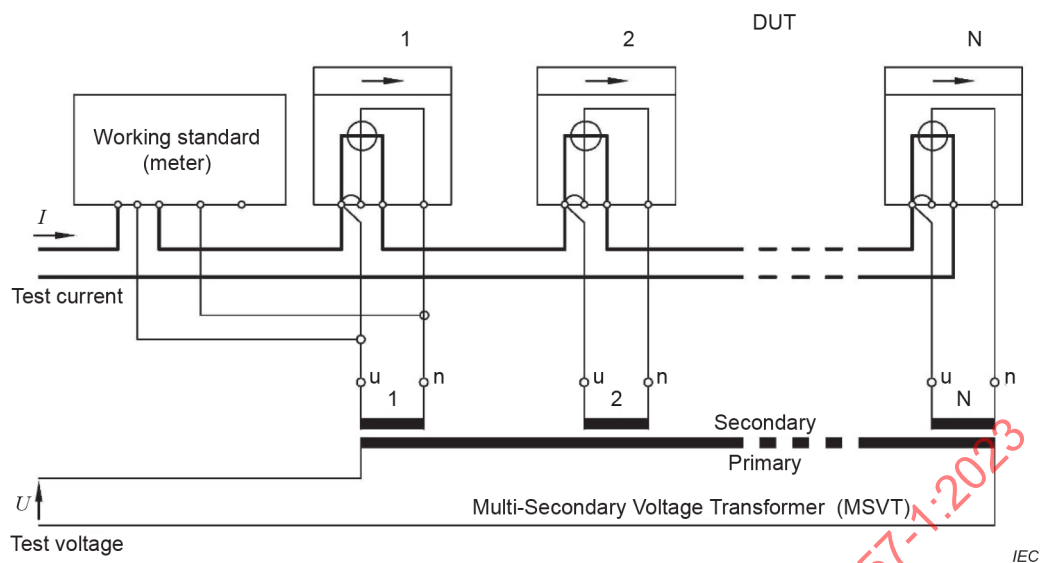


Figure F.1 – Testing of single-phase meters with closed link between the voltage and current circuits (variant 1)

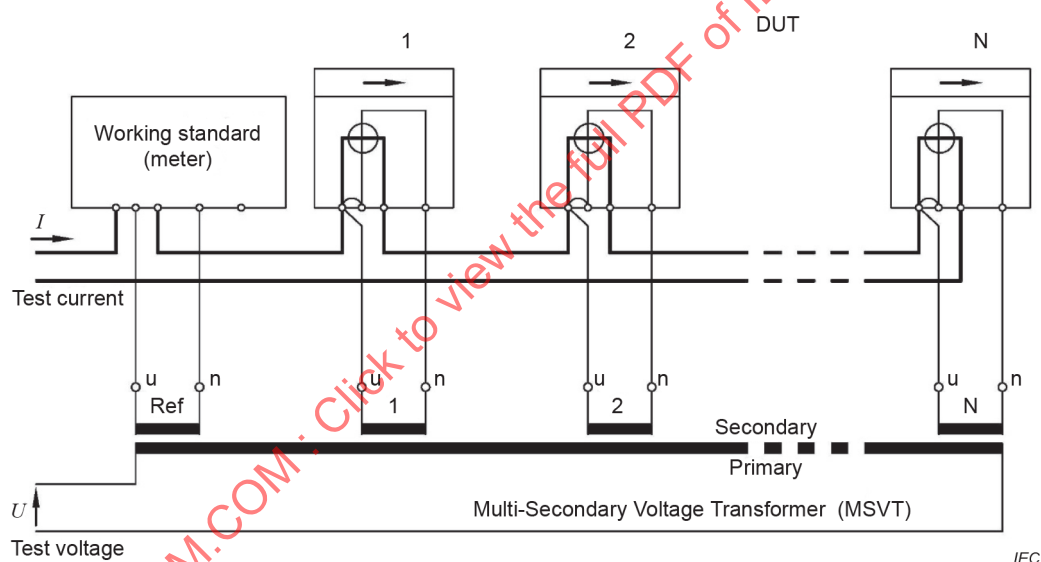


Figure F.2 – Testing of single-phase meters with closed link between the voltage and current circuits (variant 2)

F.4 Technical requirements

The MSVT shall meet the requirements specified in Table F.1.

Table F.1 – Technical requirements of MSVTs

Parameter	Requirement
Number of secondary windings	N (N = Meter test positions) Additional windings may be available for the standard meter to improve the accuracy (see Figure F.2)
Nominal value of primary voltage	220 V...240 V (other voltages may be specified)
Nominal value of secondary voltage	220 V...240 V (other voltages may be specified)
Operating voltage range	–10 % ...+ 15 %
Nominal frequency	50 Hz / 60 Hz
Operating frequency range	$f_n \pm 2 \%$
Secondary burden at each winding	0 VA to 15 VA
Error between primary to secondary winding in the whole operation range. (only required if the working standard meter is connected to the primary side of the MSVT)	$\leq \pm 0,1 \%$, $\leq \pm 2$ min
Error between each secondary winding in the whole operating range. (if the working standard meter is connected to the secondary side of the MSVT)	$\leq \pm 0,05 \%$, $\leq \pm 1$ min

F.5 Total accuracy of MTU with MSVT

The manufacturer shall provide the accuracy test results of each MSVT over the operating range.

The maximum permissible limits of error are shown in Table F.2.

Table F.2 – Maximum permissible limits of error of MTU with MSVT

Operating range		Maximum permissible limits of error of MTU in % while using MSVT	
Voltage	Current range	PF = 1	PF = 0,5
230 V $\pm$ 10 %	50 mA $\leq I \leq$ 120 A	$\delta W_{\max} + 0,07$	$\delta W_{\max} + 0,15$
The value $\delta W_{\max}$ is taken according to Table 19.			

Annex G (normative)

Isolating current transformer (ICT)

G.1 General

Isolating current transformers (ICTs) are used for testing direct connected polyphase meters with current and voltage circuits permanently closed in each phase (no means to open the link between voltage and current circuits).

G.2 Definitions

G.2.1

three-phase closed-link meter

three-phase meter in which the link between voltage and current circuit in all three phases are closed permanently or it is not possible to open them for testing

G.2.2

isolating current transformer

ICT

three-phase current transformer which has a ratio 1:1 and provides galvanic isolation in the current circuits of the MTU, between the current source and the DUT

G.3 Application

Testing of several three-phase closed-link meters requires isolation in the current circuits.

Each phase and each meter test position will require an ICT to provide the isolation. If ICTs are installed, they are part of the entire MTU. See Figure G.1 for an example.

NOTE ICTs are optional components of MTUs. This mainly depends on the design of meters to be tested and the number of meter test positions.

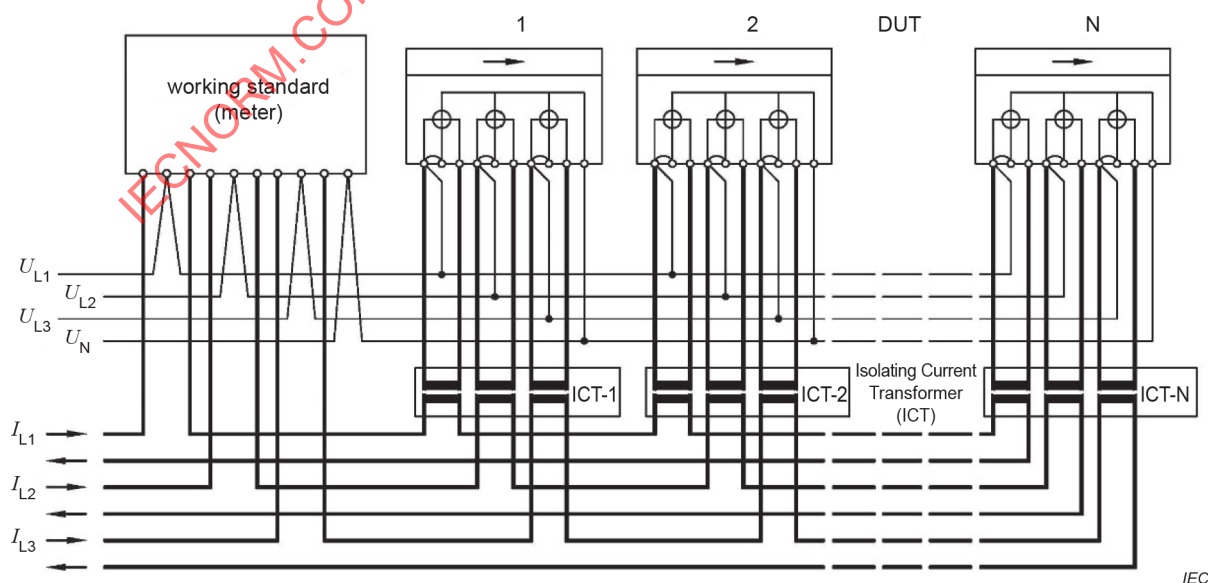


Figure G.1 – Testing of three-phase meters with closed link between the voltage and current circuits

G.4 Technical requirements

ICTs shall fulfil the following technical characteristics of Table G.1.

Table G.1 – Technical requirements of ICT

Technical parameters	Requirements		
Maximum current ($I_{\max}$)	120 A per phase		
Minimum current	10 mA per phase (optionally 1 mA)		
Ratio	1:1		
Power rating	Min. 60 VA per phase at 120 A, max. output voltage 0,5 V over the whole current range.		
	Current range	Maximum Ratio error %	Maximum Phase angle error, min
Accuracy	$1\text{ mA} \leq I < 10\text{ mA}$	1	50
	$10\text{ mA} \leq I < 25\text{ mA}$	0,5	20
	$25\text{ mA} \leq I < 150\text{ mA}$	0,2	10
	$150\text{ mA} \leq I \leq 120\text{ A}$	0,05	3
Power supply of the ICT for compensation purpose	Shall be decided by the manufacturer		
Attention shall be paid to the sufficiency of maximum VA power rating of amplifier, maximum number of ICTs in each current circuit and required test current.			

The manufacturer and the purchaser may agree on the suitable requirements.

G.5 Wiring and terminals

The ICT wiring and terminals shall meet the following requirements unless otherwise agreed by the purchaser and the manufacturer:

- the ICT secondary cable should have an appropriate length and size to keep the burden low;
- the ICT terminals in the MTU shall be marked in each phase, identifying the inputs and the outputs.

G.6 Total accuracy of MTU with ICT

The overall error of the MTU while using ICT should not exceed the values specified in Table G.2.

Table G.2 – Maximum permissible limits of error of MTU with ICTs

Test point		Maximum permissible limits of error of MTU in % while using ICTs	
Voltage V	Current range	PF = 1	PF = 0,5
230	$1 \text{ mA} \leq I < 10 \text{ mA}$	$\delta W_{\text{max}} + 1$	-
230	$10 \text{ mA} \leq I < 25 \text{ mA}$	$\delta W_{\text{max}} + 0,5$	$\delta W_{\text{max}} + 2,0$
230	$25 \text{ mA} \leq I < 150 \text{ mA}$	$\delta W_{\text{max}} + 0,2$	$\delta W_{\text{max}} + 0,7$
230	$150 \text{ mA} \leq I \leq 120 \text{ A}$	$\delta W_{\text{max}} + 0,05$	$\delta W_{\text{max}} + 0,3$

The value δW_{max} is taken according to Table 19.

During the error evaluation, the secondary of the ICT shall be connected to the nominal voltage potential of the MTU (closed link between voltage and current terminals at meters with links to be opened).

For active power measurements δW_{max} is determined for $\cos \varphi = 1$ and 0,5. For reactive power measurements the maximum permissible limits belong to δW_{max} at $\sin \varphi = 1$ and 0,5.

The manufacturer and the purchaser may agree on the suitable requirements.

Bibliography

- IEC 60050-131:2013, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 131: Circuit theory*
- IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*
- IEC 60050-311:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 311: Electrical and electronic measurements – General terms relating to measurements*
- IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics*
- IEC 60375:2018, *Conventions concerning electric circuits*
- IEC 62052-21:2004, *Electricity metering equipment (a.c.) – General requirements, tests and test conditions – Part 21: Tariff and load control equipment*
IEC 62052-21:2004/AMD1:2016
- IEC 62053-11:2003, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 11: Electromechanical meters for active energy (classes 0,5, 1 and 2)*
IEC 62053-11:2003/AMD1:2016
- IEC 62053-21:2020, *Electricity metering equipment – Particular requirements – Part 21: Static meters for AC active energy (classes 0,5, 1 and 2)*
- IEC 62053-22:2020, *Electricity metering equipment – Particular requirements – Part 22: Static meters for AC active energy (classes 0,1 S, 0,2 S, and 0,5 S)*
- IEC 62053-23:2020, *Electricity metering equipment – Particular requirements – Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)*
- IEC 62053-24:2020, *Electricity metering equipment – Particular requirements – Part 24: Static meters for fundamental component reactive energy (classes 0,5S, 1S, 1, 2, and 3)*
- IEC 62055-31:2022, *Electricity metering - Payment systems - Part 31: Particular requirements - Static payment meters for active energy (classes 1 and 2)*
- IEC 62477-1:2022, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*
- ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
- JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*
- JCGM 200:2012, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	83
1 Domaine d'application	85
2 Références normatives	85
3 Termes et définitions	86
3.1 Définitions relatives aux éléments du MTU	87
3.2 Définitions des puissances active, réactive et apparente	89
3.3 Définitions relatives aux grandeurs d'influence	92
3.4 Définitions relatives à l'exactitude	93
3.5 Définitions relatives aux essais	94
4 Bancs d'essai et bancs d'essai automatisés des compteurs d'énergie électrique	95
5 Méthodes d'essai d'exactitude des compteurs	96
5.1 Généralités	96
5.2 Méthode de comparaison de l'énergie	96
5.3 Méthode de mesure puissance–temps (méthode du wattmètre avec lecture des registres)	97
5.4 Méthode de comparaison des impulsions	97
6 Valeurs électriques normales	98
6.1 Alimentation secteur	98
6.2 Valeurs et plages de sortie des circuits d'essai	99
6.2.1 Circuit de tension d'essai	99
6.2.2 Circuit de courant d'essai	99
6.2.3 Angle de phase	100
6.2.4 Fréquence	100
6.2.5 Harmoniques	101
6.3 Compteur étalon	101
6.3.1 Classe d'exactitude	101
6.3.2 Valeurs électriques normales	101
6.4 Champ magnétique du MTU	102
6.5 Valeurs électriques et mécaniques pour la ou les têtes de lecture	103
6.6 Système de calcul d'erreur	103
6.6.1 Exigences fonctionnelles	103
6.6.2 Paramètres	103
7 Exigences de construction du MTU	104
7.1 Exigences générales	104
7.2 Source et compteur étalon	104
7.3 Système d'installation du compteur	104
7.3.1 Généralités	104
7.3.2 Bornes	104
8 Exigences relatives aux informations et au marquage	105
8.1 Généralités	105
8.2 Étiquettes, panneaux et signaux	107
8.3 Informations pour le choix	108
8.3.1 Généralités	108
8.3.2 Informations générales	108
8.3.3 Informations relatives aux compteurs étalons	108
8.3.4 Informations relatives aux sources, aux calculateurs d'erreur et aux générateurs de fréquence	109

8.3.5	Informations relatives aux ICT et MSVT	109
8.3.6	Pour les interfaces de communication et les systèmes de calcul d'erreur.....	109
8.4	Informations pour l'installation et la mise en service	110
8.4.1	Généralités	110
8.4.2	Dimensions et masse.....	110
8.4.3	Raccordement	110
8.4.4	Protection – Classe de protection et mise à la terre	111
8.4.5	Autoconsommation	111
8.5	Informations d'utilisation	111
8.5.1	Généralités	111
8.5.2	Affichage, boutons poussoirs et autres commandes.....	111
8.5.3	Raccordement à l'équipement de l'utilisateur	111
8.5.4	Dispositifs de protection externes	111
8.5.5	Nettoyage.....	111
8.5.6	Informations de maintenance	112
9	Conditions climatiques du MTU	112
9.1	Conditions d'environnement normales	112
9.2	Conditions d'environnement extrêmes	112
9.3	Limites de température et résistance à la chaleur	112
10	Exigences électriques du MTU	113
10.1	Influence de l'alimentation secteur	113
10.2	Isolation	113
10.2.1	Généralités	113
10.2.2	Distances dans l'air et lignes de fuite	113
10.2.3	Vérification des distances dans l'air et lignes de fuite	113
10.2.4	Essai de tension alternative	114
11	Compatibilité électromagnétique	114
11.1	Exigences générales et critères de performance	114
11.2	Conditions générales d'essai	115
11.2.1	Généralités	115
11.2.2	Essai d'immunité aux décharges électrostatiques	116
11.2.3	Essai d'immunité des champs électromagnétiques RF	116
11.2.4	Immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau d'origine externe	116
11.2.5	Essai d'immunité aux transitoires rapides en salves.....	117
11.2.6	Essai d'immunité aux ondes de choc	117
11.2.7	Essai d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	117
11.2.8	Antiparasitage	118
12	Compteur étalon	118
12.1	Généralités	118
12.2	Exigences d'exactitude dans les conditions de référence	118
12.3	Limites des erreurs dues aux grandeurs d'influence	119
12.4	Essais d'exactitude en présence d'harmoniques	121
12.4.1	Essai avec l'harmonique 5 dans le courant et la tension	121
12.4.2	Essais aux influences des harmoniques impairs et des sous-harmoniques.....	121
13	Exigences relatives aux logiciels	121
13.1	Application	121

13.2	Identification	121
13.3	Protection	122
13.4	Exigences fonctionnelles.....	122
13.5	Commande et surveillance du MTU par le logiciel	123
13.6	Création, protection et stockage de programmes d'essai.....	123
13.7	Protection et stockage des résultats d'essai et des protocoles d'essai	123
13.8	Documentation du logiciel	123
13.9	Journaux logiciels	124
14	Exigences et essais d'exactitude	124
14.1	Généralités	124
14.2	Méthodes d'essai pour la détermination de l'exactitude du MTU.....	125
14.3	Points d'essai – Choix des plages de tensions et de courants	125
14.4	Exigences d'exactitude	126
14.4.1	Limites de l'erreur maximale tolérée	126
14.4.2	Correction de l'erreur δW du MTU	127
14.4.3	Valeur moyenne et répétabilité des mesures.....	127
14.5	Vérification des résultats de mesure du MTU	128
14.5.1	Mesures de base du MTU	128
14.5.2	Mesure de maintenance du MTU	129
14.6	Essais et procédures d'essai.....	129
14.6.1	Essais de type	129
14.6.2	Essais individuels de série.....	129
14.6.3	Essai d'acceptation.....	131
14.6.4	Essai de mise en service	131
Annexe A (informative)	Symboles conformes à l'IEC 60417	132
Annexe B (normative)	Conditions de référence	133
Annexe C (informative)	Circuits d'essai et signaux d'essai pour les essais en présence d'harmoniques	134
C.1	Généralités	134
C.2	Ondes coupées (harmoniques impairs)	134
C.3	Commande aux trains d'ondes (sous-harmoniques)	136
Annexe D (informative)	Calcul des erreurs et de l'incertitude de mesure élargie associée	138
D.1	Généralités	138
D.2	Degrés de liberté et coefficient de sensibilité	138
D.3	Méthode de détermination de l'incertitude de mesure type	139
D.3.1	Type A.....	139
D.3.2	Type B.....	140
D.4	Exemples de calculs de l'incertitude de mesure	141
D.4.1	Principe de mesure.....	141
D.4.2	Modèle d'équation	141
D.4.3	Bilan d'incertitude de mesure compte tenu de la spécification de l'étalon de travail	143
D.4.4	Bilan d'incertitude de mesure compte tenu de l'erreur de l'étalon de travail	145
D.5	Indication de l'incertitude de mesure	147
Annexe E (informative)	Lignes directrices pour la configuration globale de laboratoire.....	148
E.1	Généralités	148
E.2	Conditions générales	148

E.3	Qualité de l'alimentation secteur	149
E.4	Étalon de référence	149
Annexe F (normative)	Transformateur de tension multisecondaire	150
F.1	Généralités	150
F.2	Définitions	150
F.3	Application	150
F.4	Exigences techniques	151
F.5	Exactitude totale des MTU avec MSVT	152
Annexe G (normative)	Transformateur de courant d'isolement (ICT)	153
G.1	Généralités	153
G.2	Définitions	153
G.3	Application	153
G.4	Exigences techniques	154
G.5	Câblage et bornes	155
G.6	Exactitude totale des MTU avec ICT	155
Bibliographie		156
Figure C.1	– Schéma du circuit d'essai (informatif)	134
Figure C.2	– Forme d'onde coupée	135
Figure C.3	– Distribution informative du contenu harmonique de la forme d'onde en onde coupée (analyse de Fourier incomplète)	135
Figure C.4	– Trains d'ondes	136
Figure C.5	– Distribution informative d'harmoniques (analyse de Fourier incomplète)	137
Figure D.1	– Montage de mesure du dispositif d'essai de compteur	141
Figure F.1	– Essais de compteurs monophasés avec liaison fermée entre les circuits de tension et de courant (variante 1)	151
Figure F.2	– Essais de compteurs monophasés avec liaison fermée entre les circuits de tension et de courant (variante 2)	151
Figure G.1	– Essais de compteurs triphasés avec liaison fermée entre les circuits de tension et de courant	154
Tableau 1	– État de l'alimentation secteur	99
Tableau 2	– Circuit de tension d'essai pour chaque phase	99
Tableau 3	– Circuit de courant d'essai pour chaque phase	100
Tableau 4	– Réglage de l'angle de phase entre chaque tension de phase et chaque circuit de courant	100
Tableau 5	– Réglage de la fréquence	100
Tableau 6	– Réglage des harmoniques	101
Tableau 7	– Valeurs électriques normales pour le compteur étalon	102
Tableau 8	– Valeurs électriques et mécaniques pour la ou les têtes de lecture	103
Tableau 9	– Paramètres du système de calcul d'erreur	103
Tableau 10	– Exigences relatives aux informations	106
Tableau 11	– Conditions climatiques	112
Tableau 12	– Limites de température de surface	113
Tableau 13	– Essais de tension alternative	114

Tableau 14 – Limites de variation de l'erreur des compteurs étalons lors de l'essai d'immunité	115
Tableau 15 – Limites des erreurs relatives du compteur étalon	119
Tableau 16 – Grandeurs d'influence.....	120
Tableau 17 – Classe d'exactitude recommandée du compteur étalon de référence	125
Tableau 18 – Table de mesure de base (points d'essai recommandés).....	126
Tableau 19 – Limites de l'erreur maximale tolérée ($\delta W_{\max}$) du MTU complet par rapport au DUT	127
Tableau 20 – Limites des valeurs admissibles de l'écart-type du MTU	128
Tableau A.1 – Symboles qui peuvent être utilisés sur les équipements de comptage	132
Tableau B.1 – Conditions de référence	133
Tableau D.1 – Facteurs de couverture k pour différents degrés de liberté efficaces V_{eff}	139
Tableau D.2 – Liste des grandeurs 1.....	143
Tableau D.3 – Lectures 1 du DUT	143
Tableau D.4 – Lectures 1 du compteur étalon.....	144
Tableau D.5 – Bilan d'incertitude de mesure 1	144
Tableau D.6 – Liste des grandeurs 2.....	145
Tableau D.7 – Lectures 2 du DUT	145
Tableau D.8 – Lectures 2 du compteur étalon.....	146
Tableau D.9 – Bilan d'incertitude de mesure 2	147
Tableau E.1 – Qualité de l'alimentation secteur.....	149
Tableau F.1 – Exigences techniques des MSVT	152
Tableau F.2 – Limites d'erreur maximales tolérées d'un MTU avec MSVT	152
Tableau G.1 – Exigences techniques des ICT	154
Tableau G.2 – Limites d'erreur maximales tolérées d'un MTU avec ICT	155

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE –
ÉQUIPEMENTS, TECHNIQUES ET PROCÉDURES D'ESSAI –****Partie 1: Bancs d'essai stationnaires des
compteurs d'énergie électrique (MTU)**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 62057-1 a été établie par le comité d'études 13 de l'IEC: Comptage et pilotage de l'énergie électrique. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
13/1879/FDIS	13/1886/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62057, publiées sous le titre général *Compteurs d'énergie électrique – Équipements, techniques et procédures d'essai*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62057-1:2023

COMPTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE – ÉQUIPEMENTS, TECHNIQUES ET PROCÉDURES D'ESSAI –

Partie 1: Bancs d'essai stationnaires des compteurs d'énergie électrique (MTU)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62057 s'applique aux bancs d'essai stationnaires des compteurs d'énergie électrique (MTU, *Meter Test Units*) installés en permanence dans les laboratoires, utilisés pour les essais et l'étalonnage des compteurs d'électricité, en particulier pour leurs essais de type, de réception et de vérification. Elle couvre les exigences relatives aux MTU automatisés pour les applications de laboratoire en intérieur et s'applique aux MTU neufs destinés aux essais des compteurs d'électricité sur les réseaux de 50 Hz ou 60 Hz avec une tension alternative allant jusqu'à 600 V (tension entre phase et neutre).

Si les compteurs sont conçus pour des tensions de réseau non spécifiées dans le présent document, des exigences particulières font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

Le présent document définit également le type d'essais à effectuer, par exemple essais de type/essais individuels de série/essais d'acceptation et essais de mise en service des MTU.

Il ne s'applique pas:

- aux compteurs de référence portatifs et sources portatives;
- aux compteurs d'électricité;
- aux interfaces de communication avec le compteur et aux procédures d'essai de l'interface de communication;
- aux MTU alimentés par transformateur;
- aux ordinateurs personnels fournis avec le MTU.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60721-3-2:2018, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-2: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Transport et manutention*

IEC 60721-3-3:2019, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 61010-031:2015, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire – Partie 031: Exigences de sécurité pour sondes équipées tenues à la main pour mesurage et essais électriques*

IEC 61010-031:2015/AMD1:2018

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

IEC 61010-1:2010/AMD1:2016

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61326-1:2020, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62052-11:2020, *Équipement de comptage de l'électricité – Exigences générales, essais et conditions d'essai – Partie 11: Équipement de comptage*

IEC 62052-31:2015, *Équipement de comptage de l'électricité (CA) – Exigences générales, essais et conditions d'essai – Partie 31: Exigences et essais sur la sécurité de produit*

IEC 62053 (toutes les parties), *Équipement de comptage de l'électricité*

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 11:2015/AMD2:2019

EN 50160, *Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution*

EN 50470 (toutes les parties), *Équipement de comptage d'électricité (c.a.)*

ISO 3864-1:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Symboles enregistrés* (disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 13732-1:2006, *Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 1: Surfaces chaudes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions relatives aux éléments du MTU

3.1.1

dispositif en essai

DUT

compteur destiné à mesurer l'énergie active et/ou réactive par intégration de la puissance active et/ou réactive en fonction du temps

Note 1 à l'article: Pour la définition de différents types de compteurs d'énergie et de leurs éléments, voir l'IEC 62052-11:2020, IEC 62053-21:2020, IEC 62053-22:2020, l'IEC 62053-23:2020, et l'IEC 62053-24:2020.

Note 2 à l'article: L'abréviation "DUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "device under test".

3.1.2

banc d'essai des compteurs d'énergie électrique

MTU

assemblage composé de sources, d'un générateur de fréquence, d'un étalon de référence ou de travail, et d'un système de calcul et d'indication d'erreur, destiné à fournir les signaux d'essai exigés au DUT et à mesurer, calculer et afficher l'erreur du DUT

L'abréviation "MTU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "meter test unit".

3.1.3

banc d'essai automatisé des compteurs d'énergie électrique

AMTU

MTU qui réalise, commande et surveille la ou les fonctions ou actions souhaitées des compteurs en essai par le biais d'un logiciel de pilotage par ordinateur

Note 1 à l'article: L'abréviation "AMTU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "automatic meter test unit".

3.1.4

source

partie du MTU qui génère des signaux de tension et des signaux de courant d'essai avec la fréquence et l'amplitude appropriées, et avec les angles de phase appropriés entre les courants et les tensions

Note 1 à l'article: Ces signaux d'essai doivent être indépendants de l'alimentation secteur dans la plage de fonctionnement spécifiée.

Note 2 à l'article: Les signaux d'essai reposent sur la ou les commandes reçues du logiciel d'essai ou du contrôleur.

3.1.5

compteur étalon de référence

étalon de référence

compteur utilisé pour mesurer l'énergie et la puissance électriques

Note 1 à l'article: Le compteur étalon de référence est conçu et mis en fonctionnement de manière à obtenir la plus haute exactitude, avec la plus haute stabilité, dans un environnement de laboratoire contrôlé.

Note 2 à l'article: Un compteur étalon de référence doit être traçable selon les références primaires nationales ou internationales.

3.1.6

compteur étalon de travail

étalon de travail

compteur utilisé dans les MTU pour mesurer l'énergie et la puissance électriques

Note 1 à l'article: Le compteur étalon de travail doit être étalonné par rapport à l'étalon de référence (compteur).

Note 2 à l'article: Un MTU peut également être équipé d'un étalon de référence utilisé pour l'étalonnage quotidien des DUT de haute exactitude (étalon de référence utilisé comme étalon de travail).

3.1.7**compteur étalon**

terme commun pour l'étalon de référence conformément au 3.1.5 ou l'étalon de travail conformément au 3.1.6

3.1.8**système de calcul d'erreur**

dispositif ou groupe de dispositifs destiné à compter les impulsions ou lire les valeurs d'énergie et à comparer, calculer et indiquer l'erreur relative des DUT

Note 1 à l'article: Le système de calcul d'erreur par défaut reçoit les impulsions des têtes de lecture ou des sorties d'impulsions des DUT et les compare aux impulsions reçues du compteur étalon.

3.1.9**borne de sortie**

<d'un MTU> borne à partir de laquelle les tensions et courants d'essai sont appliqués aux DUT

3.1.10**puissance de sortie maximale de la source**

puissance de sortie qui correspond à la charge la plus élevée appliquée aux bornes de sortie d'une source

Note 1 à l'article: Elle doit être exprimée en VA et doit être définie séparément pour les sources de tension d'essai et les sources de courant d'essai.

3.1.11

S

stabilité de sortie de la source

valeur ou erreur relative de la grandeur de sortie de la source qui indique que la grandeur de sortie peut vraisemblablement varier dans ce nombre lorsque tous les autres paramètres, tels que la tension d'alimentation, etc., sont conformes aux conditions de référence (Annexe B)

Note 1 à l'article: La stabilité de sortie (S) pour la sortie d'essai de tension, de courant, de puissance et de fréquence doit être définie séparément en % et est donnée par la Formule (1).

$$S = \frac{\max\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} - \min\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}}{\frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N m_k(T)} \cdot 100 \% \quad (1)$$

où:

S est la stabilité de la sortie d'essai;

$m_N(T)$ est la N^{e} valeur mesurée avec la période d'intégration T dans une séquence successive de mesures;

$m_k(T)$ est la k^{e} valeur, $k = 1 \dots N$ dans cette séquence;

N est le nombre de valeurs dans cette séquence;

T est la période d'intégration;

max est la valeur la plus élevée dans une séquence d'éléments $\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}$;

min est la valeur la plus faible dans une séquence d'éléments $\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\}$.

La stabilité de sortie (S_{abs}) de l'angle de phase entre les valeurs de sortie doit être définie séparément en ° (degré) et est donnée par la Formule (2).

$$S_{\text{abs}} = \max\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} - \min\{m_1(T), m_2(T), \dots, m_N(T)\} \quad (2)$$

Note 2 à l'article: L'acheteur et le fournisseur peuvent convenir mutuellement de la période d'intégration T et des valeurs N de la séquence de mesure.

3.2 Définitions des puissances active, réactive et apparente

3.2.1

puissance active

la puissance active au niveau d'une composante de fréquence sinusoïdale unique d'un signal périodique dans un circuit monophasé est définie comme le produit des valeurs efficaces du courant et de la tension par le cosinus de l'angle de phase entre ces valeurs, l'angle de phase étant l'angle du vecteur du signal de tension par rapport au vecteur du signal de courant

Note 1 à l'article: En régime sinusoïdal, la puissance active est la partie réelle de la puissance complexe.

Note 2 à l'article: La puissance active du signal périodique est la somme algébrique de la puissance active des composantes de la fréquence sinusoïdale.

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de puissance active est le watt W.

Note 4 à l'article: Calcul du domaine temporel dans les conditions générales:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (3)$$

où:

- P est la puissance active;
- $u(t)$ est la valeur instantanée de la tension;
- $i(t)$ est la valeur instantanée du courant;
- T est le temps d'intégration du cycle de mesure.

Somme de Fourier pour les calculs du domaine fréquentiel avec des périodes égales pour U et I jusqu'au n^{e} harmonique:

$$P = \sum_{k=1}^n U_k \cdot I_k \cdot \cos(\varphi_{uk} - \varphi_{ik}) = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = P_1 + P_H \quad (4)$$

où:

- P_1 est la puissance active fondamentale;
- P_H est la puissance active harmonique;
- U_k est la valeur efficace de la composante de tension d'ordre k ;
- I_k est la valeur efficace de la composante de courant d'ordre k ;
- φ_{uk} est le déplacement de phase entre la composante de tension d'ordre k et la composante de tension fondamentale;;
- φ_{ik} est le déplacement de phase entre la composante de courant d'ordre k et la composante de tension fondamentale.

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.1.14, modifié – La Note 2 à l'article a été remplacée par une nouvelle Note 2 et Note 4 à l'article a été ajoutée.]

3.2.2

puissance apparente

produit des valeurs efficaces de la tension électrique U aux bornes d'un bipôle, élémentaire ou non, et du courant électrique I dans le bipôle

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de puissance apparente est le voltampère, VA.

Note 2 à l'article: Aucune norme du CE 13 de l'IEC n'est disponible pour les compteurs qui mesurent l'énergie/la puissance apparente.

Note 3 à l'article: Calcul du domaine temporel dans les conditions générales:

$$S = U \cdot I = \frac{1}{T} \cdot \sqrt{\int_0^T i^2(t) dt \cdot \int_0^T u^2(t) dt} \quad (5)$$

où:

- S est la puissance apparente;
- U est la valeur efficace de la tension;
- I est la valeur efficace du courant;
- $u(t)$ est la valeur instantanée de la tension;
- $i(t)$ est la valeur instantanée du courant;
- T est le temps d'intégration du cycle de mesure.

Note 4 à l'article: Méthode du triangle de puissance pour calculer la valeur absolue de la puissance apparente dans des conditions sinusoïdales

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6)$$

où:

- S est la puissance apparente;
- P est la puissance active;
- Q est la puissance réactive.

Note 5 à l'article: Somme de Fourier pour les calculs du domaine fréquentiel avec des périodes égales pour U et I jusqu'au n harmonique:

$$S = U \cdot I = \sqrt{\sum_{k=1}^n U_k^2 \cdot \sum_{k=1}^n I_k^2} \quad (7)$$

où:

- S est la puissance apparente;
- U est la valeur efficace de la tension;
- I est la valeur efficace du courant;
- U_k est la valeur efficace de la composante de tension d'ordre k ;
- I_k est la valeur efficace de la composante de courant d'ordre k .

[SOURCE IEC 60050-131:2013, 131-11-41, modifié – La formule et la Note 1 à l'article d'origine ont été omises et les Notes 3, 4 et 5 à l'article ont été ajoutées.]

3.2.3

puissance réactive

la puissance réactive au niveau d'une composante de fréquence sinusoïdale unique d'un signal périodique dans un circuit monophasé est définie comme le produit des valeurs efficaces du courant et de la tension par le sinus de l'angle de phase entre ces valeurs, l'angle de phase étant l'angle du vecteur du signal de tension par rapport au vecteur du signal de courant

Note 1 à l'article: Dans les normes du CEI 13 concernant l'énergie réactive, la puissance réactive et l'énergie réactive sont définies pour la fréquence fondamentale uniquement.

Note 2 à l'article: L'algorithme utilisé pour le calcul de la puissance réactive n'est pas spécifié, mais il est attendu que le compteur satisfasse aux exigences de la norme relative à la classe d'exactitude correspondante.

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de puissance réactive est le voltampère, VA. L'unité spécifique de var et son symbole var sont également utilisés.

Note 4 à l'article: L'IEC 62053-24:2020 spécifie explicitement la puissance/l'énergie réactive pour les composantes fondamentales. Les harmoniques sont considérés comme des grandeurs d'influence. L'algorithme n'est pas spécifié, mais la variation de l'exactitude en présence d'harmoniques doit se situer dans les limites spécifiées. Pour satisfaire à cette exigence, les compteurs nécessitent un filtrage des harmoniques. Pour les essais, il doit être vérifié que le compteur étalon mesure aussi la puissance réactive fondamentale uniquement en présence d'harmoniques. Cette méthode est obligatoire.

Note 5 à l'article: La puissance réactive Q dans un système monophasé, pour la composante de fréquence fondamentale d'un signal périodique, est définie comme suit:

$$Q = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi \quad (8)$$

où:

Q est la puissance réactive;

U_1 est la valeur efficace des composantes de fréquence fondamentales de la tension;

I_1 est la valeur efficace des composantes de fréquence fondamentales du courant;

φ est l'angle de phase entre U_1 et I_1 .

Note 6 à l'article: La méthode du triangle de puissance est utilisée pour calculer la valeur absolue de la puissance non active totale dans les conditions générales. La définition de l'IEV 131-11-43 est largement connue, utilisée pour le calcul de la puissance réactive.

La définition de la "puissance non active" est la suivante: pour un bipôle, élémentaire ou non, en régime périodique, grandeur égale à la racine carrée de la différence des carrés de la puissance apparente S et de la puissance active P [IEV 131-11-43].

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (9)$$

où:

Q est la puissance non active;

S est la puissance apparente;

P est la puissance active.

Cette méthode est sans ambiguïté si seules des composantes fondamentales sont présentes. Avec des tensions sinusoïdales et des courants non sinusoïdaux, le résultat inclut la puissance fondamentale et la puissance de distorsion. Les préfixes de Q doivent être conformes à l'IEC 60375. Les compteurs étalons qui déterminent l'exactitude conformément à l'IEC 62053-24:2020 n'utilisent pas cette méthode.

Dans des conditions sinusoïdales, la puissance non active déterminée par la méthode du triangle de puissance est égale à la valeur absolue du produit de la puissance apparente et du sinus de l'angle de phase.

Note 7 à l'article: Calcul du domaine temporel dans des conditions sinusoïdales pures (méthode du déplacement temporel):

$$Q = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u\left(t - \frac{T}{4}\right) \cdot i(t) \cdot dt \quad (10)$$

où:

Q est la puissance réactive;
 $u(t)$ est la valeur instantanée de la tension;
 $i(t)$ est la valeur instantanée du courant;
 T est la période de la composante fondamentale.

Cette méthode est sans ambiguïté uniquement dans des conditions sinusoïdales avec des fréquences fondamentales. Dans ce cas, la puissance réactive déterminée par la méthode du déplacement temporel est le produit de la puissance apparente et du sinus de l'angle de déplacement. Pour réaliser cette méthode, les compteurs présentent des dispositions pour le déplacement de phase ajusté pour le fondamental uniquement. Cette méthode n'est pas recommandée.

Note 8 à l'article: Afin de déterminer sans ambiguïté les erreurs, l'algorithme utilisé par le compteur étalon pour mesurer Q et S doit être indiqué dans le rapport d'essai d'un DUT. Cela s'avère particulièrement important pour les essais des compteurs polyphasés. De plus, la méthode de calcul pour la détermination de la puissance polyphasée doit être indiquée dans le rapport d'essai.

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.1.16, modifié – Les Notes 4, 5, 6, 7 et 8 à l'article ont été ajoutées.]

3.3 Définitions relatives aux grandeurs d'influence

3.3.1

laboratoire

<zone d'essai et de mesure> zone spécifiquement utilisée pour l'analyse, les essais et l'entretien, et endroits où des équipements sont mis en fonctionnement par du personnel formé

Note 1 à l'article: Les lignes directrices pour la configuration de laboratoire sont données à l'Annexe E.

3.3.2

environnement de laboratoire contrôlé

environnement habituellement caractérisé par la reconnaissance et le contrôle des phénomènes et influences de l'environnement (en particulier à travers la CEM) par les utilisateurs des équipements dans le laboratoire

3.3.3

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 à l'article: Ce terme est utilisé dans l'approche "incertitude".

Note 2 à l'article: Les grandeurs d'influence peuvent provenir du système de mesure, de l'appareil de mesure ou de l'environnement.

Note 3 à l'article: 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.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-01]

3.3.4

conditions de référence

ensemble approprié de grandeurs d'influence et de caractéristiques de fonctionnement avec valeurs de référence, leurs tolérances et leurs domaines, pour lesquels l'erreur intrinsèque est spécifiée

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-02, modifié – pour être mieux adapté au comptage.]

3.3.5

variation de l'erreur

<en fonction d'une grandeur d'influence> différence entre les erreurs relatives du MTU, lorsque seule une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs spécifiées, l'une d'elles étant la valeur de référence

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.6, modifié – le mot "compteur" a été remplacé par "MTU" dans la définition, et la note à l'article a été omise.]

3.3.6

température de référence

valeur de la température ambiante fixée pour les conditions de référence

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.8]

3.3.7

conditions assignées de fonctionnement

ensemble des domaines de mesure spécifiés pour les caractéristiques fonctionnelles et des domaines de fonctionnement spécifiés pour les grandeurs d'influence, à l'intérieur duquel les variations ou les erreurs de fonctionnement d'un MTU sont exprimées et déterminées

[SOURCE: IEC 62052-11:2020, 3.6.10, modifié – le mot "compteur" a été remplacé par "MTU".]

3.4 Définitions relatives à l'exactitude

3.4.1

erreur maximale tolérée

valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une valeur de référence connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné

Note 1 à l'article: Les termes "erreur maximale tolérée" ou "limites d'erreur" sont généralement utilisés lorsqu'il y a deux valeurs extrêmes.

Note 2 à l'article: Il convient de ne pas utiliser le terme "tolérance" pour désigner l'erreur maximale tolérée.

[SOURCE: JCGM 200:2012, 4.26]

3.4.2

constante de compteur

nombre de révolutions du rotor d'un compteur électromécanique ou nombre d'impulsions d'un compteur statique à la sortie d'essai, par unité d'énergie

3.4.3

exactitude

<générale> étroitesse de l'accord entre une valeur mesurée et une valeur vraie d'un mesurande

[SOURCE: JCGM 200:2012, 2.13, modifié – utilisation du terme admis "exactitude" plutôt que du terme privilégié "exactitude de mesure", ajout du domaine, et omission de la note à l'article.]

3.4.4

exactitude

<d'un étalon de référence ou de travail> indique l'étroitesse d'une valeur mesurée dans un domaine de fonctionnement donné, dans les conditions de référence, et d'une valeur vraie d'un mesurande

Note 1 à l'article: Il convient d'indiquer l'exactitude en ce qui concerne:

- a) l'exactitude des mesures de tension;
- b) l'exactitude des mesures de courant;
- c) l'exactitude des mesures d'angle de phase;
- d) l'exactitude des mesures de fréquence;
- e) l'exactitude des mesures de puissance/d'énergie active;
- f) l'exactitude des mesures de puissance/d'énergie réactive;
- g) l'exactitude des mesures de puissance/d'énergie apparente.

3.4.5

exactitude

<d'un MTU complet> exactitude du MTU qui prend en compte l'exactitude de l'étalon de référence ou de travail, l'exactitude du système de calcul (le cas échéant), l'exactitude des signaux d'essai, y compris les différences entre les positions d'essai

Note 1 à l'article: Il convient de procéder à des validations quantitatives et à des qualifications. L'exactitude du MTU complet peut être proche de l'exactitude de l'étalon de référence si:

- toutes les différences entre l'exactitude de l'étalon de travail et celle de l'étalon de référence sont prises en compte dans les calculs;
- le MTU est conçu pour soumettre à l'essai un faible nombre de compteurs à la fois;
- le fabricant a fait des efforts pour réduire les différences de tension entre les bornes du compteur étalon et les bornes des DUT;
- le fabricant a fait des efforts pour compenser ou réduire le plus possible les variations causées par le système de calcul d'erreur.

Note 2 à l'article: Le fabricant doit spécifier les deux types d'exactitudes: celle de l'étalon de travail et celle du MTU.

3.5 Définitions relatives aux essais

3.5.1

essai de type

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.5.2

essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.5.3

essai d'acceptation

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que l'entité répond à certaines conditions de sa spécification

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifié – le deuxième terme privilégié "essai de réception" a été omis.]

3.5.4

vérification

<d'étalonnage> ensemble des opérations utilisées pour vérifier si les indications, dans des conditions spécifiées, correspondent à un ensemble donné de mesurandes connus, à l'intérieur des limites du diagramme d'étalonnage prédéterminé

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-01-13, modifié – Les Notes à l'article ont été omises.]

3.5.5

essai de mise en service

essai d'une entité, effectué sur son lieu d'implantation, et destiné à vérifier qu'elle est correctement installée et en bon état de marche

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-24]

3.5.6

essai de maintenance

essai effectué périodiquement sur une entité pour vérifier que ses caractéristiques de fonctionnement se maintiennent dans des limites spécifiées, après avoir procédé, le cas échéant, aux ajustements nécessaires

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-25]

4 Bancs d'essai et bancs d'essai automatisés des compteurs d'énergie électrique

Les bancs d'essai des compteurs (MTU) sont des assemblages de sources, d'étalons de référence ou de travail, de calculateurs d'erreur et de systèmes d'indication destinés à fournir des paramètres d'essai aux DUT et à déterminer l'erreur du DUT.

En ce qui concerne le nombre de compteurs à mesurer, les procédures de mesure peuvent être automatisées au moyen d'un banc d'essai automatisé (AMTU). Ces AMTU sont des MTU qui réalisent, commandent et surveillent la ou les fonctions souhaitées des compteurs en essai par le biais d'un logiciel installé sur un ordinateur. Ces contrôles comprennent généralement les actions minimales suivantes:

- le réglage, la génération, la surveillance et le contrôle du ou des paramètres d'essai, dans les limites et tolérances définies;
- la réalisation automatique de l'essai, le mesurage, le calcul et l'indication de l'erreur du DUT;
- le stockage des résultats dans un format défini et réutilisable.

L'acheteur et le fournisseur peuvent convenir mutuellement d'une automatisation supplémentaire, par exemple le raccordement automatique du compteur et la réalisation automatique d'autres activités au moyen de méthodes ou de techniques convenues.

L'AMTU comprend généralement les composants suivants:

- sources;
- générateur de fréquence;
- compteur étalon;
- têtes de lecture qui permettent de détecter les impulsions émises par le compteur ou les marques d'un rotor du compteur;
- système de calcul d'erreur;
- dispositifs d'installation des compteurs;
- interface qui permet la lecture des données du compteur en essai;
- logiciel.

En lieu et place de sources et de compteurs étalons distincts, des dispositifs combinés (étalonneurs) peuvent être utilisés. Les essais d'exactitude et d'environnement des sources et des compteurs étalons s'appliquent aux étalonneurs.

Des MSVT (*Multi-Secondary Voltage Transformers*, transformateurs de tension multisecondaires) ou des ICT (*Isolating Current Transformers*, transformateurs de courant d'isolement) peuvent être en outre inclus dans l'AMTU si plusieurs compteurs en essai à liaison fermée en permanence doivent être soumis à l'essai. Les deux types de transformateurs sont décrits et spécifiés à l'Annexe F et à l'Annexe G.

Pour déterminer l'erreur des compteurs en essai, les têtes de lecture peuvent être remplacées par la lecture des registres au moyen des interfaces de l'AMTU, si une synchronisation suffisante des indications et/ou une résolution suffisante des registres du DUT peuvent être obtenues.

NOTE Les accès de lecture des données font partie des accords entre le fabricant et l'utilisateur.

5 Méthodes d'essai d'exactitude des compteurs

5.1 Généralités

Les méthodes d'essai décrites ci-dessous peuvent être utilisées pour tous les essais exigés pour les DUT. Des méthodes d'essai modifiées ou d'autres méthodes d'essai, qui satisfont aux mêmes exigences d'exactitude, peuvent également être applicables.

Les points d'essai et la stabilité exigée des signaux d'essai doivent être conformes aux spécifications de l'Article 6. L'exactitude exigée du compteur étalon et du MTU complet doit être conforme aux spécifications du Tableau 17 et du Tableau 19.

5.2 Méthode de comparaison de l'énergie

Méthode qui permet de fournir une quantité d'énergie connue à la fois au DUT et au compteur étalon. Ce type d'essai est également appelé "vérification de l'élément indicateur" et est principalement utilisé pour le contrôle des registres.

L'erreur relative pour les comparaisons de l'énergie est calculée comme suit:

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{W_{\text{dut}} - W_{\text{st}}}{W_{\text{st}}} \cdot 100 \% \quad (11)$$

où:

δW_{dut} est l'erreur du DUT, en %;

W_{dut} est l'énergie enregistrée par le DUT, en [kWh] ou [kvarh] ou [kVAh];

W_{st} est l'énergie enregistrée par le compteur étalon, en [kWh] ou [kvarh] ou [kVAh].

Les erreurs de mesure causées par la mise sous tension/hors tension de la source de courant et par les effets de filtre aux entrées du compteur étalon peuvent être réduites le plus possible, par exemple en choisissant le temps de mesure de manière appropriée.

S'il est nécessaire de prendre en compte l'erreur du compteur étalon de travail par rapport au compteur étalon de référence (δW_{st}) pour déterminer l'erreur totale des DUT, la Formule (11) doit être adaptée à l'aide d'un terme supplémentaire, comme suit:

$$\delta W_{\text{dut}} = \left(\left[\frac{W_{\text{dut}}}{W_{\text{st}}} \left(1 + \frac{\delta W_{\text{st}}}{100\%} \right) \right] - 1 \right) \cdot 100\% \quad (12)$$

où:

δW_{st} est l'erreur du compteur étalon de travail, en % (tirée du certificat d'étalonnage).

5.3 Méthode de mesure puissance–temps (méthode du wattmètre avec lecture des registres)

Méthode qui permet de déterminer l'énergie fournie au(x) DUTs par le produit d'une puissance constante connue et d'un intervalle de temps connu.

L'erreur est calculée comme suit:

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{W_{\text{dut}} - P_{\text{st}} \cdot t}{P_{\text{st}} \cdot t} \cdot 100\% \quad (13)$$

où:

δW_{dut} est l'erreur du DUT, en %;

W_{dut} est l'énergie enregistrée par le DUT;

P_{st} est la puissance enregistrée par le compteur étalon;

t est l'intervalle de temps de mesure.

Cette méthode exige des sources hautement stables et des commandes temporelles exactes.

Les incertitudes globales dues à la stabilité de la puissance et des intervalles de temps doivent être prises en compte.

En raison de l'exactitude accrue des DUT électroniques, cette méthode est rarement utilisée.

Il convient que le temps de mesure assure au moins la progression de chiffres de la valeur la plus faible de l'élément indicateur (résolution) qui est suffisante pour démontrer l'exactitude.

5.4 Méthode de comparaison des impulsions

Pour cette méthode, les impulsions d'une sortie d'impulsions proportionnelle à l'énergie d'un compteur étalon sont comptées par un dispositif de comptage d'impulsions. Le compteur est lancé par une première impulsion du DUT et est arrêté au terme d'un nombre donné d'impulsions du DUT.

Les impulsions des compteurs électromécaniques peuvent être générées à l'aide d'une tête de lecture, qui repose sur la détection de la marque du rotor, ou dans le cas des compteurs statiques, d'une LED clignotante ou une sortie d'impulsions électrique. Un adaptateur d'impulsions adéquat est nécessaire.

Pour le comptage des impulsions délivrées par le compteur étalon, les conditions suivantes doivent être remplies: la durée de l'essai, à chaque point d'essai, doit être choisie de telle sorte que l'erreur de résolution (déterminée par le nombre d'impulsions du compteur étalon) doit être inférieure à 1 % de la classe d'exactitude du DUT. Si le manuel ou l'homologation du DUT indique une durée d'essai minimale, par exemple pour satisfaire aux exigences de la métrologie légale, cette durée d'essai minimale doit être utilisée.

L'erreur relative du DUT peut être calculée à partir du nombre nominal et du nombre réel d'impulsions comptées pendant la période de mesure, selon la Formule (14):

$$\delta W_{\text{dut}} = \frac{N_{\text{nom}} - N_{\text{act}}}{N_{\text{act}}} \cdot 100\% \quad (14)$$

où:

δW_{dut} est l'erreur du DUT, en %;

N_{act} est le nombre d'impulsions effectivement reçues du compteur étalon lors de l'essai;

N_{nom} est le nombre d'impulsions du compteur étalon attendu pour la période de mesure donnée.

$$N_{\text{nom}} = \frac{3\,600 \cdot 1\,000 \cdot N_{\text{dut}} \cdot f_{\text{nom}}}{m \cdot U_r \cdot I_r \cdot c_m} \quad (15)$$

où:

N_{dut} est le nombre d'impulsions (ou de révolutions) du DUT;

f_{nom} est la sortie de fréquence proportionnelle à la puissance du compteur étalon;

m est le nombre de phases;

U_r est la plage de tensions du compteur étalon;

I_r est la plage de courants du compteur étalon;

c_m est la constante de compteur du DUT en [1/kWh] ou [1/kvarh] ou [1/kVAh].

S'il est nécessaire de prendre en compte l'erreur du compteur étalon de travail (δW_{st}) pour déterminer l'erreur totale du DUT, la Formule (15) doit être adaptée à l'aide d'un terme supplémentaire, comme suit:

$$\delta W_{\text{dut}} = \left[\left(\frac{N_{\text{nom}} - N_{\text{act}}}{N_{\text{act}}} \right) + \left(\frac{N_{\text{nom}}}{N_{\text{act}}} \cdot \frac{\delta W_{\text{st}}}{100\%} \right) \right] \cdot 100\% \quad (16)$$

où:

δW_{dut} est l'erreur du DUT, en %;

δW_{st} est l'erreur du compteur étalon de travail, en % (tirée du certificat d'étalonnage).

6 Valeurs électriques normales

6.1 Alimentation secteur

La tension d'alimentation secteur doit être suffisamment stable pour assurer une exactitude appropriée de tous les composants du MTU nécessaires pour les essais des compteurs de la classe d'exactitude donnée. Si nécessaire, des stabilisateurs de tension d'alimentation doivent être utilisés. Les exigences sont indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – État de l'alimentation secteur

Paramètre	Valeur
Tension d'alimentation U_n et état du secteur	Doit être spécifiée par le fabricant
Variation de la tension d'alimentation	$0,85 U_n$ à $1,1 U_n$
Fréquence f_n	50 Hz ou 60 Hz
Plage de fréquences	$f_n \pm 2 \%$
Consommation	Doit être spécifiée par le fabricant
Tension entre neutre et terre	$< 2 \text{ V}$
Qualité de tension de l'alimentation secteur	Comme cela est spécifié dans l'EN 50160

6.2 Valeurs et plages de sortie des circuits d'essai

6.2.1 Circuit de tension d'essai

Le circuit de tension d'essai peut fournir plusieurs plages de tensions pour assurer des conditions de charge appropriées. Les exigences sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Circuit de tension d'essai pour chaque phase

Paramètre	Valeur
Plage de tensions du circuit d'essai, U	30 V à 300 V (entre phase et neutre)
Résolution de réglage	0,1 V
Exactitude de l'amplitude	$\pm 0,1 \%$ de la valeur d'essai
Stabilité (S) de l'amplitude	$< 100 \times 10^{-6}$ (avec $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$) $< 500 \times 10^{-6}$ (avec $T = 5 \text{ s}$, $N = 24$)
Facteur de distorsion à charge linéaire	$< 0,5 \%$
Tension continue maximale admise	$< 0,2 \%$ de la tension d'essai
Puissance de sortie minimale par position d'essai du compteur	15 VA (valeur efficace) à l'extrémité supérieure de la plage de tensions et à charges symétriques avec facteur de puissance dans la plage de 0,1 capacitif et 0,3 inductif
Protection	Le circuit de sortie doit être protégé contre le court-circuit et la surcharge
L'acheteur doit spécifier si le MTU doit être conçu pour les essais des compteurs monophasés ou triphasés. Les valeurs indiquées ci-dessus doivent être valides pour chaque phase.	
L'acheteur et le fabricant peuvent convenir de la valeur adéquate pour la tension maximale si elle est différente de 300 V et/ou des caractéristiques assignées de puissance compte tenu du courant de crête appelé par l'alimentation des DUT. Il en va de même pour le facteur de distorsion de la tension en cas de charges non linéaires.	

6.2.2 Circuit de courant d'essai

Le circuit de courant d'essai peut fournir plusieurs plages de courants pour assurer des conditions de charge et une exactitude appropriée. Les exigences sont indiquées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Circuit de courant d'essai pour chaque phase

Paramètre	Valeur
Plage de courants du circuit d'essai I :	1 mA à 120 A
Résolution de réglage	0,1 mA à 10 mA (selon la plage)
Exactitude de l'amplitude de I	$\pm 1,0 \%$ ($1 \text{ mA} \leq I < 10 \text{ mA}$) $\pm 0,5 \%$ ($10 \text{ mA} \leq I < 50 \text{ mA}$) $\pm 0,1 \%$ ($50 \text{ mA} \leq I \leq 120 \text{ A}$)
Stabilité (S) de l'amplitude	$< 100 \times 10^{-6}$ (avec $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$) $< 500 \times 10^{-6}$ (avec $T = 5 \text{ s}$, $N = 24$) pour $I \geq 50 \text{ mA}$
Facteur de distorsion à charge linéaire	$< 0,5 \%$ ($I \geq 100 \text{ mA}$)
Courant continu maximal admis	$< 0,1 \%$ du courant d'essai
Puissance de sortie minimale par position d'essai du compteur	Au minimum 30 VA (valeur efficace) à l'extrémité de la plage actuel et à charges résistives
Protection	Le circuit de sortie doit être protégé contre le circuit ouvert et la surcharge
L'acheteur doit spécifier si le MTU doit être conçu pour les essais des compteurs monophasés ou les essais des compteurs triphasés. Les valeurs indiquées ci-dessus doivent être valides pour chaque phase. L'acheteur et le fabricant doivent convenir de la valeur adéquate pour le courant maximal et/ou des caractéristiques assignées de puissance, compte tenu de la distance, de la connectivité et de l'utilisation de transformateurs de courant d'isolement.	

6.2.3 Angle de phase

Les exigences relatives à l'angle de phase sont indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Réglage de l'angle de phase entre chaque tension de phase et chaque circuit de courant

Paramètre	Valeur
Plage d'angles de phase	0° à 360°
Résolution de réglage	0,01°
Stabilité (S_{abs}) du réglage de l'angle	0,05° (avec $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$)
Exactitude du réglage	$\pm 0,05^\circ$

6.2.4 Fréquence

Les exigences relatives à la génération de fréquence sont indiquées dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Réglage de la fréquence

Paramètre	Valeur
Plage de fréquences	45 Hz à 65 Hz
Résolution de réglage	0,01 Hz
Stabilité (S) du réglage de la fréquence	0,02 % (avec $T = 60 \text{ s}$, $N = 10$)
Exactitude du réglage	$\pm 0,02 \%$

6.2.5 Harmoniques

La superposition des harmoniques doit être possible dans les circuits de tension et de courant. Les exigences sont indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Réglage des harmoniques

Paramètre	Valeur
Plage harmonique	Du 2 ^e au 21 ^e
Amplitude des harmoniques en pourcentage par rapport à l'amplitude à la fréquence fondamentale	0 % à 40 % pour les harmoniques 2 à 5 0 % à 15 % pour les harmoniques 6 à 7 0 % à 10 % pour les harmoniques 8 à 21 La valeur crête du courant ou de la tension superposé(e) peut ne pas dépasser $1,4 I_{\max}$ et $1,4 U_{\max}$
Résolution de réglage	Au maximum 1 % de l'amplitude à la fréquence fondamentale
Angle de phase par rapport à la fréquence fondamentale	0° à ±180°
Exactitude du réglage	Amplitude: 1 % Angle de phase: 1° par rapport à la fréquence fondamentale
La génération d'harmoniques supérieurs peut faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant (le 40 ^e harmonique, par exemple).	
NOTE $U_{\max}$ et $I_{\max}$ sont les limites spécifiées des plages de tensions et de courants du MTU.	

Il convient que la source soit capable de générer les conditions d'essai spécifiées en 12.4.2.

6.3 Compteur étalon

6.3.1 Classe d'exactitude

Il convient que l'exactitude d'un compteur étalon soit au moins 5 fois meilleure que la classe d'exactitude du DUT, mais d'au moins 0,1 %. Les classes d'exactitude recommandées pour le compteur de référence sont 0,02 %, 0,05 % et 0,1%. D'autres classes d'exactitude peuvent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

6.3.2 Valeurs électriques normales

Les valeurs électriques normales des compteurs étalons sont indiquées dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs électriques normales pour le compteur étalon

Paramètre	Valeur normale
Alimentation secteur	U_n (définie en 6.1)
Plage de mesure de la tension	30 V à 300 V (entre phase et neutre) ¹⁾
Plage de mesure du courant	1 mA à 120 A ¹⁾
Plage de mesure de la fréquence	45 Hz à 65 Hz
Largeur de bande de fréquences minimale	Jusqu'à 1 260 Hz (harmonique 21 de 60 Hz) ¹⁾
Mode de mesure pour un MTU monophasée	1 phase 2 fils active/réactive
Mode de mesure pour un MTU triphasée	1 phase 2 fils active/réactive 3 phases 4 fils active/réactive et apparente 3 phases 3 fils active/réactive et apparente
Sortie de pulse	Le compteur étalon doit fournir une sortie de pulse proportionnelle à la puissance aux fins de l'étalonnage et du mesurage
Interface	Le compteur étalon doit disposer d'une ou plusieurs interfaces de communication et de commande
¹⁾ La valeur maximale du courant, de la tension et des harmoniques peut faire l'objet d'un accord mutuel entre l'acheteur et le fabricant.	

6.4 Champ magnétique du MTU

L'induction magnétique produite par le MTU à la position du ou des DUTs et pour les plages de courants et de fréquences conformes au Tableau 7 ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

Pour $I \leq 10$ A $B \leq 0,002\,5$ mT;

Pour $I > 10$ A $B \leq 0,000\,25$ mT $\times (I/A)$

où:

I est le courant de sortie du MTU, en A;

B est l'induction magnétique dans l'air due au champ magnétique ($B = \mu_0 \times H$).

L'essai doit être effectué sans le DUT raccordé. Les circuits de courant doivent être court-circuités.

6.5 Valeurs électriques et mécaniques pour la ou les têtes de lecture

Les exigences relatives aux têtes de lecture sont indiquées dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Valeurs électriques et mécaniques pour la ou les têtes de lecture

Paramètre	Paramètres normalisés
Sensibilité du récepteur	Pour détecter la sortie optique d'essai conformément au 5.8.2.2 de l'IEC 62052-11:2020
Distance de la LED du DUT	$> 10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}^{1)}$
Détection de la durée d'impulsion minimale	100 μs pour les LED de détection des DUT statiques
Distance du disque de rotor	Jusqu'à 45 mm
¹⁾ Si la LED du DUT rayonne avec l'intensité maximale spécifiée dans l'IEC 62052-11 (1 000 $\mu\text{W} / \text{cm}^2$), la distance s'élève à 45 mm.	

6.6 Système de calcul d'erreur

6.6.1 Exigences fonctionnelles

Le système de calcul d'erreur reçoit les impulsions de la ou des têtes de lecture ou des sorties d'impulsions du ou des DUT et les compare aux impulsions reçues de l'étalon de travail. Il doit être capable de compter les impulsions, puis de calculer et d'indiquer l'erreur correspondante d'un ou de plusieurs DUT.

Ce système doit avoir les fonctions normalisées suivantes:

- le système doit indiquer, pour chaque DUT, l'erreur relative avec son signe (+ ou -);
- une fonction de réinitialisation doit être disponible pour permettre de réinitialiser l'indication d'erreur si la mesure d'erreur est erronée pour quelque raison que ce soit;
- le système doit fournir les paramètres du processus de calcul d'erreur à des fins de vérification.

Des fonctionnalités complémentaires peuvent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant, par exemple un connecteur supplémentaire pour raccorder un câble de sortie d'impulsions d'un compteur étalon de référence externe à des fins de vérification.

6.6.2 Paramètres

Les exigences sont indiquées dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Paramètres du système de calcul d'erreur

Paramètre	Paramètres normalisés
Plage de fréquences des impulsions que le système doit être capable de compter	0 kHz à 2,5 kHz
Résolution de l'indication d'erreur	Au minimum 0,01 %
Éléments de l'affichage d'erreur	Signe, chiffres et unité, en %
Exactitude	± 1 chiffre du chiffre le plus faible

7 Exigences de construction du MTU

7.1 Exigences générales

Le MTU doit être de la classe de protection I conformément à l'IEC 61140:2016. Toutes les parties exposées à la corrosion dans les conditions normales de fonctionnement doivent être protégées efficacement. Les couches de protection ne doivent pas être susceptibles de subir de détériorations pendant les manipulations normales, ni d'être endommagées par l'exposition à l'air dans les conditions normales de fonctionnement. Les distances dans l'air et lignes de fuite doivent être conforme à l'IEC 60664-1:2020, catégorie de surtension II, degré de pollution 1.

Le MTU doit être équipé d'un interrupteur secteur, d'un fusible secteur et d'un bouton d'urgence.

7.2 Source et compteur étalon

La source et le compteur étalon peuvent constituer une unité autonome ou être situés dans le système d'installation du compteur. S'ils sont raccordés en permanence au MTU, ils doivent être équipés d'une borne de conducteur de protection.

7.3 Système d'installation du compteur

7.3.1 Généralités

Le système d'installation du compteur est un banc qui comprend les exigences de construction nécessaires et les connexions, conçu pour permettre les essais des compteurs dans les conditions d'essai spécifiées dans les normes applicables. Il convient de choisir l'agencement du câblage et les sections de manière appropriée afin de réduire le plus possible la chute de tension, les pertes de puissance, l'induction magnétique et les interférences capacitatives.

Le système d'installation du compteur doit être conçu de façon à tenir compte du nombre de DUT spécifié par l'acheteur, ainsi que des têtes de lecture, des unités de calcul et d'affichage d'erreur et, si nécessaire, des transformateurs de tension secondaire (MSVT) et/ou des transformateurs de courant isolés (ICT) pour chaque position de DUT.

La conception du banc d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

7.3.2 Bornes

7.3.2.1 Généralités

L'acheteur et le fabricant doivent convenir des bornes auxquelles les valeurs de sortie du MTU sont spécifiées.

Ces bornes peuvent être les bornes de la source ou l'une des positions du DUT.

Toutes les parties des bornes doivent être conçues de manière à réduire le plus possible le risque de corrosion qui résulte du contact avec toute autre partie métallique.

Les raccordements électriques doivent être conçus de manière à éviter la pression de contact transmise par des matériaux isolants flexibles.

7.3.2.2 Bornes de sortie de tension d'essai

Chaque position d'essai du compteur doit avoir des bornes de sortie de tension qui correspondent au nombre de phases. Ces bornes peuvent être connectées en parallèle à la source de tension directement, ou par le biais de MSVT. Les MSVT sont spécifiés à l'Annexe F.

Les bornes doivent être équipées d'embases de 1 000 V, CAT III, conformément au 6.5.2.1 de l'IEC 61010-031:2015, afin d'éviter qu'une personne touche accidentellement des parties actives dangereuses.

Le câblage doit permettre de s'assurer que les exigences d'exactitude et les conditions d'essai de référence sont respectées pour chaque position d'essai du compteur.

Les câbles de tension fournis avec le MTU doivent être assignés pour les tensions maximales d'essai.

7.3.2.3 Bornes de courant d'essai

Le système de montage du compteur doit avoir des bornes d'entrée et de sortie de courant conformes au nombre de phases et de positions d'essai. Ces bornes peuvent être connectées en série à la source de courant directement, ou par le biais d'ICT. Les ICT sont spécifiés à l'Annexe G.

Les bornes de courant doivent être capables de transporter les courants d'essai maximaux en continu, sans refroidissement forcé dans les conditions de fonctionnement spécifiées. Une limite de durée d'exposition peut être fixée par accord entre le fabricant et l'acheteur.

Le fabricant et l'acheteur peuvent convenir de la méthode de raccordement, par exemple à l'aide de câblage libre entre les bornes des DUT ou au moyen de connecteurs à connexion rapide.

NOTE Un connecteur à connexion rapide est un assemblage de broches conçu pour la plaque à bornes du DUT. Au moyen d'un poussoir mécanique, toutes les broches entrent en contact avec les bornes de la plaque à bornes simultanément.

8 Exigences relatives aux informations et au marquage

8.1 Généralités

NOTE L'Article 8 est fondé sur les références suivantes: IEC 62052-11:2020, Article 6, IEC 62055-31:2005, 5.13; IEC 62052-31:2015, Article 5, IEC 61010-1:2010, Article 5, IEC 61010-1:2010/AMD1:2016, Article 5, et IEC 62477-1:2022, Article 6.

L'objet du présent Article 8 est de définir le marquage des informations nécessaires au choix, à l'installation et à la mise en service, à l'utilisation et à la maintenance en toute sécurité d'un MTU. Les informations exigées sont données dans le Tableau 10, qui indique l'endroit où les informations doivent être fournies ainsi que les références aux paragraphes explicatifs.

Les exigences du présent Article 8 s'appliquent à l'ensemble du MTU, sauf indication contraire. Toutes les informations doivent être données dans une langue appropriée, et les documents doivent comporter des références d'identification.

Tableau 10 – Exigences relatives aux informations

Informations pour le choix	Paragraphe	Emplacement ^{a, b}				Paragraphe technique
		C	IM	UM	MM	
<i>Informations générales</i>	8.3.2					
Nom ou marque du fabricant		x	x	x	x	-
Désignation de la fonction, et type		x	x	x	x	-
Espace pour la marque d'homologation (le cas échéant)		x	x	x	x	-
Lieu de fabrication		x				-
Numéro de série		x				-
Classe de protection			x		x	8.4.4
Conditions d'environnement, stockage			x		x	9.1
Conditions d'environnement, fonctionnement			x		x	9.1
Température de référence si différente de 23 °C			x		x	9.1
Informations spécifiées par le propriétaire						-
Normes de référence			x		x	-
Instructions de référence			x	x	x	-
Caractéristiques assignées des fusibles		x	x	x	x	-
Tension d'alimentation, fréquence, puissance apparente maximale, nombre de phases		x	x	x	x	6.1
<i>Pour les compteurs étalons</i>	8.3.3					
Plage de tensions de mesure		x	x	x	x	6.3.2
Plage de courants de mesure		x	x	x	x	6.3.2
Plage de fréquences de mesure		x	x	x	x	6.3.2
Nombre de phases, nombre de fils, type(s) de service(s)			x	x	x	6.3.2
Exactitude		x	x	x	x	6.3.1
<i>Pour les sources</i>	8.3.4					
Tension, courant et puissance		x	x	x	x	6.2.1, 6.2.2, 6.2.3
Marquages spécifiques au produit		x	x	x	x	-
<i>ICT et MSVT</i>	8.3.5					
Plage de mesure		x	x	x	x	F.4, G.4
Plage de fréquences		x	x		x	F.4, G.4
Exactitude		x				F.4, G.4
Puissance de sortie		x	x	x	x	F.4, G.4
<i>Pour les interfaces de communication et les systèmes de calcul d'erreur</i>	8.3.6					
Marquages spécifiques au produit		x	x	x	x	-
Support de communication		x	x	x	x	-
<i>Pour l'installation et la mise en service</i>	8.4					-
Dimensions et masse	8.4.2		x		x	-

Informations pour le choix	Paragraphe	Emplacement ^{a, b}				Paragraphe technique
		C	IM	UM	MM	
Exigences de raccordement	8.4.3		x			-
Câbles de raccordement	8.4.3.2	x	x		x	-
Schémas de branchement et de câblage	8.4.3.3		x		x	-
Bornes auxiliaires	8.4.3.4	x	x		x	-
Exigences de protection	8.4.4					-
Classe de protection et mise à la terre	8.4.4		x		x	-
Autoconsommation	8.4.5		x		x	-
<i>Pour l'utilisation</i>	8.5					-
Généralités	8.5.1			x		-
Affichage, boutons poussoirs et autres commandes	8.5.2			x		-
Raccordement à d'autres équipements	8.5.3			x		-
Dispositifs de protection externes	8.5.4			x		-
Nettoyage	8.5.5					-
<i>Pour la maintenance</i>	8.5.6				x	-
^a Emplacement: C = Boîtier. Ces marquages peuvent apparaître sur une ou plusieurs plaques signalétiques ou peuvent être portés sur le ou les couvercles de l'unité de façon permanente; IM = Manuel d'installation; UM = Manuel d'utilisation; MM = Manuel de maintenance. ^b Les manuels d'installation, d'utilisation et de maintenance peuvent être combinés de la manière appropriée et, si cela est acceptable pour le client, ils peuvent être fournis au format électronique. Lorsqu'un produit est fourni en plusieurs exemplaires à un même client, il n'est pas nécessaire de fournir un manuel avec chaque produit, si cela est acceptable pour le client.						

8.2 Étiquettes, panneaux et signaux

L'étiquetage doit être conforme aux bons principes ergonomiques de sorte que les notices, commandes, indications, installations d'essai, etc. soient judicieusement placées et logiquement regroupées afin de faciliter une identification correcte et sans ambiguïté.

Il convient de placer toutes les étiquettes des équipements de sécurité de telle manière qu'elles soient facilement visibles pour l'observateur prévu et l'avertissent de tout danger en temps opportun pour qu'il entreprenne une action appropriée.

Les symboles graphiques doivent être conformes à l'IEC 60417, l'IEC 60617, l'ISO 7000, selon le cas. Les symboles IEC 60417 et ISO 7000 qui peuvent être utilisés sur les équipements de comptage sont représentés à l'Annexe A. Les symboles qui ne figurent pas dans ces normes de bases de données doivent être expliqués lorsqu'ils sont utilisés. Il n'existe aucune exigence de couleur pour les symboles.

La documentation du MTU doit comprendre un énoncé qui indique qu'elle doit être consultée dans tous les cas où le symbole 14 du Tableau A.1 apparaît, afin de déterminer la nature des dangers potentiels et toutes les actions qui doivent être entreprises en vue de les éviter.

Les signaux de sécurité doivent être conformes à l'ISO 3864-1.

Les mentions d'avertissement indiquées ci-après doivent être utilisées et la hiérarchie suivante respectée:

- **DANGER** pour attirer l'attention sur un risque élevé, par exemple: "Haute tension";
- **AVERTISSEMENT** pour attirer l'attention sur un risque moyen, par exemple: "Cette surface peut être chaude.";
- **MISE EN GARDE** pour attirer l'attention sur un faible risque, par exemple: "Certains des essais spécifiés dans la présente norme impliquent l'utilisation de processus qui présentent des risques pour les opérateurs et les personnes concernées."

Les marquages de danger, d'avertissement et de mise en garde sur l'équipement de comptage doivent être précédés de la mention "DANGER", "AVERTISSEMENT" ou "MISE EN GARDE", selon le cas, en lettres d'au moins 3,2 mm de hauteur. Les autres lettres de ces marquages doivent avoir une hauteur d'au moins 1,6 mm.

8.3 Informations pour le choix

8.3.1 Généralités

Les MTU doivent être accompagnés d'informations relatives à la fonction, aux caractéristiques électriques et à l'environnement prévu afin de déterminer l'adéquation du MTU aux besoins. Ces informations comprennent, entre autres, les éléments suivants.

8.3.2 Informations générales

Pour l'équipement du MTU, les informations générales suivantes doivent être fournies:

- le nom ou la marque du fabricant;
- la désignation du type, de préférence dans la langue locale;
- la marque d'homologation ou l'espace prévu à cet effet, si les organismes notifiés le demandent;
- le lieu de fabrication, si nécessaire;
- le numéro de série;
- la classe de protection;
- les conditions d'environnement pour le stockage et opération;
- la température de référence si différente de 23 °C;
- les informations spécifiées par le propriétaire, selon accord entre le fabricant et l'acheteur;
- la référence aux instructions d'installation, de fonctionnement et de maintenance.

8.3.3 Informations relatives aux compteurs étalons

Pour les compteurs étalons, les informations suivantes doivent être fournies conformément aux normes de produit applicables pour le DUT (compteur d'électricité):

- la tension de mesure;
- le courant de mesure;
- la plage de fréquences;
- le type de service. Cela implique:
 - le nombre de phases;
 - le nombre de fils pour lequel le compteur est adapté;
- les grandeurs mesurées. Cela implique:
 - l'énergie active;
 - l'énergie réactive;

- l'énergie apparente;
- la tension;
- le courant;
- la fréquence;
- l'angle de phase;
- le principe de mesure (conformément au 3.2);
- l'exactitude (relative à la grandeur mesurée).

8.3.4 Informations relatives aux sources, aux calculateurs d'erreur et aux générateurs de fréquence

L'équipement comprend des générateurs de fréquence, des calculateurs d'erreur et des sources de tension et de courant. Pour les sources de tension et de courant et les générateurs de fréquence, les informations suivantes doivent être fournies:

- le type et la valeur de la tension d'alimentation auxiliaire (en courant alternatif ou en courant continu);
- la plage de valeurs de sortie;
- la consommation maximale.

Pour les sources, les informations supplémentaires suivantes doivent être fournies:

- les spécifications de sortie pour les plages de tensions par rapport à la fréquence;
- les spécifications de sortie pour les plages de courants par rapport à la fréquence.

Pour les sources, les informations suivantes doivent apparaître de manière appropriée:

- la plage active de fonctionnement;
- le statut marche/arrêt;
- les défauts;
- la valeur réelle de la tension, du courant et de la fréquence.

8.3.5 Informations relatives aux ICT et MSVT

Pour les ICT et les MSVT, les informations suivantes doivent être fournies:

- la plage de tension/la charge maximale et l'exactitude pour les MSVT;
- la plage de courants/la charge maximale et l'exactitude pour les ICT;
- la plage de fréquences.

8.3.6 Pour les interfaces de communication et les systèmes de calcul d'erreur

Pour ces dispositifs, les informations suivantes doivent être fournies:

- le canal de communication;
- la ou les normes applicables;
- la tension de fonctionnement, si elle n'est pas spécifiée dans les normes;
- les informations de statut, la consommation.

8.4 Informations pour l'installation et la mise en service

8.4.1 Généralités

La responsabilité d'une installation sûre et fiable incombe à l'installateur. Le fabricant de MTU doit fournir des informations de support pour cette tâche. Ces informations doivent être sans ambiguïté, et peuvent être présentées sous forme de schéma.

NOTE Tout équipement électrique pouvant être installé ou mis en fonctionnement de manière telle que des conditions dangereuses puissent se produire, la conformité aux exigences du présent document n'assure pas en soi une installation sûre. Toutefois, lorsque l'équipement conforme à ces exigences est convenablement choisi et correctement installé, mis en service et utilisé, les dangers sont réduits le plus possible.

8.4.2 Dimensions et masse

Les informations suivantes sont fournies par le fabricant: schéma dimensionnel, schéma d'agencement, masse.

Les données peuvent également être indiquées en plusieurs unités (par exemple en mm et en pouces).

8.4.3 Raccordement

8.4.3.1 Généralités

Des informations doivent être fournies pour permettre à l'installateur d'établir des connexions électriques sûres entre le MTU et le réseau d'alimentation. Cela doit comprendre des informations relatives à la protection contre les dangers.

8.4.3.2 Câbles de raccordement

En général, il existe des réglementations nationales concernant les installations électriques. Ces réglementations spécifient le type et la taille des câbles de raccordement à utiliser.

Le manuel d'installation doit comprendre un énoncé qui indique que l'installateur doit consulter la réglementation locale. Le manuel d'installation doit contenir des recommandations relatives au type de câble de raccordement à utiliser. Les terminaisons de câbles recommandées et les exigences relatives aux valeurs de couple de serrage doivent également être spécifiées le cas échéant.

8.4.3.3 Schémas de branchement

Chaque MTU doit être fourni avec un schéma de branchement. Si les bornes comportent des marquages, ceux-ci doivent être reproduits sur le schéma.

8.4.3.4 Bornes auxiliaires

Les bornes et les connecteurs des circuits auxiliaires (autres que les circuits de mesure de la tension et du courant) doivent être facilement identifiables par les marquages de l'équipement. Les informations suivantes doivent être fournies dans la documentation, pour autant qu'elles soient pertinentes pour la sécurité et selon le cas:

- la ou les fonctions: par exemple, entrée/sortie d'impulsions, entrée/sortie de commande;
- le type du ou des circuits, par exemple optocoupleur, relais, relais à semiconducteurs;
- le type de tension (alternative ou continue), les tensions nominale, minimale et maximale;
- la fréquence nominale et la fréquence maximale, selon le cas.

8.4.4 Protection – Classe de protection et mise à la terre

Les MTU peuvent être raccordés au secteur par le biais d'une fiche ou être connectés de façon permanente. L'équipement étant de la classe de protection I, un conducteur de protection doit être présent.

Le manuel d'installation doit comprendre un énoncé qui indique comment le fil de terre est ou doit être raccordé.

8.4.5 Autoconsommation

Pour les circuits d'alimentation du MTU et pour les circuits auxiliaires (sans fourniture des sorties de tension de mesure et de courant de mesure), les informations suivantes doivent être fournies dans les manuels d'instruction, d'utilisation et de maintenance: la consommation maximale en watts (puissance active) ou en volts-ampères (puissance apparente), ou le courant d'entrée maximal assigné, avec tous les accessoires ou modules enfichables connectés, mais sans DUT.

8.5 Informations d'utilisation

8.5.1 Généralités

Le manuel d'utilisation doit contenir toutes les informations relatives au fonctionnement en toute sécurité du MTU. Il doit en particulier identifier tout matériau dangereux et tout risque de choc électrique, de surchauffe, d'explosion, de bruit acoustique excessif, etc.

Tous les marquages de sécurité doivent être clairement expliqués.

Le manuel d'utilisation doit également indiquer tout danger, qui peut résulter d'un mauvais usage raisonnablement prévisible de l'équipement de comptage, notamment en cas de travail sur les DUT lorsqu'ils sont mis sous tension.

8.5.2 Affichage, boutons poussoirs et autres commandes

Le manuel d'utilisation doit fournir une description des principaux éléments qui peuvent être affichés sur l'équipement du MTU.

8.5.3 Raccordement à l'équipement de l'utilisateur

Si le raccordement d'un équipement de l'utilisateur est possible, les schémas de branchement nécessaires, l'identification, le marquage et la description des connecteurs, ainsi que les opérations nécessaires doivent être précisés.

Le manuel d'utilisation doit également indiquer tout danger, qui peut résulter du raccordement de l'équipement de l'utilisateur.

8.5.4 Dispositifs de protection externes

Si des dispositifs de protection externes tels que des fusibles et des disjoncteurs peuvent être actionnés par l'utilisateur, tout danger pour la sécurité lié à leur fonctionnement doit être expliqué dans le manuel d'utilisation du MTU.

8.5.5 Nettoyage

Le manuel d'utilisation doit fournir des informations relatives au nettoyage, le cas échéant.

8.6 Informations de maintenance

Les informations relatives à la sécurité doivent comprendre, dans les manuels d'installation et de maintenance, le cas échéant, les éléments suivants:

- les procédures et calendriers de maintenance préventive;
- les précautions de sécurité pendant la maintenance;
- l'emplacement de parties actives qui peuvent être accessibles pendant la maintenance (lorsque des couvercles sont enlevés, par exemple);
- les procédures de réglage;
- les procédures de réparation et de remplacement de sous-ensembles et de composants;
- des informations pour la mise au rebut en toute sécurité de l'équipement et de toute pièce remplaçable;
- la vérification de l'état de sécurité de l'équipement après réparation;
- toute autre information pertinente.

9 Conditions climatiques du MTU

9.1 Conditions d'environnement normales

Le MTU et ses sous-ensembles doivent être conçus pour fonctionner dans les conditions climatiques suivantes, indiquées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Conditions climatiques

Conditions climatiques	
Température nominale	23 °C ± 2 °C
Conditions climatiques de fonctionnement	3K2 ¹⁾
Conditions climatiques de transport et de stockage	2K2 ²⁾
¹⁾ Conformément à l'IEC 60721-3-3: Basse température de l'air +15 °C, haute température de l'air +30 °C, faible humidité relative 10 %, humidité relative élevée 75 %. ²⁾ Conformément à l'IEC 60721-3-2: Basse température de l'air –25 °C, haute température de l'air +60 °C, humidité relative élevée 75 %. Il convient que le stockage et le transport du MTU aux extrêmes de cette plage de températures ne dépassent pas une période maximale de 6 h.	

9.2 Conditions d'environnement extrêmes

NOTE Le texte suivant est fondé sur l'Article 4 de l'IEC 60721-3-3:2019.

Les spécifications applicables aux produits destinés à fonctionner dans des conditions d'environnement extrêmes ou particulières sont un sujet de négociation entre le fabricant et l'acheteur.

9.3 Limites de température et résistance à la chaleur

La température des surfaces qu'il est facilement possible de toucher ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 12 à la température maximale de la plage de fonctionnement.

Tableau 12 – Limites de température de surface

Partie		Limite °C
1)	Surface externe des parties de l'enveloppe susceptibles d'être touchées (environ 1 s)	
	a) métal, non revêtu ou anodisé	65
	b) métal, revêtu (peinture, non métallique)	75
	c) verre et céramique	80
	d) plastique	85
2)	Dispositifs actionnés par l'utilisateur	
	a) métal	55
	b) verre et céramique	65
	c) plastique	70
NOTE L'effet de la durée de contact est indiqué dans l'ISO 13732-1.		

10 Exigences électriques du MTU

10.1 Influence de l'alimentation secteur

Le MTU et ses composants doivent être conçus pour fonctionner dans les conditions d'alimentation secteur décrites dans l'EN 50160.

10.2 Isolation

10.2.1 Généralités

Le MTU et ses composants intégrés doivent conserver des qualités diélectriques adéquates dans les conditions normales d'utilisation.

10.2.2 Distances dans l'air et lignes de fuite

Les distances dans l'air et les lignes de fuite doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 61010-1:2010 et de l'IEC 61010-1:2010/AMD1:2016 pour la catégorie de surtension II et aux exigences de l'IEC 61010-031:2015 et de l'IEC 61010-031:2015/AMD1:2018 pour la catégorie de mesure II, sauf spécification contraire.

10.2.3 Vérification des distances dans l'air et lignes de fuite

10.2.3.1 Vérification par mesurage

La vérification des distances dans l'air et des lignes de fuite doit être effectuée de la manière spécifiée au 6.2 de l'IEC 60664-1:2020.

10.2.3.2 Vérification des distances dans l'air par des essais de tension d'impulsion

Les distances dans l'air doivent être vérifiées en procédant aux essais de tension d'impulsion spécifiés dans l'IEC 60664-1:2020. Ces essais de type concernent chaque composant individuel d'un MTU.

10.2.4 Essai de tension alternative

10.2.4.1 Tension d'essai

L'essai doit être exécuté conformément au 6.10.2.5 de l'IEC 62052-31:2015. La tension d'essai doit être pratiquement sinusoïdale, avec une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz, et appliquée pendant 60 s. La source de puissance doit être capable de fournir au moins 500 VA.

La tension de la source doit être vérifiée avec une exactitude meilleure que 3 %.

La tension doit être appliquée à l'objet d'essai en commençant à une valeur suffisamment faible pour éviter tout effet de surtension dû à des transitoires de commutation. Elle doit être maintenue pendant la durée spécifiée, puis rapidement diminuée, mais pas brusquement interrompue, cela pouvant générer des transitoires de commutation susceptibles de provoquer des dommages ou d'entraîner des résultats d'essai erratiques.

10.2.4.2 Réalisation des essais

Les tensions d'essai et les points d'application sont spécifiés dans le Tableau 13.

Chaque composant du MTU doit être traité et soumis à l'essai en tant que DUT:

- source de tension et source de courant;
- compteur étalon;
- banc d'essai des compteurs.

Les essais sont effectués lors de la fabrication d'un banc d'essai de compteur neuf.

Tableau 13 – Essais de tension alternative

	Tension d'essai kV Classe de protection I	Point d'application de la tension d'essai
Banc d'essai des compteurs	2	Entre, d'une part, tous les circuits de courant et de tension ainsi que tous les autres circuits dont la tension de référence est supérieure à 33 V, reliés ensemble, et, d'autre part, la terre.
Source		
Compteur étalon	2	Entre, d'une part, tout circuit dont la tension de référence est supérieure à 33 V et, d'autre part, tous les autres circuits indépendants dont la tension de référence est supérieure à 33 V, reliés ensemble.
Équipement avec alimentation secteur	2	Entre des circuits qui ne sont pas destinés à être reliés ensemble en service.

Pendant ces essais, il ne doit se produire aucun contournement, aucune décharge disruptive ni perforation.

11 Compatibilité électromagnétique

11.1 Exigences générales et critères de performance

Le MTU doit être conçu de manière telle que les phénomènes électromagnétiques conduits ou rayonnés et les décharges électrostatiques ne dégradent pas ni n'influencent ultérieurement la fonction et l'exactitude du MTU. Le MTU doit satisfaire aux exigences relatives aux sites industriels légers. Cependant, les émetteurs RF tels que les téléphones mobiles ne doivent pas être utilisés à proximité immédiate du MTU.

Les phénomènes et les niveaux d'essai doivent être ceux spécifiés dans le Tableau 1 de l'IEC 61326-1:2020, sauf spécification contraire dans les paragraphes suivants.

Les phénomènes électromagnétiques de courte durée sont considérés comme des perturbations et les critères de performance spécifiés dans le Tableau 1 de l'IEC 61326-1:2020 s'appliquent. Les phénomènes électromagnétiques continus et de longue durée sont considérés comme des grandeurs d'influence et les exigences d'exactitude applicables au compteur étalon sont spécifiées dans le Tableau 14.

Pour ces essais, les points d'essai pour les sources, les MSVT, les ICT et les compteurs étalons doivent être les suivants:

- $I_n = 5 \text{ A}$;
- $U_n = 120 \text{ V}$;
- $f_n = 50 \text{ Hz}$;
- tous les circuits de puissance alimentés à la tension de référence (le cas échéant);
- tension et courant équilibrés;
- facteur de puissance $\cos \varphi = 1$ et $\sin \varphi = 1$.

Il convient de privilégier l'utilisation de ce point d'essai, même si l'équipement en essai présente plusieurs plages de courants, de tensions ou de fréquences.

Tableau 14 – Limites de variation de l'erreur des compteurs étalons lors de l'essai d'immunité

Phénomène	Classe d'exactitude de l'étalon de compteurs utilisé dans le MTU		
	0,02	0,05	0,1
Champs électromagnétiques RF	0,02	0,05	0,1
RF conduites	0,02	0,05	0,1
Essai de champ magnétique à la fréquence du réseau	0,02	0,05	0,1

La définition des critères de performance est conforme à la définition donnée dans en 6.4 de l'IEC 61326-1:2020. Les fonctions primaires sont l'enregistrement de l'énergie et le calcul de l'erreur.

11.2 Conditions générales d'essai

11.2.1 Généralités

Si les essais de CEM ne peuvent pas être réalisés sur le MTU complet, chaque composant doit être traité et soumis à l'essai séparément en tant que DUT.

Sauf spécification contraire ou s'il y a lieu, les composants du MTU doivent être soumis à l'essai en tant qu'équipement de table, dans leur position normale d'utilisation et en condition normale de fonctionnement. Les MTU complets peuvent être soumis à l'essai en tant qu'équipement sur pied. Toutes les parties prévues pour être reliées à la terre doivent être mises à la terre.

11.2.2 Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

Les décharges doivent être appliquées à l'accès par l'enveloppe de la source de tension et de la source de courant, du compteur étalon, du MSVT, des ICT et du calculateur d'erreur.

Le niveau d'essai doit correspondre à l'IEC 61326-1:2020 pour les sites industriels et l'environnement électromagnétique industriel.

Critère de performance B.

11.2.3 Essai d'immunité des champs électromagnétiques RF

Cet essai s'applique à l'accès par l'enveloppe de la source de tension et de la source de courant, du compteur étalon, du MSVT, des ICT et du calculateur d'erreur. La longueur de câble exposée au champ doit être de 1 m.

a) Essai du compteur étalon:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites de variation de l'erreur spécifiées dans le Tableau 14.

b) Essai de la source de tension et de la source de courant:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3.

c) Essai du MSVT et des ICT:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites spécifiées dans le Tableau F.1 et le Tableau G.2.

Critère de performance A.

11.2.4 Immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau d'origine externe

Le niveau d'essai doit correspondre au Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2020, sites industriels et environnement électromagnétique industriel, mais avec 400 A/m, en utilisant la méthode d'immersion.

a) Essai du compteur étalon:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites de variation de l'erreur spécifiées dans le Tableau 14.

b) Essai de la source de tension et de la source de courant:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3.

c) Essai du MSVT et des ICT:

- dispositif en état de fonctionnement;
- points d'essai spécifiés en 11.1;
- limites spécifiées dans le Tableau F.2 et le Tableau G.2.

Critère de performance A.

11.2.5 Essai d'immunité aux transitoires rapides en salves

La tension d'essai doit être appliquée aux accès d'alimentation en courant alternatif de la source de tension et de la source de courant, du MSVT, des ICT, du compteur étalon et des générateurs de fréquence :

- a) entre les bornes de chaque circuit normalement raccordé au secteur;
- b) entre deux circuits indépendants quelconques de tensions de référence supérieures à 40 V;
- c) entre chaque circuit indépendant de tension de référence supérieure à 40 V et la terre.

Le niveau d'essai doit correspondre au Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2020, sites industriels.

Durée de l'essai: 60 s à chaque polarité.

Critère de performance B.

11.2.6 Essai d'immunité aux ondes de choc

Les ondes de choc doivent être appliquées aux accès d'alimentation en courant alternatif des sources de tension et de courant, du MSVT, des ICT et du compteur étalon.

Le niveau d'essai doit correspondre au Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2020, sites industriels, et environnement électromagnétique industriel.

Critère de performance B.

11.2.7 Essai d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

La tension d'essai doit être appliquée entre phases aux accès d'alimentation en courant alternatif des sources de tension et de courant, du MSVT, des ICT et du compteur étalon.

Le niveau d'essai doit correspondre au Tableau 2 de l'IEC 61326-1:2020, sites industriels.

- a) Essai du compteur étalon:
 - dispositif en état de fonctionnement;
 - points d'essai spécifiés en 11.1;
 - dispositif en état de fonctionnement;
 - limites de variation de l'erreur spécifiées dans le Tableau 14.
- b) Essai de la source de tension et de la source de courant:
 - dispositif en état de fonctionnement;
 - points d'essai spécifiés en 11.1;
 - limites spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3.
- c) Essai du MSVT et des ICT:
 - dispositif en état de fonctionnement;
 - points d'essai spécifiés en 11.1;
 - limites spécifiées dans le Tableau F.2 et le Tableau G.2.

Critère de performance A.

11.2.8 Antiparasitage

L'essai doit être effectué sur le MTU complet ou sur les différents composants du compteur étalon, ainsi que sur la source de tension et la source de courant, le MSVT et les ICT du MTU conformément à la norme CISPR 11.

Le compteur étalon doit être en condition normale de fonctionnement, sans DUT raccordé:

- dispositif en état de fonctionnement.

La source de tension et la source de courant doivent être en condition normale de fonctionnement:

- circuits de puissance alimentés à la tension de référence;
- chargée à 50 % de la puissance de sortie maximale des sources, à la charge résistive.

Le résultat d'essai doit satisfaire aux exigences données dans les normes CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 et CISPR 11:2015/AMD2:2019 pour les équipements du groupe 1 de la classe A.

12 Compteur étalon

12.1 Généralités

Les essais du 12.3 et du 12.4 s'appliquent pour les essais de type.

12.2 Exigences d'exactitude dans les conditions de référence

Le compteur étalon étant soumis aux conditions de référence données à l'Annexe B, les erreurs relatives ne doivent pas dépasser les limites indiquées, selon la classe d'exactitude, dans le Tableau 15. Si le compteur étalon est prévu pour le mesurage de l'énergie dans les deux sens, les valeurs doivent s'appliquer pour ces deux sens.

Les valeurs indiquées dans le Tableau 15 s'appliquent aux compteurs étalons avec une plage de tensions de 30 V à 300 V, une plage de courants de 1 mA à 120 A et une plage de fréquences de 45 Hz à 65 Hz. D'autres plages peuvent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Tableau 15 – Limites des erreurs relatives du compteur étalon

Grandeur mesurée	Plage	Limites des erreurs relatives pour la classe d'exactitude (en pourcentage de la valeur vraie) ¹⁾		
		0,02	0,05	0,1
Tension	30 V à 300 V	±0,02	±0,05	±0,1
Courant	1 mA ≤ I < 10 mA	±0,08	±0,2	±0,4
	10 mA ≤ I < 50 mA	±0,04	±0,1	±0,2
	50 mA ≤ I ≤ 120 A	±0,02	±0,05	±0,1
		Limites des erreurs relatives pour la classe d'exactitude (en pourcentage de la valeur vraie d'énergie/de puissance apparente) ²⁾		
Puissance/énergie active, réactive et apparente dans toute la plage de tensions	1 mA ≤ I < 10 mA	±0,08	±0,2	±0,4
	10 mA ≤ I < 50 mA	±0,04	±0,1	±0,2
	50 mA ≤ I < 120 A	±0,02	±0,05	±0,1
		Limites de la dérive par an pour la classe d'exactitude (en pourcentage de la valeur vraie) ³⁾		
Tension	30 V à 300 V	±0 005	±0,01	±0 025
Courant	50 mA à 120 A	±0 005	±0,01	±0 025
Puissance active/réactive et puissance apparente	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	±0,01	±0 025	±0,05
¹⁾ L'exactitude de la mesure de tension doit être maintenue dans chaque plage de courants. L'exactitude de la mesure de courant doit également être maintenue dans chaque plage de tensions. ²⁾ Les limites des erreurs relatives pour la puissance ou l'énergie active et réactive sont liées au facteur de puissance 1. Les limites des erreurs relatives pour les facteurs de puissance différents de 1 sont déterminées à partir des limites des erreurs relatives à 1 divisées par le facteur de puissance correspondant, conformément à l'exemple ci-dessous. ³⁾ Pour calculer l'incertitude, il est possible d'utiliser la dérive de l'exactitude de mesure de la tension, du courant et de la puissance indiquée dans la spécification de type du fabricant. Exemple: Calcul des limites d'erreur pour la mesure de puissance active et réactive aux facteurs de puissance $\cos \varphi = 0,5$ ou $\sin \varphi = 0,866$ et avec une limite d'erreur relative pour la mesure d'énergie apparente de ±0,05 %. La limite d'erreur relative de la mesure de puissance active est égale à $\pm 0,05 \% / 0,5 = \pm 0,1 \%$. La limite d'erreur relative de la mesure de puissance réactive est égale à $\pm 0,05 \% / 0,866 = \pm 0,0577 \%$.				

Les limites d'erreur doivent rester les mêmes dans le cas où un compteur étalon triphasé mesure un courant monophasé, mais avec une tension polyphasée équilibrée appliquée aux circuits de tension. Avec un facteur de puissance égal à 1, la différence entre l'erreur relative du compteur étalon avec une charge monophasée et l'erreur relative du compteur étalon avec une charge polyphasée équilibrée ne doit pas dépasser, respectivement, 0,02 %, 0,05 % et 0,1 % pour les compteurs étalons des classes 0,02, 0,05 et 0,1.

12.3 Limites des erreurs dues aux grandeurs d'influence

L'erreur relative additionnelle due aux grandeurs d'influence, dans les conditions de référence indiquées à l'Annexe B, ne doit pas dépasser, pour chacune des classes, les limites données dans le Tableau 16.

Les valeurs indiquées dans le Tableau 16 s'appliquent aux compteurs étalons de référence avec une plage de tensions de 30 V à 300 V, une plage de courants de 1 mA à 120 A et une plage de fréquences de 45 Hz à 65 Hz. D'autres plages peuvent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Tableau 16 – Grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Plage ¹⁾	$\cos \varphi / \sin \varphi$	Coefficient moyen de température en 1/K pour la classe d'exactitude		
			0,02	0,05	0,1
Variation de température ambiante (+15 °C à +35 °C)					
Mesure de tension	30 V à 300 V	NA	15×10^{-6}	30×10^{-6}	60×10^{-6}
Mesure de courant	50 mA à 120 A	NA	15×10^{-6}	30×10^{-6}	60×10^{-6}
Mesure de puissance/énergie active, réactive et apparente	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	1	25×10^{-6}	50×10^{-6}	80×10^{-6}
NOTE L'effet des grandeurs d'influence suivantes s'applique uniquement à la mesure de la puissance/de l'énergie apparente, active et réactive.			Limites de variation de l'erreur relative pour les compteurs étalons de la classe d'exactitude		
Grandeur d'influence	Plage ¹⁾	$\cos \varphi / \sin \varphi$	0,02	0,05	0,1
Ordre des phases inverse	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	1	±0,01	±0,02	±0,05
Harmoniques dans le circuit de tension et de courant ²⁾	$U_1 = 30 \text{ V à } 300 \text{ V}$ $I_1 = 50 \text{ mA à } 120 \text{ A}$	1	±0,04	±0,1	±0,2
Harmoniques impairs dans le circuit de courant alternatif ³⁾	$I_1 = 50 \text{ mA à } 120 \text{ A}$	1	±0,04	±0,1	±0,2
Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif	$I_1 = 50 \text{ mA à } 120 \text{ A}$	1	±0,04	±0,1	±0,2
Induction magnétique d'origine externe 0,5 mT ⁴⁾	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	1	±0,04	±0,1	±0,2
Variation de la tension d'alimentation auxiliaire ±10 %	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	1	±0,04	±0,1	±0,2
Variation de la fréquence d'alimentation auxiliaire ±5 %	30 V à 300 V 50 mA à 120 A	1	±0,02	±0,04	±0,1
¹⁾ Le fabricant peut choisir le point d'essai qui représente l'ensemble de la plage/du spectre. ²⁾ Les conditions d'essai doivent être conformes au 12.4.1. ³⁾ Les conditions d'essai doivent être conformes au 12.4.2. ⁴⁾ Une induction magnétique d'origine externe de 0,5 mT, produite par un courant de même fréquence que la tension appliquée au compteur étalon et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction, ne doit pas entraîner une variation de l'erreur relative supérieure aux valeurs indiquées dans ce tableau. Cet essai doit être appliqué à l'accès par l'enveloppe du compteur étalon. Bobine inductive conforme au 6.3.3 a) de l'IEC 61000-4-8:2009; méthode d'essai d'immersion, champ magnétique continu appliqué dans trois plans perpendiculaires, intensité de champ de 0,5 mT (400 A/m). Dès que la position d'essai du compteur étalon a été déterminée, la durée de l'essai doit être de 1 min.					
En outre, les grandeurs d'influence et les limites de variation du Tableau 14 s'appliquent.					

12.4 Essais d'exactitude en présence d'harmoniques

12.4.1 Essai avec l'harmonique 5 dans le courant et la tension

Conditions d'essai:

- courant à la fréquence fondamentale: $I_1 = 5 \text{ A}$;
- tension à la fréquence fondamentale: $U_1 = 230 \text{ V}$;
- facteur de puissance à la fréquence fondamentale: $\cos \varphi_1 = 1$ or $\sin \varphi_1 = 1$;
- contenu de la tension de l'harmonique 5: $U_5 = 10 \%$ de U_1 ;
- contenu du courant de l'harmonique 5: $I_5 = 40 \%$ de I_1 ;
- facteur de puissance harmonique: $\cos \varphi_5 = 1$ or $\sin \varphi_5 = 1$;
- les tensions fondamentales et harmoniques sont en phase au point de passage par zéro positif.

La variation de l'erreur relative lorsque le MTU est soumis aux conditions d'essai ne doit pas dépasser les limites de variation indiquées dans le Tableau 16.

12.4.2 Essais aux influences des harmoniques impairs et des sous-harmoniques

Les essais aux influences des harmoniques impairs et des sous-harmoniques doivent être effectués avec le circuit représenté à la Figure C.1 ou d'autres équipements capables de produire les formes d'onde exigée, et les formes d'onde de courant doivent correspondre respectivement à la Figure C.2 et à la Figure C.4.

La variation de l'erreur relative lorsque le compteur est soumis à la forme d'onde d'essai représentée à la Figure C.2 et à la Figure C.4, respectivement, et lorsqu'il est soumis à la forme d'onde de référence ne doit pas dépasser les limites de variation indiquées dans le Tableau 16.

Les valeurs indiquées sur les figures sont données à titre d'exemple pour 50 Hz. Pour d'autres fréquences, les valeurs peuvent être adaptées en conséquence.

13 Exigences relatives aux logiciels

13.1 Application

Ces exigences s'appliquent au logiciel fourni avec le MTU et incluent des applications qui comprennent l'étalonnage des compteurs et la certification des compteurs neufs par examen à 100 % ou examen par échantillonnage, ainsi que la validation, le réétalonnage et la recertification des compteurs déjà utilisés.

Le fabricant et l'acheteur peuvent si nécessaire convenir d'exigences différentes pour le logiciel.

13.2 Identification

Le logiciel doit être clairement identifiable par le nom du programme, le numéro de version, la somme de contrôle ou la signature numérique, le système d'exploitation cible, le cas échéant.

13.3 Protection

Le logiciel et les programmes d'essai écrits par les opérateurs doivent être protégés contre toute modification et/ou utilisation non autorisées. L'administrateur du logiciel peut attribuer des droits spécifiques à chaque opérateur. Chaque entrée d'un module du programme ne doit être possible qu'avec une identification de l'opérateur au moins par un mot de passe avant utilisation.

Les données de mesure doivent être protégées contre tout accès non autorisé.

13.4 Exigences fonctionnelles

Le logiciel doit prendre en charge les fonctions suivantes, selon accord entre le fabricant et l'acheteur:

- génération et stockage de programmes d'essai: le programme doit permettre de générer et de stocker des programmes d'essai, avec les identificateurs appropriés. Il doit être possible d'adapter les programmes à différents types de compteurs, différentes valeurs nominales et différentes plages de courants et de tensions, ainsi qu'à différentes fins d'essai, par exemple essai de type, étalonnage, examen par échantillonnage, vérification initiale, etc. Il doit être possible pour les organismes de métrologie légale de vérifier et d'approuver ces programmes;
- compensation d'erreur: le programme doit permettre, selon accord et autorisation des organismes de métrologie légale, la compensation des erreurs du MTU et de ses composants (compteurs étalons, MSVT, ICT);
- exécution de programmes d'essai:
 - le programme doit permettre l'exécution automatique ou étape par étape de programmes d'essai;
 - il doit permettre la commande, l'affichage et l'enregistrement des paramètres d'essai, tels que le mode de raccordement, les tensions, les courants, la fréquence, les angles de phase, le facteur de puissance, la puissance, l'énergie;
 - le programme doit être capable d'envoyer des données et des commandes définies au compteur, ainsi que de recevoir et de stocker en toute sécurité les données du compteur à l'aide du protocole de communication et des fonctions de sécurité spécifiés;
 - il doit également permettre de donner des instructions à l'opérateur et d'accepter des commandes et des paramètres qui proviennent d'opérateurs dûment autorisés à des moments spécifiés de l'exécution du programme;
 - le programme doit surveiller le fonctionnement du MTU pendant l'exécution du programme et, si les paramètres se situent en dehors des limites acceptables, fournir un signal d'avertissement ou une alarme et/ou abandonner le programme, selon le cas;
 - le programme doit fournir des informations sur son statut, par exemple "Initialisation", "Mesure en cours", "En attente d'entrée de l'opérateur", "Abandon", "Terminé", etc.;
- évaluation, présentation et archivage des résultats: le programme doit calculer automatiquement les erreurs; évaluer les résultats des essais pour chaque point d'essai, pour chaque position de compteur, et pour les lots de compteurs définis. Il doit afficher et imprimer les résultats, puis les stocker en toute sécurité et avec les identificateurs appropriés pour traitement ultérieur.

Certains de ces aspects sont expliqués et décrits de manière plus détaillée dans les paragraphes suivants.

13.5 Commande et surveillance du MTU par le logiciel

Le logiciel doit assurer la surveillance du matériel. Tout dysfonctionnement et tout défaut des composants matériels doivent être détectés afin d'empêcher de mauvais étalonnages du compteur ou des résultats d'essai incorrects.

Toutes les données reçues du matériel de mesure doivent être vérifiées en ce qui concerne leur plausibilité et leur cohérence. Un message d'avertissement ou d'aide doit être adressé à l'opérateur en cas de résultats improbables ou incohérents.

Si certaines mesures ne peuvent pas être effectuées, cela ne doit pas entraîner d'interruptions ou de dysfonctionnements du programme, dans la mesure du possible. Les mesures incomplètes ne doivent pas être évaluées ou, si elles sont évaluées, elles doivent être repérées sans ambiguïté. Elles ne doivent pas compromettre la présentation et le stockage des résultats d'autres mesures, ou si ces mesures sont altérées de quelque manière que ce soit, elles doivent être repérées sans ambiguïté.

13.6 Création, protection et stockage de programmes d'essai

Tous les programmes d'essai et ensembles de paramètres utilisés à des fins de métrologie légale doivent être facilement compréhensibles, correctement documentés, identifiables, adéquatement protégés contre les modifications inadmissibles et conservés en toute sécurité sur des supports de stockage appropriés (supports papier ou dispositifs électroniques de stockage des données). Toute modification doit être correctement documentée et, si nécessaire, approuvée par l'autorité responsable. La documentation doit inclure des données telles que le nom de l'opérateur, la date et l'heure, la raison et la liste des modifications, la version, etc.

Les ensembles de paramètres utilisés à des fins juridiques doivent être stockés avec les protocoles d'essai ou reliés sans ambiguïté à ces derniers et peuvent ne pas être modifiés par la suite.

NOTE Ces exigences peuvent être vérifiées par les organismes locaux de certification et dépendent du code de bonne pratique.

13.7 Protection et stockage des résultats d'essai et des protocoles d'essai

Les valeurs mesurées, les résultats d'essai et les paramètres associés doivent être imprimés ou stockés selon les besoins dans des formats appropriés. Il doit toujours être possible de corréler les résultats d'essai au programme d'essai qui génère ces résultats et à ses paramètres tels que la séquence d'essai, les points d'essai, les entrées de l'opérateur, les constantes de compteur, les limites d'erreur, les critères d'échec/de réussite, etc.

Les protocoles d'essai doivent être conservés pour chaque lot en essai. Ils doivent être facilement identifiables, ils doivent être protégés contre toute modification et il ne doit pas être possible de les effacer sans autorisation préalable de l'autorité responsable.

NOTE Ces exigences peuvent être vérifiées par les organismes locaux de certification et dépendent du code de bonne pratique.

13.8 Documentation du logiciel

Le logiciel du MTU doit être correctement documenté et accompagné d'instructions de fonctionnement fournies sur un support de stockage approprié (support papier ou dispositif de stockage numérique des données). La documentation du logiciel doit être rédigée en termes clairs et sans équivoque et de façon cohérente.

La documentation du logiciel doit au moins comprendre:

- le nom du programme;
- la version, l'édition et le système d'exploitation du logiciel;
- l'auteur du programme;
- les coordonnées de l'organisation/de la personne chargée de l'assistance;
- l'explication de toutes les fonctions et de toutes commandes de l'opérateur;
- la description des séquences d'essai;
- la description des tables de paramètres;
- la description de toutes les formules de calcul utilisées pour calculer les résultats;
- la liste des messages d'erreur, des informations de diagnostic et des conseils de dépannage;
- la description de tous les écrans d'affichage, de tous les formats d'impression et de stockage.

13.9 Journaux logiciels

L'utilisateur doit tenir un journal de bord.

Lorsque le logiciel est installé sur un matériel donné et sous un système d'exploitation donné, ou lorsque des modifications quelconques sont apportées, les informations suivantes doivent être consignées:

- la date et l'heure d'installation ou de modification;
- le nom de l'opérateur qui a installé ou modifié le logiciel;
- le nom et la version du programme;
- les identificateurs des éléments pertinents du matériel commandé par le logiciel;
- la liste des modifications;
- la documentation relative à l'influence des modifications sur les résultats;
- la date et l'heure d'autorisation d'utilisation du logiciel par l'autorité responsable.

Il doit être possible d'empêcher l'utilisation du logiciel ou toute modification à des fins juridiques jusqu'à autorisation de son utilisation par l'autorité responsable.

NOTE Ces exigences peuvent être vérifiées par les organismes locaux de certification et dépendent du code de bonne pratique.

14 Exigences et essais d'exactitude

14.1 Généralités

Le présent Article 14 spécifie les exigences générales d'exactitude du MTU, décrit les différents essais à effectuer, les points d'essai, les méthodes d'essai et l'évaluation des résultats.

NOTE Les définitions des erreurs et la détermination des erreurs sont spécifiées à l'Annexe D.

14.2 Méthodes d'essai pour la détermination de l'exactitude du MTU

La détermination de l'erreur globale d'un MTU doit être effectuée conformément à l'une des méthodes suivantes:

Méthode 1 La comparaison est réalisée en comparant l'énergie délivrée et indiquée par le compteur étalon de travail du MTU à l'énergie indiquée par le compteur étalon de référence selon les méthodes décrites en 5.2 et en 5.3 ou des méthodes comparables.

Méthode 2 La comparaison de l'énergie peut être réalisée en comparant le nombre d'impulsions d'une sortie d'essai de l'étalon de travail du MTU au nombre d'impulsions de la sortie d'essai du compteur étalon de référence, selon la méthode décrite en 5.4.

Pour mesurer l'erreur globale du MTU, les conditions suivantes doivent être remplies:

- les bornes de tension et les bornes de courant du compteur étalon de référence doivent être raccordées aux bornes de sortie à un emplacement privilégié du MTU où il n'y a aucun DUT;
- le MTU doit fonctionner dans les conditions de référence pour l'essai d'exactitude d'un DUT. Le compteur étalon de référence doit être raccordé aux bornes de sortie privilégiées du banc d'essai de compteur en tant que DUT. Les erreurs déterminées sont les erreurs du MTU;
- le MTU et le compteur étalon de référence doivent atteindre la stabilité thermique;
- la classe d'exactitude recommandée du compteur étalon de référence utilisé pour les essais d'exactitude globale du MTU est indiquée dans le Tableau 17. Si l'erreur d'étalonnage du compteur étalon de référence est connue, une correction d'erreur nécessaire peut être appliquée;
- les essais sont effectués dans les conditions de référence indiquées dans le Tableau B.1;
- il convient que le MTU dispose des matériels et logiciels appropriés pour déterminer l'erreur globale du MTU. Il convient de conserver les résultats d'erreur en vue de corriger l'erreur du compteur étalon.

Tableau 17 – Classe d'exactitude recommandée du compteur étalon de référence

	Classe d'exactitude du compteur étalon de travail utilisé dans le MTU		
	0,02	0,05	0,1
Classe d'exactitude recommandée des compteurs étalons de référence	0,01	0,01	0,02
Pour les étalons de travail de la classe 0,02, les valeurs d'étalonnage dans le rapport d'essai du compteur de référence peuvent être utilisées pour corriger de manière appropriée l'erreur de mesure.			

14.3 Points d'essai – Choix des plages de tensions et de courants

Parmi toutes les combinaisons de valeurs relatives à la tension, au courant, au facteur de puissance et au mode de mesure, il convient de soumettre à l'essai les combinaisons les plus significatives en pratique. Les valeurs indiquées dans le Tableau 18 sont des points d'essai recommandés et peuvent séparément faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

Tableau 18 – Table de mesure de base (points d'essai recommandés)

Mode de mesure	Tension V	Courant A	$\cos \varphi / \sin \varphi$	Charge du MTU			
				Phase 1	Phase 2	Phase 3	Toutes les phases
3 phases 4 fils active	30	0,05	1				X
3 phases 4 fils active	230	120	1 0,5 inductif 0,5 capacitif	X	X	X	X
		50		X	X	X	X
		20		X	X	X	X
		10		X	X	X	X
		5		X	X	X	X
		2		X	X	X	X
		1		X	X	X	X
		0,5		X	X	X	X
		0,1		X	X	X	X
		0,05		X	X	X	X
		0,02		X	X	X	X
		0,01	1	X	X	X	X
3 phases 4 fils réactive	230	5	1	X	X	X	X
			0,5 inductif	X	X	X	X
			0,5 capacitif	X	X	X	X
3 phases 3 fils active	60	5	1				X
3 phases 3 fils réactive	60	5	1				X
Les essais peuvent être effectués à une seule fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz s'il est avéré que l'influence due à la fréquence n'est pas significative. Pour les MTU monophasés, seuls les points d'essai d'une phase sont valides. Si $I_{\max} > 120$ A, un point d'essai supplémentaire à $I_{\max}$ doit être ajouté. Les mesures des MTU neufs peuvent être réduites pour les points d'essai déjà indiqués dans le certificat d'étalonnage du compteur étalon fourni.							

14.4 Exigences d'exactitude

14.4.1 Limites de l'erreur maximale tolérée

L'erreur globale des MTU doit comprendre l'incertitude de mesure élargie $U (\delta W_{\text{MTU}} \pm U$, conformément à l'Annexe D), et il convient qu'elle ne dépasse pas les limites définies dans le Tableau 19 pour la classe d'exactitude correspondante du DUT. Ces limites ne s'appliquent pas lorsque des transformateurs de courant d'isolement sont utilisés pour soumettre à l'essai plusieurs compteurs à branchement direct et à liaisons fermées en permanence entre tension et courant. Si des ICT sont utilisés, ces valeurs sont élargies selon l'erreur des ICT. Le Tableau G.2 de l'Annexe G spécifie l'erreur globale du MTU pour les différentes plages de courants lors de l'utilisation d'ICT.