

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 14: Equipment for testing the safety of electrical equipment of machinery

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 14: Dispositifs de contrôle de la sécurité des appareils électriques sur machines



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

Part 14: Equipment for testing the safety of electrical equipment of machinery

Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection –

Partie 14: Dispositifs de contrôle de la sécurité des appareils électriques sur machines

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20, 29.080.01, 29.240.01

ISBN 978-2-8322-7250-3

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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Requirements	7
4.1 General requirements	7
4.2 Measuring functions.....	7
4.2.1 Required measuring functions	7
4.2.2 Measurement of resistance of protective bonding	8
4.2.3 Measurement of fault loop impedance.....	8
4.2.4 Measurement of insulation resistance	8
4.2.5 Testing of the effectiveness of protective measures with RCD	8
4.2.6 Voltage tests	8
4.2.7 Measurement of residual voltage	9
4.2.8 Measurement of leakage current.....	9
4.3 Construction requirements for testing equipment	9
4.3.1 Overload capability	9
4.3.2 Sockets for service purposes	10
4.3.3 Degree of protection	10
4.3.4 Overvoltage and measurement categories	10
4.4 Accessories	10
5 Markings and operating instructions.....	10
5.1 Markings	10
5.2 Operating instructions	11
6 Tests	11
6.1 General.....	11
6.2 Operating uncertainty.....	11
6.3 Tests of measuring equipment according to measuring functions	12
6.4 Test of construction requirements of test equipment	12
Bibliography.....	16
Table 1 – Test voltages.....	8
Table 2 – Calculation of operating uncertainty	13
Table 3 – Compliance tests of measuring equipment according to measuring function	14
Table 4 – Test of construction requirements of test equipment.....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL SAFETY IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS UP TO
1 000 V AC AND 1 500 V DC – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR
MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –****Part 14: Equipment for testing the safety of electrical
equipment of machinery**

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 61557-14 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) clarifying the introduction;
- b) replaced "dielectric strength" by "voltage test";
- c) requirement for maximum output current has been added in 4.2.6.1;
- d) tripping time at electrical switching activated by two-hand operation has been added in 4.2.6.1;

- e) additional time limiting capability for the protection against electric shock for test persons and bystanders in 4.2.6.2;
- f) updated references for safety testing;
- g) alignment of the structure with that of the whole IEC 61557 series.

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

Draft	Report on voting
85/875/FDIS	85/884/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.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61557-1:2019.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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.

INTRODUCTION

This document defines particular requirements for test and measurement equipment used to determine the electrical safety of electrical equipment of machinery. The IEC 61010 series, other parts of the IEC 61557 series and the IEC 60204 series do not cover all safety aspects of equipment used for testing electrical equipment of machinery in accordance with the test sequence of IEC 60204-1.

This document provides additional measures to reduce the risk of electric shock for the test persons and bystanders during voltage tests in the field. This document also defines performance requirements for each test and measurement function to ensure reliable and comparable results.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-14:2023

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

Part 14: Equipment for testing the safety of electrical equipment of machinery

1 Scope

This part of IEC 61557 defines special requirements for test and measurement equipment used to determine the electrical safety of electrical equipment of machinery in accordance with IEC 60204-1.

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 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

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

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

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

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

IEC 61010-2-034, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-034: Particular requirements for measurement equipment for insulation resistance and test equipment for electric strength*

IEC 61557-1:2019, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 1: General requirements*

IEC 61557-2, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 61557-3, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61557-4, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding*

IEC 61557-6, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 6: Effectiveness of residual current devices (RCD) in TT, TN and IT systems*

IEC 61557-10, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 10: Combined measuring equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*

IEC 61557-13, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems*

IEC 61557-16, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 16: Equipment for testing the effectiveness of the protective measures of electrical equipment and/or medical electrical equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61557-1, IEC 61557-2, IEC 61557-3, IEC 61557-4, IEC 61557-6, IEC 61557-10 and IEC 61557-13 apply.

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

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

4 Requirements

4.1 General requirements

In addition to the requirements of IEC 61557-1:2019, Clause 4, the following requirements shall apply.

4.2 Measuring functions

4.2.1 Required measuring functions

The measuring equipment shall be capable of measuring the following quantities as a minimum:

- resistance of protective bonding;
- fault loop impedance;
- effectiveness of residual current devices (RCDs);
- insulation resistance.

The following test or measuring functions may be combined with those listed above:

- voltage test;
- residual voltage;
- leakage current.

The measuring equipment may include further measurement functions, provided that the measuring functions listed above are not influenced.

NOTE A missing measuring function in combined equipment can be completed with a single instrument designed in accordance with the IEC 61557 series.

4.2.2 Measurement of resistance of protective bonding

This part of the measuring equipment shall be in accordance with IEC 61557-4.

4.2.3 Measurement of fault loop impedance

This part of the measuring equipment shall be in accordance with IEC 61557-3.

In addition, the earth resistance may be measured in accordance with IEC 61557-5.

4.2.4 Measurement of insulation resistance

The measuring equipment shall be in accordance with IEC 61557-2.

4.2.5 Testing of the effectiveness of protective measures with RCD

This part of the measuring equipment shall be in accordance with IEC 61557-6.

4.2.6 Voltage tests

4.2.6.1 Requirements for voltage tests

If the equipment includes a voltage test, it shall generate a quasi-sinusoidal voltage at mains frequency with values in accordance with Table 1.

NOTE 1 The test voltage is commonly derived from mains voltage.

NOTE 2 A waveform does not need to be a perfect sine curve, but be close enough to be considered sinusoidal, for all practical purposes.

Table 1 – Test voltages

Nominal voltage U_n of equipment under test (EUT)	Test voltage
≤ 500 V	1 000 V
> 500 V	$2 \times U_n$

The rated test current shall be 100 mA AC with a tolerance of 0 % to +2 %. The minimum prospective short circuit current shall be 200 mA. The maximum output current measured via a resistor with a maximum value of 2 k Ω shall not exceed 250 mA.

If the test equipment has a display to indicate the actual test voltage, the maximum operating uncertainty shall be ± 5 %.

The amplitude of the test voltage output shall be regulated such that any variation is within 10 % and +30 % of the rated test voltage within 500 ms after changing the load from an unloaded condition (open circuit) to a loaded condition (100 mA) and vice versa. The maximum voltage overshoot shall be less than 200 % of the rated test voltage.

The touch current measured at each output terminal via the measuring circuit in accordance with IEC 61010-1:2010, Figure A.1, to earth shall not exceed 3,5 mA AC. The EUT shall not be connected.

The voltage test duration is defined in IEC 60204-1.

The test equipment shall have provisions against unintended energizing of the output. Such methods of protection shall include one of the examples in accordance with IEC 61010-2-034:2017, 6.9.101, a), b) or c) and in addition two-hand operation method d).

Two-hand operation can be provided by electronic or mechanical means.

In the case of electrical switching activated by two-hand operation, the tripping time shall not exceed 70 ms.

4.2.6.2 Additional time limiting capability

If the equipment provides the possibility to set a tripping current of 30 mA for the output current, then the setting shall be clearly indicated and the maximum tripping time shall be 250 ms.

NOTE The additional time limiting capability will increase the protection against electric shock for bystanders in the case of large machinery where the testing person does not have visibility of the whole test area.

Test equipment shall have provisions for discharging the EUT in accordance with IEC 61010-2-034.

Test equipment shall include protective measures to avoid automatic reenergizing of the output in accordance with IEC 61010-2-034.

4.2.7 Measurement of residual voltage

If the equipment can measure the residual voltage, the operating uncertainty to measure this voltage shall be within 0 % to +15 % of the 60 V limit, and the operating uncertainty to set the measuring time limit shall be within 0 % and –15 % of the 1 s limit or 5 s limit.

Evaluated voltages in linear systems shall be calculated as if they were measured during the maximum amplitude of the interrupted voltage. If the manufacturer specifies the test equipment to be used in non-linear systems, the measuring method shall be explained in the operating instructions.

The input impedance of the voltage measurement circuit shall be at least 20 M Ω .

4.2.8 Measurement of leakage current

If the measuring equipment can measure leakage currents, this part of the measuring equipment and attached current sensors shall be in accordance with the requirements of IEC 61557-13 (for current clamps and sensors) or IEC 61557-16 (for electrical equipment or medical electrical equipment).

4.3 Construction requirements for testing equipment

4.3.1 Overload capability

The overload capability of combined measuring equipment shall be in accordance with IEC 61557-10. In addition, no hazard shall arise for the user when the maximum value of the output voltage is accidentally applied to the energized external distribution system.

To check this requirement, the output voltage is applied for one minute to each combination of the nominal line-to-neutral mains voltage specified for the equipment.

Protective devices may be activated. The loop impedance of the main circuit used to perform the overload test shall be equal to or lower than 2 Ω .

4.3.2 Sockets for service purposes

Sockets for the connection of further external equipment shall be clearly marked. Protection against overcurrent and short-circuits for the mains circuits connected to these sockets shall be provided by:

- a) double insulation between active conductors, and between each active conductor and the protective conductor, or
- b) overcurrent protective devices.

In case of solution a), a clear warning shall be given in the documentation not to connect to unprotected outlets.

The inner wiring of the service socket shall be designed according to the maximum nominal current, but at least for 16 A.

4.3.3 Degree of protection

The degree of protection for the enclosure, except service-sockets and terminals, shall be at least IP40 in accordance with IEC 60529.

4.3.4 Overvoltage and measurement categories

4.3.4.1 Overvoltage category

The supply circuit of the testing equipment shall be rated at least for overvoltage category II, in accordance with IEC 61010-2-034.

4.3.4.2 Measurement category

With the exception of the measuring circuit for resistance of protective bonding, insulation resistance and the voltage test circuit, all other measuring circuits of the test equipment shall be rated at least for CAT III in accordance with IEC 61010-2-034.

The measuring circuit for resistance of protective bonding and insulation resistance shall be rated at least CAT II. The voltage test circuit may be classified as secondary circuit in accordance with IEC 61010-2-034 if the circuit is separated from the mains circuit by a transformer.

4.4 Accessories

Specified accessories shall comply with the requirements of IEC 61010-031.

5 Markings and operating instructions

5.1 Markings

In addition to the markings in accordance with IEC 61557-1:2019, 5.1 and 5.2, as well as markings in accordance with other relevant parts of the IEC 61557 series, IEC 61010-1, IEC 61010-2-030, and IEC 61010-2-034, the measuring equipment shall have the following information clearly visible:

- service-socket, if applicable, with maximum rated current;
- test and measurement terminals;
- measuring function;
- instructions for connection.

5.2 Operating instructions

In addition to the operating instructions in accordance with IEC 61557-1:2019, 5.3, IEC 61010-1, IEC 61010-2-030, and IEC 61010-2-034, the following information shall be provided in the operating instructions for the measuring equipment:

- for measuring equipment with service-socket: if applicable, the information that the installation of the distribution system shall provide protection against overcurrent, short-circuits and electric shock in accordance with 4.3.3;
- operating uncertainty, intrinsic uncertainty, influencing quantities and their effects;
- for testing equipment capable of voltage tests in accordance with 4.2.6, additional warnings to mark and to separate the surroundings of machinery during the test;
- recommendations about intervals for recalibration.

6 Tests

6.1 General

In addition to IEC 61557-1:2019, Clause 6, calculation in accordance with 6.2 and verifications in accordance with 6.3 and 6.4 shall be determined.

6.2 Operating uncertainty

The maximum percentage operating uncertainty for measuring functions shall be determined in accordance with IEC 61557-1:2019, 4.2, taking into account applicable influencing quantities in accordance with Table 2.

The intrinsic uncertainty A shall be determined for each measured parameter under the following reference conditions (routine test):

- nominal system voltage;
- nominal system frequency;
- reference temperature $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- reference position according to the manufacturer's specification;
- nominal supply voltage or battery voltage;
- no low-frequency external magnetic field;
- difference between phase angle of loading equipment and loop impedance under test $\leq 5^\circ$ in case of measurement of loop impedance.

The intrinsic uncertainty A is to be determined at least at the upper and lower limit of the measuring range under reference conditions. Digitizing error, nonlinearity and traceability are to be taken into account. The highest value is to be used for the calculation of the operating uncertainty.

The operating uncertainty shall be calculated in accordance with Table 2.

- The variation due to position:
 - the variation $E_{1,1}$ due to position of the equipment shall be determined in positions $+90^\circ$ and -90° from the reference position for all measuring functions, if applicable.
 - The variation $E_{1,2}$ due to position of the conductor within the clamp jaws shall be determined in positions $+30^\circ$ and -30° , if applicable.
- The variation E_2 due to supply voltage shall be determined for all measuring functions under the following conditions:
 - for measuring equipment with mains supply at -15% and $+10\%$ of the nominal voltage;

- for measuring equipment with battery supply at the limits defined under IEC 61557-1:2019, 4.4.
- The variation E_3 due to temperature shall be determined for all measuring functions under the following conditions:
 - at 0 °C and at +35 °C after the equipment has reached steady state conditions.
- The variation $E_{6.1}$ or $E_{6.2}$ due to the system phase angle shall be determined at 18° or, if applicable, at 30° for the measurement of loop impedance.
- The variation E_7 due to the system frequency for measurement shall be determined at 99 % and 101 % for measurement of the loop impedance.
- The variation E_8 due to the system voltage shall be determined at 85 % and 110 % of the system voltage for measurement of the loop impedance.
- The variation E_9 due to the harmonics shall be determined for the measurement of the loop impedance at:
 - 5 % of 3rd harmonic at 0° phase angle;
 - 6 % of 5th harmonic at 180° phase angle;
 - 5 % of 7th harmonic at 0° phase angle;
 - Percentage of harmonics shall be determined from the fundamental of the nominal system voltage.
- The variation E_{10} due to DC quantities for the measurement of loop impedance shall be determined at 0,5 % of the nominal system voltage in both polarities.
- The variation E_{11} due to external low-frequency magnetic field of a leakage current clamp shall be determined, if applicable.
- The variation E_{12} due to load current of a leakage current clamp shall be determined, if applicable.
- The variation E_{13} due to touch current caused by common mode voltage of a leakage current clamp shall be determined, if applicable.
- The variation E_{14} due to frequency of the measured current shall be determined, if applicable.
- The variation E_{15} due to repeated clamping of a leakage current clamp shall be determined, if applicable.

6.3 Tests of measuring equipment according to measuring functions

Testing of measuring equipment according to the measuring functions shall be performed in accordance with Table 3.

6.4 Test of construction requirements of test equipment

Requirements of Clause 4 shall be tested and verified.

Testing of construction requirements of test equipment shall be performed in accordance with Table 4.

Table 2 – Calculation of operating uncertainty

Intrinsic uncertainty or influence quantity	Reference conditions or specified operating range	Designation code	Requirements or test in accordance with the relevant parts of series IEC 61557	Type of test
Intrinsic uncertainty	Reference conditions	A	IEC 61557-14:2023, 6.2	R
Position (of equipment using mechanical displays)	Reference position $\pm 90^\circ$	$E_{1.1}$	IEC 61557-1:2019, 4.2	T
Position (of the conductor within the clamp jaws)	Reference position $\pm 30^\circ$ for any position within the clamp jaws	$E_{1.2}$	IEC 61557-13:— ¹ , 6.2	T
Supply voltage	85 % and 110 %	E_2	IEC 61557-1:2019, 4.3	R
Battery supply	As specified	E_2	IEC 61557-1:2019, 4.4	R
Temperature	0 °C to +35 °C or extended range specified by the manufacturer	E_3	IEC 61557-1:2019, 6.2.3	T
Phase angle	At a phase angle 0° to 18° approximately	E_6	IEC 61557-3:2019, 6.2	T
System phase angle	At a system phase angle 0° to 18° at the bottom of the measurement range	$E_{6.1}^a$	IEC 61557-14:2023, 6.2	T
System phase angle	At a system phase angle 0° to 30° at the bottom of the measurement range	$E_{6.2}^a$	IEC 61557-14:2023, 6.2	T
System frequency	Between 99 % and 101 % of the nominal frequency	E_7	IEC 61557-14:2023, 6.2	T
System voltage	Between 85 % to 110 % of the nominal voltage	E_8	IEC 61557-14:2023, 6.2	T
System harmonics	5 % of the 3 rd harmonic at 0° phase angle 6 % of the 5 th harmonic at 180° phase angle 5 % of the 7 th harmonic at 0° phase angle (percentage of the fundamental of the nominal voltage of the distribution system)	E_9	IEC 61557-3:2019, 6.2	T
DC quantity	Add additional DC quantities of 0,5 % of the nominal voltage of distribution system in both polarities.	E_{10}^b	IEC 61557-3:2019, 6.2	T
	It is recommended that manufacturers include E_{10} into the calculation of operating uncertainty according to this Table 2.			
External low-frequency magnetic field	Operating class 1 at 100 A/m 30 A/m 10 A/m Operating class 2 at 30 A/m 10 A/m Operating class 3 at 10 A/m	E_{11}	IEC 61557-13:—, 6.2	T

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC FDIS 61557-13:2023.

Intrinsic uncertainty or influence quantity	Reference conditions or specified operating range	Designation code	Requirements or test in accordance with the relevant parts of series IEC 61557	Type of test
Load current	Nominal range of load current according to manufacturer's specification	E_{12}	IEC 61557-13:—, 6.2	T
Touch current caused by common mode voltage	Touch current through circuit according to Figure A.1 of IEC 61010-1:2010 between hand-held parts (covered with metal foil) and earth. Conductor held at maximum common mode voltage and highest rated mains frequency.	E_{13}	IEC 61557-13:—, 6.2	T
Frequency	Rated frequency range according to manufacturer's specification	E_{14}	IEC 61557-13:—, 6.2	T
Repeatability	Difference between the highest and lowest value of the intrinsic uncertainty	E_{15}	IEC 61557-13:—, 6.2	R
Operating uncertainty (1)	$B = \pm \sqrt{A^2 + \frac{4}{3} \sum_i E_i^2}$		IEC 61557-1:2019, 4.2	T
Key A = intrinsic uncertainty B = operating uncertainty E_i = variations F = fiducial value R = routine test T = type test ^a Use $E_{6.1}$ or $E_{6.2}$ as applicable. ^b Influence quantity E_{10} takes into account possible voltage drops caused by DC leakage currents in accordance with IEC 61800-5-2 on the PE or PEN- conductor.				
			Percentage operating uncertainty (2) $B [\%] = \pm \frac{B}{F} \times 100 \%$	

Table 3 – Compliance tests of measuring equipment according to measuring function

Measuring function	Compliance verification	Requirements in accordance with subclause	Type test	Routine test
Resistance of protective bonding		4.2.2	X	
Fault loop impedance		4.2.3	X	X
Insulation resistance		4.2.4	X	X
Testing of the effectiveness of protective measure with RCD		4.2.5	X	X
Voltage test	If applicable, compliance with requirements shall be verified by	4.2.6.1	X	
	– Uncertainty of setting	4.2.6.1		X
	– Additional protective measures	4.2, 6.2	X	
Residual voltage	If applicable	4.2.7	X	X
Leakage current	If applicable	4.2.8	X	X

Table 4 – Test of construction requirements of test equipment

Test of	Compliance with requirements in accordance with subclause	Type test	Routine test
Overload capability of combined equipment	4.3.1	X	
Sockets for service purposes	4.3.2		X
Degree of protection	4.3.3	X	
Overvoltage and measurement category	4.3.4	X	
Accessories	4.4	X	
Markings	5.1		X
Operating instructions	5.2	X	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-14:2023

Bibliography

IEC 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61800-5-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-14:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-14:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	23
4 Exigences.....	23
4.1 Exigences générales.....	23
4.2 Fonctions de mesure.....	24
4.2.1 Fonctions de mesure exigées	24
4.2.2 Mesure de la résistance de la liaison de protection	24
4.2.3 Mesure de l'impédance de boucle de défaut	24
4.2.4 Mesure de la résistance d'isolement	24
4.2.5 Essai de l'efficacité des mesures de protection avec les dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR).....	24
4.2.6 Essais de tension	24
4.2.7 Mesure de la tension résiduelle	26
4.2.8 Mesure du courant de fuite	26
4.3 Exigences de construction pour le dispositif de contrôle.....	26
4.3.1 Capacité de surcharge.....	26
4.3.2 Prises de courant pour des besoins de service	26
4.3.3 Degré de protection	26
4.3.4 Catégories de surtension et de mesure.....	27
4.4 Accessoires	27
5 Marquages et instructions de fonctionnement	27
5.1 Marquages.....	27
5.2 Instructions de fonctionnement	27
6 Essais	27
6.1 Généralités	27
6.2 Incertitude de fonctionnement.....	28
6.3 Essais des dispositifs de mesure selon les fonctions de mesure	29
6.4 Essai des exigences de construction du dispositif de contrôle.....	29
Bibliographie.....	33
Tableau 1 – Tensions d'essai.....	25
Tableau 2 – Calcul de l'incertitude de fonctionnement	29
Tableau 3 – Essais de conformité des dispositifs de mesure selon la fonction de mesure	31
Tableau 4 – Essai des exigences de construction du dispositif de contrôle	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION
BASSE TENSION AU PLUS ÉGALE À 1 000 V EN COURANT ALTERNATIF
ET 1 500 V EN COURANT CONTINU – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE
MESURE OU DE SURVEILLANCE
DE MESURES DE PROTECTION –**

**Partie 14: Dispositifs de contrôle de la sécurité
des appareils électriques sur machines**

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 brevets. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61557-14 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) clarification de l'introduction;
- b) remplacement de "rigidité diélectrique" par "essai de tension";
- c) ajout de l'exigence de courant de sortie maximal en 4.2.6.1;
- d) ajout du temps de déclenchement lors de la commutation électrique activée par une opération à deux mains en 4.2.6.1;
- e) ajout d'une capacité de limitation de temps supplémentaire pour la protection contre les chocs électriques pour les personnes soumises à essai et les personnes présentes en 4.2.6.2;
- f) mise à jour des références pour les essais de sécurité;
- g) alignement de la structure sur celle de l'ensemble de la série IEC 61557.

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

Projet	Rapport de vote
85/875/FDIS	85/884/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.

Le présent 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.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61557-1:2019.

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

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

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

INTRODUCTION

Le présent document définit les exigences particulières applicables aux dispositifs de contrôle et de mesure destinés à déterminer la sécurité électrique des appareils électriques sur machines. La série IEC 61010, les autres parties de la série IEC 61557 et la série IEC 60204 ne couvrent pas tous les aspects de sécurité des dispositifs utilisés pour les essais des appareils électriques sur machines conformément à la séquence d'essai de l'IEC 60204-1.

Le présent document fournit des informations supplémentaires pour réduire le risque de chocs électriques, destinées aux personnes effectuant les essais et à toute personne présente au cours d'essais de tension dans ce domaine. Le présent document définit également les exigences de performances pour chaque fonction de mesure et d'essai afin de garantir l'obtention de résultats fiables et comparables.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61557-14:2023

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION AU PLUS ÉGALE À 1 000 V EN COURANT ALTERNATIF ET 1 500 V EN COURANT CONTINU – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 14: Dispositifs de contrôle de la sécurité des appareils électriques sur machines

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 définit les exigences particulières applicables aux dispositifs de contrôle et de mesure destinés à déterminer la sécurité électrique des appareils électriques sur machines conformément à l'IEC 60204-1.

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 60204-1, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1: Exigences générales*

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

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

IEC 61010-1:2010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*
IEC 61010-1:2010/A1:2016

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

IEC 61010-2-034, *Exigences de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-034: Exigences particulières applicables aux appareils de mesure de la résistance d'isolement et aux appareils d'essai pour l'essai de rigidité diélectrique*

IEC 61557-1:2019, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61557-2, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 2: Résistance d'isolement*

IEC 61557-3, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 3: Impédance de boucle*

IEC 61557-4, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 4: Résistance de conducteurs de terre et d'équipotentialité*

IEC 61557-6, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 6: Efficacité des dispositifs à courant différentiel résiduel (DCR) dans les réseaux TT, TN et IT*

IEC 61557-10, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 10: Appareils combinés de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection*

IEC 61557-13, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension au plus égale à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu - Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection - Partie 13: Pincettes et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques*

IEC 61557-16, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 16: Équipement pour les essais de bon fonctionnement des mesures de protection des appareils électriques et/ou des appareils électromédicaux*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 61557-1, l'IEC 61557-2, l'IEC 61557-3, l'IEC 61557-4, l'IEC 61557-6, l'IEC 61557-10 et l'IEC 61557-13 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 <https://www.electropedia.org/>;
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>.

4 Exigences

4.1 Exigences générales

Outre les exigences de l'IEC 61557-1:2019, Article 4, les exigences suivantes doivent s'appliquer.

4.2 Fonctions de mesure

4.2.1 Fonctions de mesure exigées

Les dispositifs de mesure doivent être capables de mesurer au moins les grandeurs suivantes:

- résistance de la liaison de protection;
- impédance de boucle de défaut;
- efficacité des dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR);
- résistance d'isolement.

Les fonctions de contrôle ou de mesure suivantes peuvent être combinées à celles énumérées ci-dessus:

- essai de tension;
- tension résiduelle;
- courant de fuite.

Les dispositifs de mesure peuvent inclure d'autres fonctions de mesure, à condition que celles énumérées ci-dessus ne soient pas influencées.

NOTE Une fonction de mesure manquante dans des dispositifs combinés peut être effectuée à l'aide d'un seul dispositif conçu conformément à la série IEC 61557.

4.2.2 Mesure de la résistance de la liaison de protection

Cette partie des dispositifs de mesure doit être conforme à l'IEC 61557-4.

4.2.3 Mesure de l'impédance de boucle de défaut

Cette partie des dispositifs de mesure doit être conforme à l'IEC 61557-3.

De plus, la résistance de terre peut être mesurée conformément à l'IEC 61557-5.

4.2.4 Mesure de la résistance d'isolement

Les dispositifs de mesure doivent être conformes à l'IEC 61557-2.

4.2.5 Essai de l'efficacité des mesures de protection avec les dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR)

Cette partie des dispositifs de mesure doit être conforme à l'IEC 61557-6.

4.2.6 Essais de tension

4.2.6.1 Exigences pour les essais de tension

Si les dispositifs incluent un essai de tension, ils doivent générer une tension quasi sinusoïdale à la fréquence du réseau conformément aux valeurs données dans le Tableau 1.

NOTE 1 La tension d'essai est généralement dérivée de la tension réseau.

NOTE 2 Il n'est pas nécessaire que la forme d'onde soit une courbe sinusoïdale parfaite, mais elle doit en être suffisamment proche pour être considérée comme sinusoïdale, à toutes fins pratiques.

Tableau 1 – Tensions d'essai

Tension nominale U_n du dispositif en essai (EUT)	Tension d'essai
$\leq 500 \text{ V}$	1 000 V
$> 500 \text{ V}$	$2 \times U_n$

Le courant d'essai assigné doit être de 100 mA c.a. avec une tolérance de 0 % à +2 %. Le courant de court-circuit minimal présumé doit être de 200 mA. Le courant de sortie maximal mesuré par l'intermédiaire d'une résistance d'une valeur maximale de 2 k Ω ne doit pas dépasser 250 mA.

Si le dispositif de contrôle possède un écran qui affiche la tension d'essai réelle, l'incertitude de fonctionnement maximale doit être de $\pm 5 \%$.

L'amplitude de la sortie de tension d'essai doit être régulée de sorte que toute variation soit comprise entre 10 % et +30 % de la tension d'essai assignée dans les 500 ms suivant le passage de la charge d'un état déchargé (circuit ouvert) à un état chargé (100 mA) et inversement. Le dépassement de tension maximale doit être inférieur à 200 % de la tension d'essai assignée.

Le courant de contact mesuré à chaque borne de sortie par l'intermédiaire du circuit de mesure conformément à l'IEC 61010-1:2010, Figure A.1, à la terre ne doit pas dépasser 3,5 mA c.a. L'EUT ne doit pas être connecté.

La durée de l'essai de tension est définie dans l'IEC 60204-1.

Le dispositif de contrôle doit avoir des dispositions contre la mise sous tension involontaire de la sortie. Ces méthodes de protection doivent inclure l'un des exemples conformément à l'IEC 61010-2-034:2017, 6.9.101, a), b) ou c), et en plus la méthode d'opération à deux mains en d).

L'opération à deux mains peut être assurée par des moyens électroniques ou mécaniques.

En cas de commutation électrique activée par une opération à deux mains, le temps de déclenchement ne doit pas dépasser 70 ms.

4.2.6.2 Capacité de limitation de temps supplémentaire

Si le dispositif offre la possibilité de régler un courant de déclenchement de 30 mA pour le courant de sortie, alors le réglage doit être clairement indiqué et le temps de déclenchement maximal doit être de 250 ms.

NOTE La capacité de limitation de temps supplémentaire augmente la protection contre les chocs électriques pour les personnes présentes dans le cas de machines imposantes empêchant la personne réalisant les essais d'avoir une visibilité sur l'ensemble de la zone d'essai.

Le dispositif de contrôle doit avoir des dispositions pour décharger l'EUT conformément à l'IEC 61010-2-034.

Le dispositif de contrôle doit inclure des mesures de protection pour éviter la remise sous tension automatique de la sortie conformément à l'IEC 61010-2-034.

4.2.7 Mesure de la tension résiduelle

Si le dispositif de mesure peut mesurer la tension résiduelle, l'incertitude de fonctionnement pour mesurer la tension doit être comprise entre 0 % et +15 % de la limite de 60 V. L'incertitude de fonctionnement pour définir le temps de mesure doit être comprise entre 0 % et -15 % de la limite de 1 s ou 5 s.

Les tensions évaluées dans les réseaux linéaires doivent être calculées comme si elles étaient mesurées à l'amplitude maximale de la tension interrompue. Si le fabricant indique le dispositif de contrôle à employer sur des réseaux non linéaires, la méthode de mesure doit être expliquée dans les instructions de fonctionnement.

L'impédance d'entrée du circuit de mesure de la tension doit être au moins de 20 M Ω .

4.2.8 Mesure du courant de fuite

Si les dispositifs de mesure peuvent mesurer les courants de fuite, cette partie des dispositifs de mesure et les capteurs de courant associés doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61557-13 (pour les pinces et les capteurs de courant) ou de l'IEC 61557-16 (pour les appareils électriques ou les appareils électromédicaux).

4.3 Exigences de construction pour le dispositif de contrôle

4.3.1 Capacité de surcharge

La capacité de surcharge des dispositifs de mesure combinés doit être conforme aux exigences de l'IEC 61557-10. En outre, l'utilisateur ne doit être exposé à aucun danger lorsque la sortie de tension maximale est appliquée de façon accidentelle au réseau de distribution externe sous tension.

Pour vérifier cette exigence, la tension de sortie est appliquée pendant une minute sur chaque combinaison de la tension réseau phase-neutre nominale spécifiée pour le dispositif.

Les dispositifs de protection peuvent être activés. L'impédance de boucle du circuit principal utilisé pour effectuer l'essai de surcharge doit être inférieure ou égale à 2 Ω .

4.3.2 Prises de courant pour des besoins de service

Les prises de courant pour la connexion d'un autre dispositif externe doivent être clairement marquées. La protection contre la surintensité et les courts-circuits pour les circuits réseau reliés à ces prises de courant doit être assurée par:

- a) une double isolation entre les conducteurs actifs, et entre chaque conducteur actif et le conducteur de protection; ou
- b) des dispositifs de protection contre les surintensités.

Dans le cas de la solution a), un avertissement clair doit être donné dans la documentation pour ne pas se connecter à des prises de courant non protégées.

Le câblage interne de la prise de courant de service doit être conçu en fonction du courant nominal maximal, mais au moins pour 16 A.

4.3.3 Degré de protection

Le degré de protection pour l'enveloppe, à l'exception des prises de courant de service et des bornes, doit être d'au moins IP40 conformément à l'IEC 60529.

4.3.4 Catégories de surtension et de mesure

4.3.4.1 Catégorie de surtension

Le circuit d'alimentation du dispositif de contrôle doit être assigné au minimum pour la catégorie de surtension II conformément à l'IEC 61010-2-034.

4.3.4.2 Catégorie de mesure

À l'exception du circuit de mesure pour la résistance de la liaison de protection, la résistance d'isolement et le circuit d'essai de tension, tous les autres circuits de mesure du dispositif de contrôle doivent être assignés au minimum pour la CAT III conformément à l'IEC 61010-2-034.

Le circuit de mesure de la résistance de la liaison de protection et de la résistance d'isolement doit être assigné au moins pour la CAT II. Le circuit d'essai de tension peut être classé comme circuit secondaire conformément à l'IEC 61010-2-034 si ce circuit est séparé du circuit réseau par un transformateur.

4.4 Accessoires

Les accessoires spécifiés doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61010-031.

5 Marquages et instructions de fonctionnement

5.1 Marquages

Outre les marquages conformément à l'IEC 61557-1:2019, 5.1 et 5.2, ainsi que les marquages conformément aux autres parties pertinentes de la série IEC 61557, de l'IEC 61010-1, de l'IEC 61010-2-030 et de l'IEC 61010-2-034, les dispositifs de mesure doivent comporter les informations ci-après clairement visibles.

- prises de courant de service, le cas échéant, avec courant assigné maximal;
- bornes d'essai et de mesure;
- fonction de mesure;
- instructions pour la connexion.

5.2 Instructions de fonctionnement

Outre les instructions de fonctionnement conformément à l'IEC 61557-1:2019, 5.3, l'IEC 61010-1, l'IEC 61010-2-030 et l'IEC 61010-2-034, les instructions de fonctionnement des dispositifs de mesure doivent comporter les informations suivantes:

- pour un dispositif de mesure avec une prise de courant de service: le cas échéant, l'indication que l'installation du réseau de distribution doit assurer une protection contre les surcharges, les courts-circuits et les chocs électriques conformément à 4.3.3;
- l'incertitude de fonctionnement, l'incertitude intrinsèque, les grandeurs d'influence et leurs effets;
- pour un dispositif de contrôle permettant de soumettre à essai la tension conformément à 4.2.6, des avertissements supplémentaires pour indiquer et isoler l'environnement de la machine au cours de l'essai;
- des recommandations concernant les intervalles de réétalonnage.

6 Essais

6.1 Généralités

Outre l'Article 6 de l'IEC 61557-1:2019, le calcul conformément à 6.2 et les vérifications conformément à 6.3 et 6.4 doivent être effectués.

6.2 Incertitude de fonctionnement

Le pourcentage maximal d'incertitude de fonctionnement pour les fonctions de mesure doit être déterminé conformément au 4.2 de l'IEC 61557-1:2019 en tenant compte des grandeurs d'influence applicables conformément au Tableau 2.

L'incertitude intrinsèque A doit être déterminée pour chaque paramètre mesuré dans les conditions de référence suivantes (essai individuel de série):

- tension nominale du réseau;
- fréquence nominale du réseau;
- température de référence de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- position de référence conformément à la spécification du fabricant;
- tension nominale d'alimentation ou tension de la pile ou batterie;
- aucun champ magnétique externe à basse fréquence;
- différence entre l'angle de phase du dispositif de charge et de l'impédance de boucle en essai $\leq 5^\circ$, dans le cas de la mesure de l'impédance de boucle.

L'incertitude intrinsèque A doit être déterminée au moins aux limites supérieure et inférieure de la plage de mesure dans les conditions de référence. L'erreur de numérisation, la non-linéarité et la traçabilité doivent être prises en compte. La valeur la plus élevée est utilisée pour le calcul de l'incertitude de fonctionnement.

L'incertitude de fonctionnement doit être calculée conformément au Tableau 2.

- Pour la variation due à la position:
 - la variation $E_{1,1}$ due à la position du dispositif doit être déterminée aux positions $+90^\circ$ et -90° par rapport à la position de référence pour toutes les fonctions de mesure, le cas échéant;
 - la variation $E_{1,2}$ due à la position du conducteur entre les pinces de serrage doit être déterminée aux positions $+30^\circ$ et -30° , le cas échéant;
- la variation E_2 due à la tension d'alimentation doit être déterminée pour toutes les fonctions de mesure dans les conditions suivantes:
 - pour les dispositifs de mesure dont l'alimentation réseau se situe entre -15 % et +10 % de la tension nominale;
 - pour les dispositifs de mesure avec une pile ou batterie atteignant les limites définies en 4.4 de l'IEC 61557-1:2019.
- la variation E_3 due à la température doit être déterminée pour toutes les fonctions de mesure dans les conditions suivantes:
 - à $0 ^\circ\text{C}$ et $+35 ^\circ\text{C}$ après que le dispositif a atteint les conditions de régime établi;
- la variation $E_{6,1}$ ou $E_{6,2}$ due à l'angle de phase du réseau doit être déterminée à 18° ou, le cas échéant, à 30° pour la mesure de l'impédance de boucle;
- la variation E_7 due à la fréquence du réseau pour la mesure doit être déterminée entre 99 % et 101 % pour la mesure de l'impédance de boucle;
- la variation E_8 due à la tension du réseau doit être déterminée entre 85 % et 110 % de la tension du réseau pour la mesure de l'impédance de boucle;