

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 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems

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: Pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques



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 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems

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: Pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Requirements	9
4.1 General requirements	9
4.2 Operating classes	9
4.2.1 General	9
4.2.2 Operating class 1.....	10
4.2.3 Operating class 2.....	10
4.2.4 Operating class 3.....	10
4.3 Operating uncertainty of the specified measuring range.....	10
4.3.1 General	10
4.3.2 Specified measuring range of an operating class 1 current sensor.....	10
4.3.3 Specified measuring range of an operating class 2 current sensor.....	11
4.3.4 Specified measuring range of an operating class 3 current sensor.....	11
4.4 Reference conditions	13
4.5 Mechanical requirements	14
4.6 Pollution degree.....	15
4.7 Measurement category.....	15
4.8 Electromagnetic compatibility (EMC).....	15
5 Marking and operating instructions	15
5.1 Marking.....	15
5.2 Operating instructions	15
6 Tests	16
6.1 General.....	16
6.2 Operating uncertainty.....	16
6.3 Verification of the operating instructions	18
6.4 Verification of the marking	18
Annex A (informative) Examples of measurement applications.....	19
Bibliography.....	21
Figure 1 – Operating uncertainty in relation to operating class and external magnetic field for measuring ranges less than or equal to 10 mA.....	12
Figure 2 – Operating uncertainty in relation to operating classes and external magnetic field and measuring ranges greater than 10 mA	13
Figure 3 – Reference position for two straight conductors (differential method).....	14
Figure 4 – Example of operating positions for differential method	14
Figure 5 – Example for an applicable pictogram for operating class 1 using caution symbol ISO 7000-0434A:2004-01.....	15
Figure A.1 – Example for measurement of protective conductor current – Direct method	19
Figure A.2 – Example for measurement of leakage current including protective conductor current – Differential method	20

Table 1 – Relation between external magnetic field and operating class 11

Table 2 – Reference conditions..... 13

Table 3 – Calculation of the operating uncertainty..... 17

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 13: Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems

FOREWORD

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

IEC 61557-13 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 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the term "fixing device" has been removed;

- b) the measuring range was changed to a display range, the indication of DC or peak values has been added in 4.1;
- c) the frequency for the test of sensitivity for low-frequency magnetic fields has been defined in 4.2;
- d) the specified measuring range is now defined as the range of indicated values based on the operating uncertainty in 4.3;
- e) alignment of the structure with that of the whole IEC 61557 series;
- f) the variation E_{12} (maximum load current), may be specified according to the manufacturer's specification.

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

Draft	Report on voting
85/877/FDIS	85/883/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 International Standard is to be used in conjunction with IEC 61557-1:2019.

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 of 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

During periodical inspections of electrical installations, it is increasingly difficult to carry out measurements of insulation resistances with devices in accordance with IEC 61557-2 when the installations cannot be switched off for long periods and when there are sensitive appliances connected. Therefore, the measurement of leakage currents can provide additional information about the safe or unsafe situation of an installation.

Furthermore, the user has the opportunity to place current clamps and sensors on different points of the distribution system for troubleshooting nuisance tripping of RCDs, alarms of RCMs and other problems caused by low-frequency leakage currents.

Unfortunately, the presence of high external magnetic fields has a big impact on the performance of commonly used current clamps and sensors. High uncertainty and non-repeatability of readings can lead to unsafe interpretations.

This document defines performance classes for current clamps and sensors in relationship to ranges of high external magnetic fields and gives guidance to the user to choose the appropriate measuring device for a given situation.

The hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors can be stand-alone instruments or accessories of instruments.

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

1 Scope

This part of IEC 61557 defines special performance requirements for hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in electrical distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC taking into account the influence of high external low-frequency magnetic fields and other influencing quantities. See Annex A for examples of measurement applications.

This document does not apply to current clamps or sensors that are used in combination with devices for insulation fault location in accordance with IEC 61557-9, unless it is specified by the manufacturer.

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

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

IEC 61010-2-032:2019, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 2-032: Particular requirements for hand-held and hand-manipulated current sensors for electrical test and measurement*

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

IEC 61557-1:2019, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC – Part 1: General requirements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61557-1 and the following 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>

**3.1
hand-held current clamp and sensor**

portable or hand-held device for measurement, display or for indication of types of leakage currents in distribution systems without interruption of circuits

Note 1 to entry: For simplification, this term is replaced with the term "current sensors" throughout the document.

**3.2
hand-manipulated current clamp and sensor**

portable or hand-manipulated device for measurement, display or for indication of types of leakage currents in distribution systems without interruption of circuits

Note 1 to entry: For simplification, this term is replaced with the term "current sensors" throughout the document.

**3.3
measurement category**

classification of testing and measuring circuits according to the type of mains to which they are intended to be connected

[SOURCE: IEC 61010-2-030:2017, 3.5.101, modified – Note 1 removed.]

**3.4
variation E_{11}**

variation due to external low-frequency magnetic fields

**3.5
variation E_{12}**

variation due to load current during measurement using the differential method

Note 1 to entry: For the differential method, see Figure A.2.

**3.6
variation E_{13}**

variation due to touch current to earth caused by common mode voltage during hand-manipulation

**3.7
variation E_{14}**

variation due to frequency

**3.8
variation E_{15}**

repeatability of the measurement readings

Note 1 to entry: The variation repeatability means that at least 10 (or maybe more) open/closed cycles are made before taking a measurement reading.

**3.9
operating class**

performance class defining the influence of external low-frequency magnetic fields on the current sensors

**3.10
leakage current**

current driven by active conductors of a distribution system and/or loads to earth and/or protective conductors

3.11**load current**

current flowing through the line conductor(s)

3.12**rated burden**

value of the burden on which the accuracy requirements of a specification are based

[SOURCE: IEC 60050-321:1986, 321-01-26]

3.13**resolution**

smallest change in the measurand, or quantity supplied, which causes a perceptible change in the indication

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-10]

3.14**fiducial value**

fiducial value used for reference is the measured value of the leakage current

4 Requirements

4.1 General requirements

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

Current sensors according to this document shall be in accordance with IEC 61010-2-032.

Current sensors according to this document shall have the ability to indicate leakage currents for a minimum range of either 1 mA to 10 A AC or 1 mA to 10 A DC (or both) and shall be designed for a load current of at least 60 A. Multiple ranges are allowed.

The resolution shall be 0,1 mA AC or 0,1 mA DC, or higher.

The current values shall be indicated as RMS values. Additional indication of DC or peak values are allowed.

The frequency range of the current sensors shall include a range from a minimum of 40 Hz up to the third harmonic of the rated mains frequency.

For railway applications, a frequency range starting at 15 Hz is recommended.

For industrial applications, a frequency range up to 1 kHz is recommended.

For testing the leakage current of appliances, a measuring range starting at 0,1 mA with a resolution of 0,01 mA is recommended.

4.2 Operating classes

4.2.1 General

Current sensors are classified into three operating classes according to their sensitivity for low-frequency magnetic fields in accordance with IEC 61000-4-8 at 50 Hz and 60 Hz.

For optional frequency ranges between 16,7 Hz and 400 Hz, the test configuration in accordance with IEC 61000-4-8 shall be used.

4.2.2 Operating class 1

Current sensors of operating class 1 shall operate within external low-frequency magnetic fields according to 4.2.1 up to a field strength of 100 A/m.

The upper limit of field strength shall be marked in accordance with Figure 5.

4.2.3 Operating class 2

Current sensors of operating class 2 shall operate within external low-frequency magnetic fields according to 4.2.1 up to a field strength of 30 A/m.

The upper limit of field strength shall be marked in accordance with Figure 5.

4.2.4 Operating class 3

Current sensors of operating class 3 shall operate within external low-frequency magnetic fields according to 4.2.1 up to a field strength of 10 A/m.

The upper limit of field strength shall be marked in accordance with Figure 5.

4.3 Operating uncertainty of the specified measuring range

4.3.1 General

The operating uncertainty of the specified measuring range for current sensors of operating class 1, operating class 2 and operating class 3 shall be determined according to the operating uncertainty equation (1) of Table 3 within the reference conditions or specified operating range. The relation between operating class and external magnetic field is shown in Figure 1, Figure 2 and Table 1.

The fiducial value is the measured value of the leakage current.

4.3.2 Specified measuring range of an operating class 1 current sensor

The specified measuring range of an operating class 1 current sensor is the range of indicated values between stated lower and upper measurements for which the operating uncertainty of reading is:

- less than 15 % for values less than or equal to 10 mA, and is less than 10 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 10 A/m;

and

- less than 20 % for values less than or equal to 10 mA and is less than 12,5 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 30 A/m;

and

- less than 30 % for values less than or equal to 10 mA, and is less than 15 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 100 A/m.

4.3.3 Specified measuring range of an operating class 2 current sensor

The specified measuring range of an operating class 2 current sensor is the range of indicated values between stated lower and upper measurements for which the operating uncertainty of reading is:

- less than 15 % for values less than or equal to 10 mA and is less than 10 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 10 A/m;

and

- less than 20 % for values less than or equal to 10 mA and is less than 12,5 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 30 A/m.

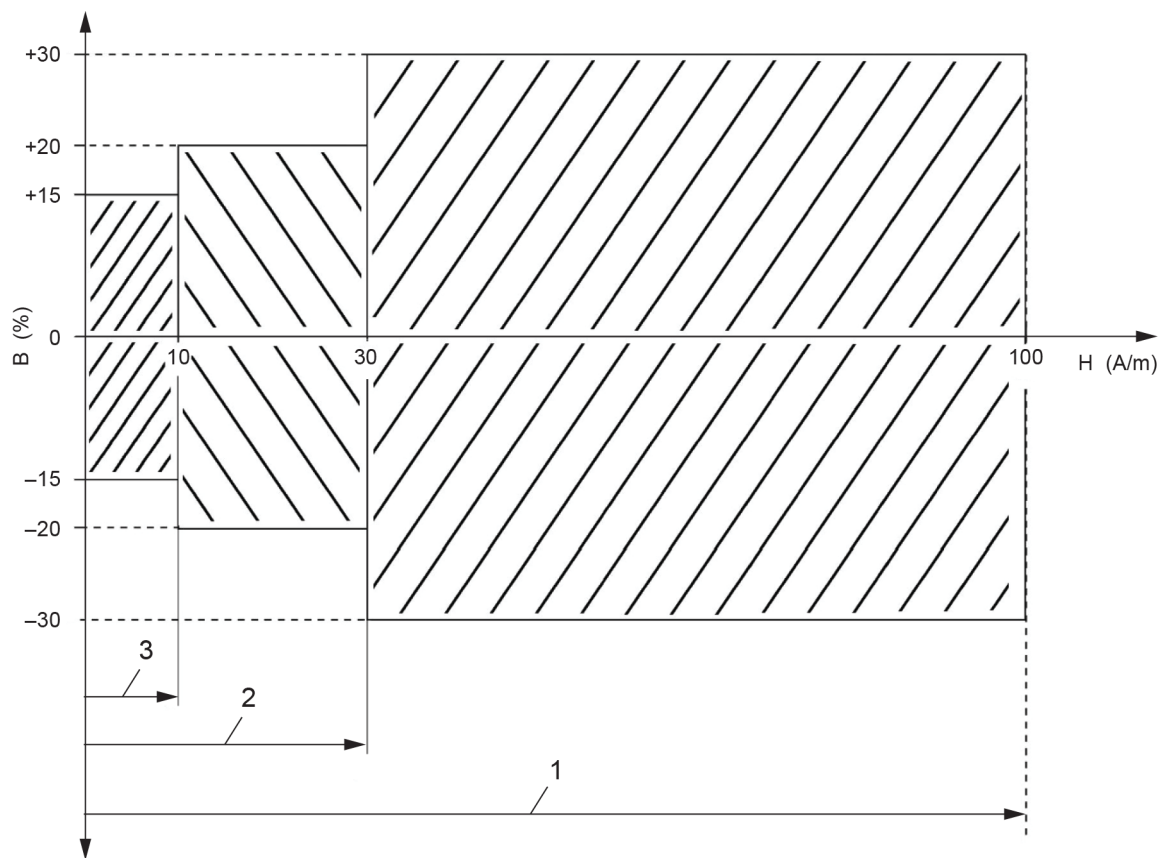
4.3.4 Specified measuring range of an operating class 3 current sensor

The specified measuring range of an operating class 3 instrument is the range of indicated values between stated lower and upper measurements for which the operating uncertainty of reading is:

- less than 15 % for values less than or equal to 10 mA and is less than 10 % for values greater than 10 mA for external low-frequency magnetic fields of up to 10 A/m.

Table 1 – Relation between external magnetic field and operating class

External magnetic field strength	10 A/m	30 A/m	100 A/m
Operating uncertainty of reading \leq 10 mA	15 %	20 %	30 %
Operating uncertainty of reading $>$ 10 mA	10 %	12,5 %	15 %
Operating class 1 current sensor	✓	✓	✓
Operating class 2 current sensor	✓	✓	-
Operating class 3 current sensor	✓	-	-



IEC

Key for Figure 1 and Figure 2:

x-axis: external magnetic field

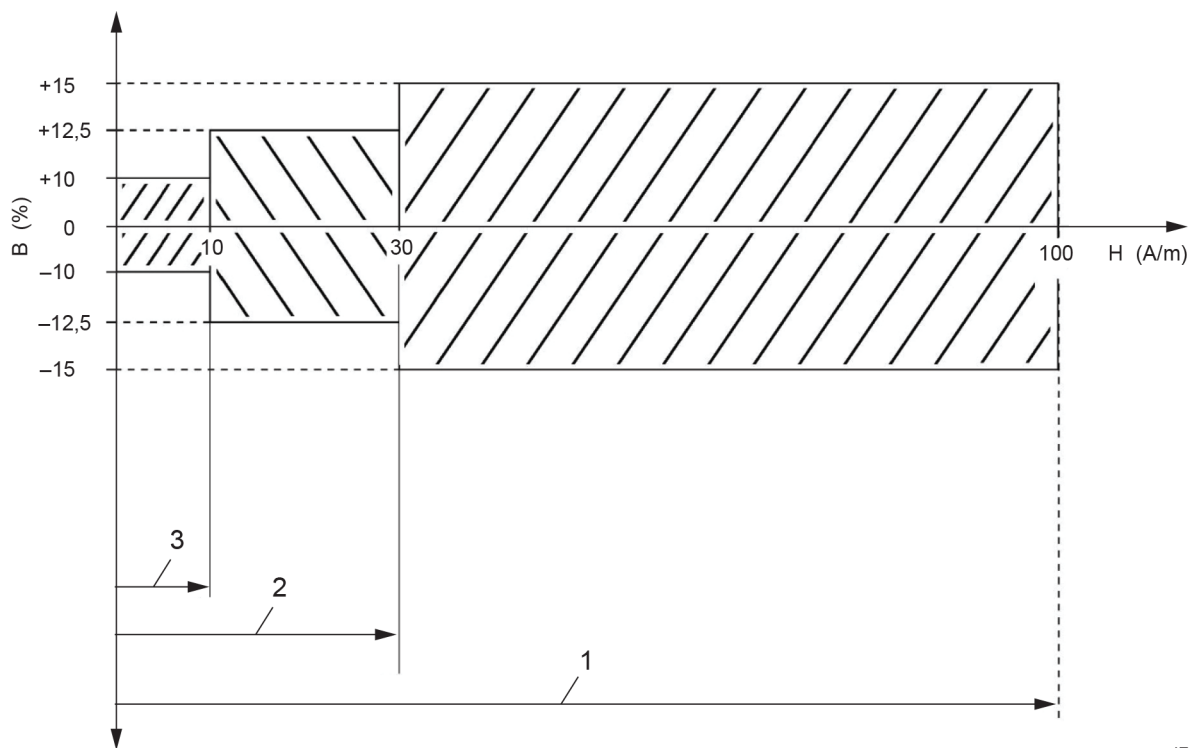
y-axis: operating uncertainty

1 operating class 1

2 operating class 2

3 operating class 3

Figure 1 – Operating uncertainty in relation to operating class and external magnetic field for measuring ranges less than or equal to 10 mA



IEC

Figure 2 – Operating uncertainty in relation to operating classes and external magnetic field and measuring ranges greater than 10 mA

4.4 Reference conditions

The reference conditions in accordance with Table 2 apply.

Table 2 – Reference conditions

Reference	Range of reference conditions	Remark
Rated mains frequency	$\pm 1\%$	
Reference temperature	$23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$	
Reference position:		
Clamp jaws	$90^\circ (\pm 5^\circ)$ to straight conductors	See Figure 3
Conductors	6 mm ² cross section located within the center ($\pm 5^\circ$) of the clamp jaws. For the differential method, two straight conductors as close as possible are required.	See Figure 3
Rated supply voltage or rated voltage of the battery	$\pm 1\%$	
Fiducial value of load current	$\pm 5\%$ within 50 % and 100 % of the nominal range according to the manufacturer's specifications	If applicable
Low-frequency external magnetic field	0 A/m	
Leakage current	Sinusoidal with a THD < 4 %	
Touch current to earth	0 A Current sensor insulated from earth or configuration according to the manufacturer's specification	
Rated burden	According to the manufacturer's specification	If applicable

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.

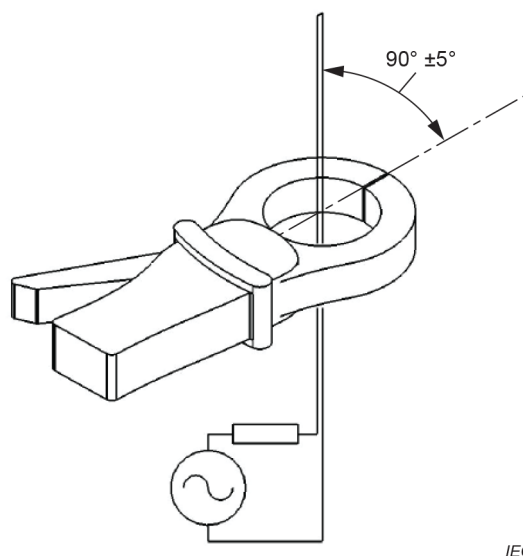


Figure 3 – Reference position for two straight conductors (differential method)

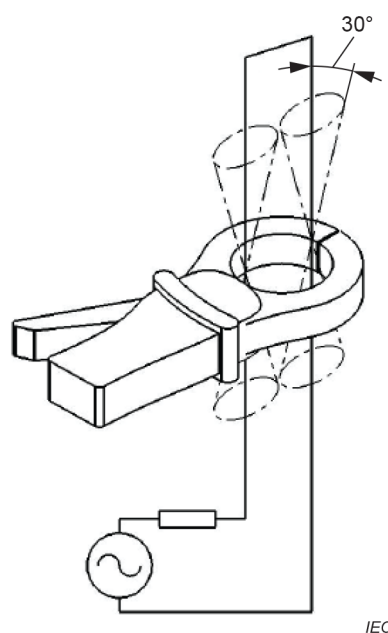


Figure 4 – Example of operating positions for differential method

4.5 Mechanical requirements

Current sensors in accordance with this document shall comply with the requirements of IEC 61010-2-032:2019, Clause 8, Resistance to mechanical stresses.

4.6 Pollution degree

Current sensors in accordance with this document shall be designed at least for pollution degree 2 in accordance with IEC 61010-1.

4.7 Measurement category

Current sensors in accordance with this document shall be designed at least for measurement category III and minimum working voltage of 300 V in accordance with IEC 61010-2-032.

4.8 Electromagnetic compatibility (EMC)

In addition to the requirements of IEC 61557-1:2019, 4.6, the following applies.

Current sensors in accordance with this document shall comply with the immunity requirements of IEC 61326-1:2020, Table 2. The emission requirements are Class B.

5 Marking and operating instructions

5.1 Marking

The requirements of IEC 61557-1:2019, 5.1 do not apply. The requirements of IEC 61010-2-032:2019, 5.1.2, and the following requirements shall apply instead.

- Current sensors in accordance with this document shall be marked with a framed pictogram which warns not to exceed the permissible limits of external low-frequency magnetic fields related to the operating class. This pictogram shall be clearly visible in normal position. The colour of the frame and pictogram shall contrast with the background. Figure 5 shows an example of an applicable pictogram for operating class 1.

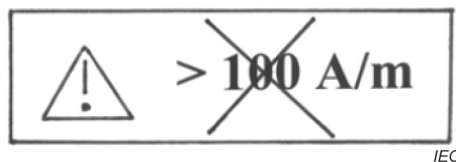


Figure 5 – Example for an applicable pictogram for operating class 1 using caution symbol ISO 7000-0434A:2004-01

- Current sensors in accordance with this document shall be marked with the specified measuring range in accordance with 4.3.

In addition, maximum load current and rated range of frequency in accordance with 4.1 shall be marked.

- The intrinsic uncertainty shall not be marked on the current sensors.

The marking with the operating uncertainty is allowed.

5.2 Operating instructions

For current sensors, the requirements in accordance with IEC 61557-1:2019, 5.3 and IEC 61010-2-032, 5.4.4 apply. The following additional information shall be provided, in accordance with 5.1 of this document.

- Operating instructions shall include statements about optimized positioning of the current sensors and evaluation of influences caused by low-frequency external magnetic fields and caused by contamination of the jaws.
- Operating instructions shall include statements about rated burden, if applicable.
- Operating instructions shall include information about the relationship between load current and measuring range for the differential method.

- Operating instructions shall include information about the recommended recalibration period.
- The pictogram in Figure 5 shall be listed under "Warning symbols" and shall be explained.

6 Tests

6.1 General

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

6.2 Operating uncertainty

The 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 3.

The operating uncertainty shall be calculated in accordance with Table 3 and in accordance with the following.

- The variation due to position (Figure 4):
 - The variation E_1 due to position of the equipment shall be determined in position $\pm 30^\circ$, for any position of conductors within the clamp jaws.
 - for the differential method two straight insulated conductors of 6 mm² cross section with an insulation thickness of approximately 2 mm (H07 V-K or similar) as far apart as possible within the clamp jaws are required (Figure 4);
The example of Figure 4 should be used to identify the worst-case position.
- The variation E_2 due to the rated range of the supply voltage (or rated voltage range of batteries if applicable);
- The variation E_3 due to temperature shall be determined for all measuring functions under the following conditions:
 - at 0 °C to +35 °C or extended range specified by the manufacturer.
- The variation E_9 due to the harmonics of the leakage current, see Table 2;
- The variation E_{11} due to external low-frequency magnetic field within the limits of 4.2 shall be determined.
- The variation E_{12} due to the maximum load current, according to the manufacturer's specification, shall be determined.
- The variation E_{13} due to touch current through circuit A1 in accordance with IEC 61010-1 between hand-held parts (covered with metal foil) and earth shall be determined. The conductor shall be held at maximum common mode voltage and highest rated frequency.
- The variation E_{14} due to the rated range of frequency shall be determined.
- The variation E_{15} due to the repeatability of the measurement readings with at least 10 open and/or closed cycles (E_{15}).

Table 3 – Calculation of the operating uncertainty

Intrinsic uncertainty or influence quantity	Reference conditions or specified operating range	Designation code	Requirements or tests in accordance with the relevant parts of IEC 61557	Type of test
Intrinsic uncertainty	Reference conditions	A	IEC 61557-13:2023, 4.4, 6.2	R
Position (of the equipment using mechanical display)	Reference position $\pm 90^\circ$	$E_{1.1}$	IEC 61557-1:2019, 4.3	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 61557-13:2023, 6.2	T
Supply voltage	At the limits stated by the manufacturer	E_2	IEC 61557-1:2019, 4.2, 4.3	T
Temperature	0 °C to +35 °C or extended range specified by the manufacturer	E_3	IEC 61557-1:2019, 4.2, 4.3	T
System harmonics	5 % 3 rd harmonic of the nominal frequency at 0° 6 % 5 th harmonic of the nominal frequency at 180° 5 % 7 th harmonic of the nominal frequency at 0°	E_9	IEC 61557-1:2019, 4.2	T
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 61557-13:2023, 6.2	T
Load current	Nominal range of load current according to manufacturer's specification	E_{12}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Touch current caused by common mode voltage	Touch current through circuit A1 in accordance with IEC 61010-1 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 61557-13:2023, 6.2	T
Frequency	Rated frequency range according to manufacturer's specification	E_{14}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Repeatability	Difference between the highest and lowest value of the intrinsic uncertainty	E_{15}	IEC 61557-13:2023, 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		Percentage operating uncertainty (2)		
A = intrinsic uncertainty		$B [\%] = \pm \frac{B}{F} \times 100 \%$		
B = operating uncertainty				
E_i = variations				
F = fiducial value				
R = routine test				
T = type test				

6.3 Verification of the operating instructions

The existence of the information set out in 5.2 shall be verified (type test).

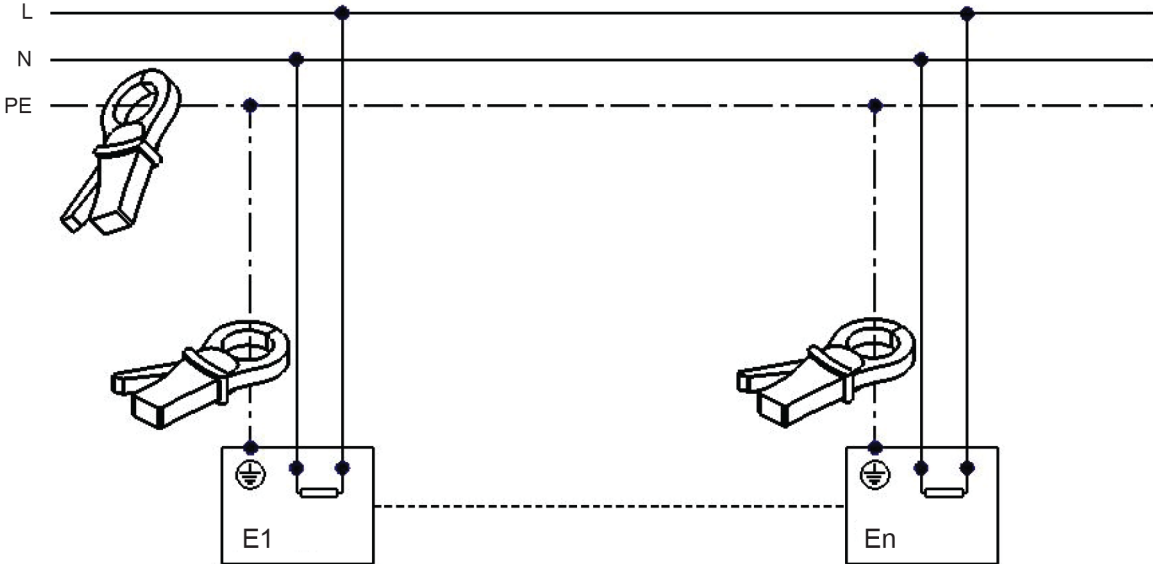
6.4 Verification of the marking

The existence of the marking according to 5.1 and the pictogram of Figure 5 shall be verified (routine test).

Annex A
(informative)

Examples of measurement applications

Figure A.1 shows an example for measurement of protective conductor current with the direct method.



IEC

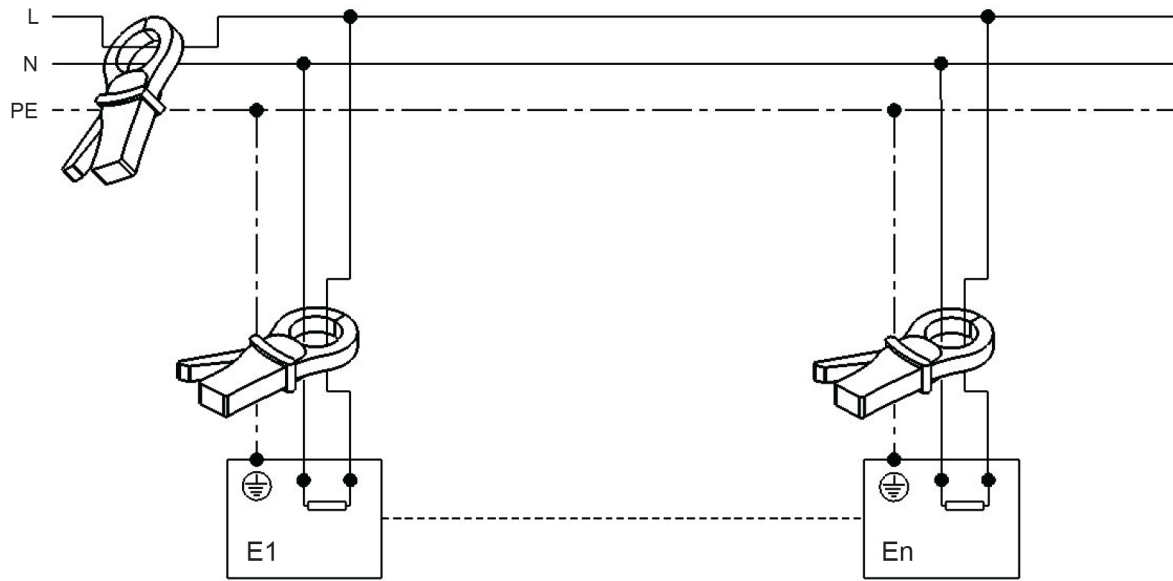
Key for Figure A.1 and Figure A.2

E1 Equipment 1

En Equipment n

Figure A.1 – Example for measurement of protective conductor current – Direct method

Figure A.2 shows an example for measurement of leakage current and including protective conductor current with the differential method.



IEC

NOTE The examples in Figure A.1 and Figure A.2 are related to single-phase circuits. However, these examples of measurements are also valid for circuits with three-phase and three-phase with neutral.

Figure A.2 – Example for measurement of leakage current including protective conductor current – Differential method

Bibliography

IEC 60359, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of the performance*

IEC 61326-2-2, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 2-2: Particular requirements – Test configurations, operational conditions and performance criteria for portable testing, measuring and monitoring equipment used in low-voltage distribution systems*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	28
4 Exigences.....	29
4.1 Exigences générales.....	29
4.2 Classes de fonctionnement	30
4.2.1 Généralités	30
4.2.2 Classe de fonctionnement 1.....	30
4.2.3 Classe de fonctionnement 2.....	30
4.2.4 Classe de fonctionnement 3.....	30
4.3 Incertitude de fonctionnement de la plage de mesure spécifiée.....	30
4.3.1 Généralités	30
4.3.2 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 1	31
4.3.3 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 2	31
4.3.4 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 3	31
4.4 Conditions de référence	33
4.5 Exigences mécaniques	34
4.6 Degré de pollution.....	35
4.7 Catégorie de mesure.....	35
4.8 Compatibilité électromagnétique (CEM)	35
5 Marquage et instructions de fonctionnement.....	35
5.1 Marquage	35
5.2 Instructions de fonctionnement	35
6 Essais	36
6.1 Généralités	36
6.2 Incertitude de fonctionnement.....	36
6.3 Vérification des instructions de fonctionnement.....	38
6.4 Vérification du marquage	38
Annexe A (informative) Exemples d'applications de mesure.....	39
Bibliographie.....	41
Figure 1 – Incertitude de fonctionnement en relation à la classe de fonctionnement et au champ magnétique externe pour les plages de mesure inférieures ou égales à 10 mA.....	32
Figure 2 – Incertitude de fonctionnement en relation aux classes de fonctionnement et au champ magnétique externe et aux plages de mesure supérieures à 10 mA.....	33
Figure 3 – Position de référence pour deux conducteurs droits (méthode différentielle)	34
Figure 4 – Exemple de positions de fonctionnement pour la méthode différentielle	34
Figure 5 – Exemple de pictogramme applicable à la classe de fonctionnement 1 utilisant le symbole ISO 7000-0434A:2004-01 "Attention"	35
Figure A.1 – Exemple de mesure du courant dans le conducteur de protection – Méthode directe.....	39

Figure A.2 – Exemple de mesure du courant de fuite, incluant le courant dans le conducteur de protection – Méthode différentielle	40
Tableau 1 – Relation entre le champ magnétique externe et la classe de fonctionnement	31
Tableau 2 – Conditions de référence	33
Tableau 3 – Calcul de l'incertitude de fonctionnement.....	37

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 13: Pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques

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 consensus 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 la 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) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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 (incluant 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne doit pas être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61557-13 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 seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le terme "dispositif de fixation" a été supprimé;
- b) la plage de mesure a été remplacée par une plage d'affichage, et l'indication des valeurs de courant continu ou des valeurs de crête a été ajoutée au 4.1;
- c) la fréquence de l'essai de sensibilité aux champs magnétiques à basse fréquence a été définie au 4.2;
- d) la plage de mesure spécifiée est désormais définie comme la plage des valeurs indiquées fondées sur l'incertitude de fonctionnement au 4.3;
- e) alignement de la structure sur celle de toute la série IEC 61557;
- f) la variation E_{12} (courant de charge maximal) peut être spécifiée selon la spécification du fabricant.

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
85/877/FDIS	85/883/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.

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

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et 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 61557, publiées sous le titre général *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*, 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 <http://webstore.iec.ch> dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

Au cours des contrôles périodiques des installations électriques, il est de plus en plus difficile d'effectuer des mesures de résistance d'isolement avec des dispositifs conformes à l'IEC 61557-2 lorsque les installations ne peuvent pas être mises hors tension pendant des périodes prolongées et lorsque des appareils sensibles sont connectés. C'est pourquoi la mesure des courants de fuite peut fournir des informations additionnelles sur l'état de sécurité ou d'insécurité d'une installation.

De plus, l'utilisateur a la possibilité de placer des pinces et capteurs de courant en différents points du réseau de distribution pour localiser le déclenchement indésirable des DDR et des alarmes des RCM ainsi que d'autres problèmes provoqués par les courants de fuite à basse fréquence.

Malheureusement, la présence de champs magnétiques externes élevés affecte de façon importante les qualités de fonctionnement des pinces et capteurs de courant couramment utilisés. Une incertitude élevée et la non-répétabilité des relevés peuvent conduire à des interprétations hasardeuses.

Le présent document définit les classes de performance des pinces et capteurs de courant en rapport avec les plages de champs magnétiques externes élevés, et fournit à l'utilisateur des recommandations pour choisir le dispositif de mesure approprié à une situation donnée.

Les pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main peuvent être des instruments autonomes ou des accessoires d'instruments.

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: Pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main pour la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 définit les exigences spécifiques de qualités de fonctionnement relatives aux pinces et capteurs de courant portatifs et manipulés à la main, en vue de la mesure des courants de fuite dans les réseaux de distribution électriques jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu en prenant en compte l'influence des champs magnétiques externes à basse fréquence élevés et autres grandeurs d'influence. Voir l'Annexe A pour des exemples d'applications de mesure.

Le présent document ne s'applique pas aux pinces et capteurs de courant utilisés en association avec des dispositifs prévus pour la localisation des défauts d'isolement conformes à l'IEC 61557-9, sauf spécification de la part du fabricant à ce sujet.

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 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

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

IEC 61010-2-032:2019, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-032: Exigences particulières pour les capteurs de courant, portatifs et manipulés manuellement, pour essai électrique et mesurage*

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

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. – Partie 1: Exigences générales*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 61557-1 et 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

pince et capteur de courant portatif

dispositif portable ou dispositif tenu en main en vue de la mesure, de l'affichage ou de l'indication des types de courants de fuite dans les réseaux de distribution sans interruption des circuits

Note 1 à l'article: Par souci de simplification, ce terme est remplacé par "capteurs de courant" dans tout le document.

3.2

pince et capteur de courant manipulés à la main

dispositif portable ou dispositif manipulé à la main en vue de la mesure, de l'affichage ou de l'indication des types de courants de fuite dans les réseaux de distribution sans interruption des circuits

Note 1 à l'article: Par souci de simplification, ce terme est remplacé par "capteurs de courant" dans tout le document.

3.3

catégorie de mesure

classification des circuits d'essai et de mesure selon le type de réseau électrique auquel ils sont destinés à être raccordés

[SOURCE: IEC 61010-2-030:2017, 3.5.101, modifiée – Note 1 supprimée.]

3.4

variation E_{11}

variation due aux champs magnétiques externes à basse fréquence

3.5

variation E_{12}

variation due au courant de charge pendant la mesure par la méthode différentielle

Note 1 à l'article: Concernant la méthode différentielle, voir Figure A.2.

3.6

variation E_{13}

variation due au courant de contact à la terre provoquée par la tension en mode commun au cours d'une manipulation manuelle

3.7

variation E_{14}

variation due à la fréquence

3.8**variation E_{15}**

répétabilité des relevés de mesure

Note 1 à l'article: La répétabilité des variations signifie qu'au moins 10 (ou peut-être plus de 10) cycles d'ouverture/fermeture sont effectués avant la lecture d'une mesure.

3.9**classe de fonctionnement**

classe de performance définissant l'influence des champs magnétiques externes à basse fréquence sur les capteurs de courant

3.10**courant de fuite**

courant conduit par des conducteurs actifs d'un réseau de distribution et/ou des charges à la terre et/ou des conducteurs de protection

3.11**courant de charge**

courant traversant le(s) conducteur(s) de ligne

3.12**charge assignée**

valeur de la charge à laquelle sont rapportées les exigences de précision d'une spécification

[SOURCE: IEC 60050-321:1986, 321-01-26]

3.13**résolution**

plus petit changement du mesurande, ou de la grandeur fournie, provoquant une modification perceptible de l'indication

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-10]

3.14**valeur conventionnelle**

La valeur conventionnelle utilisée pour référence est la valeur mesurée du courant de fuite

4 Exigences**4.1 Exigences générales**

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

Les capteurs de courant selon le présent document doivent être conformes à l'IEC 61010-2-032.

Les capteurs de courant selon le présent document doivent avoir la capacité d'indiquer les courants de fuite pour une plage minimale comprise entre 1 mA et 10 A en courant alternatif et/ou en courant continu, et doivent être conçus pour un courant de charge d'au moins 60 A. Des plages multiples sont autorisées.

La résolution doit être de 0,1 mA en courant alternatif ou en courant continu, ou supérieure.

Les valeurs de courant doivent être indiquées sous la forme de valeurs efficaces. Des indications additionnelles de valeurs en courant continu ou en valeurs crêtes sont autorisées.

La plage de fréquences des capteurs de courant doit inclure la plage à partir de 40 Hz au minimum jusqu'au troisième harmonique de la fréquence assignée du réseau.

Pour les applications ferroviaires, une plage de fréquences débutant à 15 Hz est recommandée.

Pour les applications industrielles, une plage de fréquences jusqu'à 1 kHz est recommandée.

Pour les essais de courant de fuite des appareils, une plage de mesure débutant à 0,1 mA avec une résolution de 0,01 mA est recommandée.

4.2 Classes de fonctionnement

4.2.1 Généralités

Les capteurs de courant sont divisés en trois classes de fonctionnement selon leur sensibilité aux champs magnétiques à basse fréquence conformément à l'IEC 61000-4-8 à 50 Hz et 60 Hz.

Pour les plages de fréquences facultatives comprises entre 16,7 Hz et 400 Hz, la configuration d'essai selon l'IEC 61000-4-8 doit être utilisée.

4.2.2 Classe de fonctionnement 1

Les capteurs de courant de la classe de fonctionnement 1 doivent fonctionner dans les champs magnétiques externes à basse fréquence selon le 4.2.1 jusqu'à une intensité de champ de 100 A/m.

La limite supérieure de l'intensité de champ doit être marquée conformément à la Figure 5.

4.2.3 Classe de fonctionnement 2

Les capteurs de courant de la classe de fonctionnement 2 doivent fonctionner dans les champs magnétiques externes à basse fréquence selon le 4.2.1 jusqu'à une intensité de champ de 30 A/m.

La limite supérieure de l'intensité de champ doit être marquée conformément à la Figure 5.

4.2.4 Classe de fonctionnement 3

Les capteurs de courant de la classe de fonctionnement 3 doivent fonctionner dans les champs magnétiques externes à basse fréquence selon le 4.2.1 jusqu'à une intensité de champ de 10 A/m.

La limite supérieure de l'intensité de champ doit être marquée conformément à la Figure 5.

4.3 Incertitude de fonctionnement de la plage de mesure spécifiée

4.3.1 Généralités

L'incertitude de fonctionnement de la plage de mesure spécifiée pour les capteurs de courant des classes de fonctionnement 1, 2 et 3 doit être déterminée selon l'équation d'incertitude de fonctionnement (1) du Tableau 3 dans les conditions de référence de la plage de fonctionnement spécifiée. La relation entre la classe de fonctionnement et le champ magnétique externe est représentée à la Figure 1, à la Figure 2 et dans le Tableau 1.

La valeur conventionnelle est la valeur mesurée du courant de fuite.

4.3.2 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 1

La plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de classe de fonctionnement 1 correspond à la plage des valeurs indiquées entre les mesures inférieures et supérieures déclarées pour lesquelles l'incertitude de fonctionnement du relevé est:

- inférieure à 15 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 10 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 10 A/m;

et

- inférieure à 20 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 12,5 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 30 A/m;

et

- inférieure à 30 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 15 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 100 A/m;

4.3.3 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 2

La plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de classe de fonctionnement 2 correspond à la plage des valeurs indiquées entre les mesures inférieures et supérieures déclarées pour lesquelles l'incertitude de fonctionnement du relevé est:

- inférieure à 15 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 10 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 10 A/m;

et

- inférieure à 20 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 12,5 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 30 A/m.

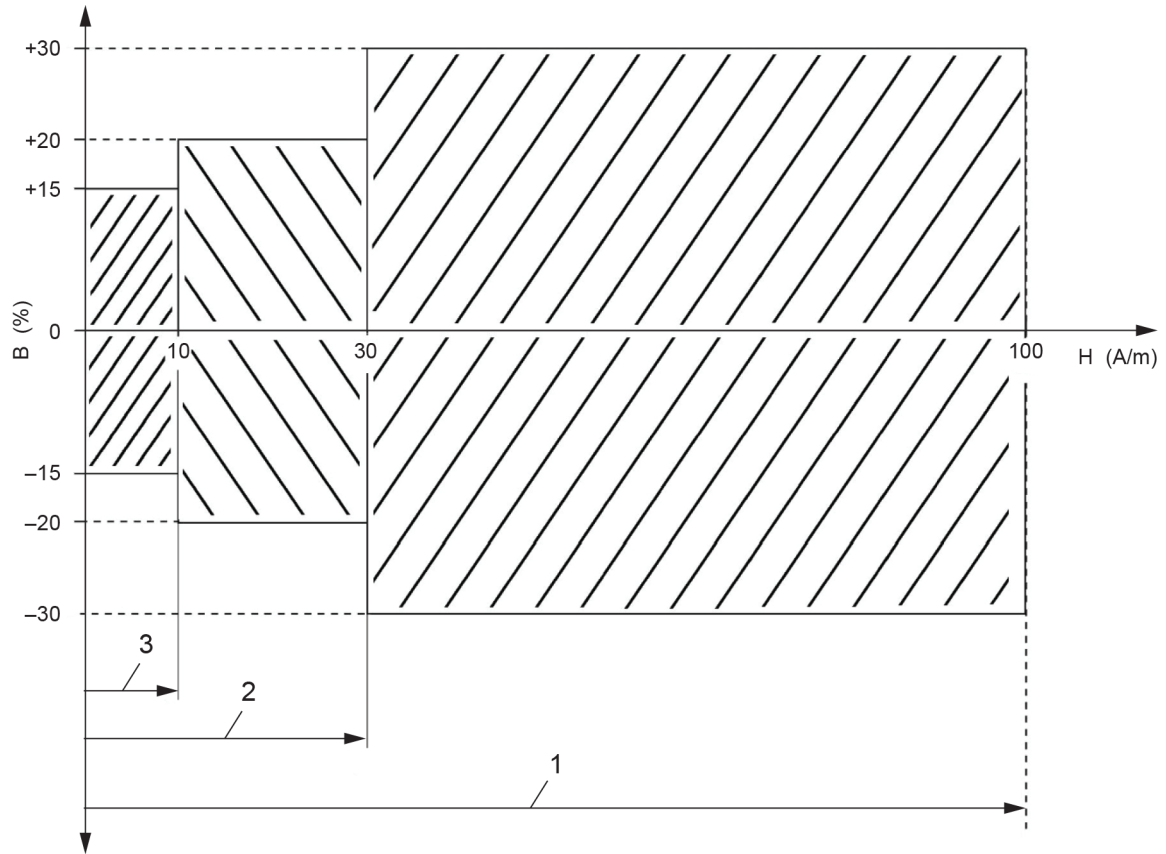
4.3.4 Plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de la classe de fonctionnement 3

La plage de mesure spécifiée d'un capteur de courant de classe de fonctionnement 3 correspond à la plage des valeurs indiquées entre les mesures inférieures et supérieures déclarées, pour lesquelles l'incertitude de fonctionnement du relevé est:

- inférieure à 15 % pour les valeurs inférieures ou égales à 10 mA, et inférieure à 10 % pour les valeurs supérieures à 10 mA dans les champs magnétiques externes à basse fréquence jusqu'à 10 A/m.

Tableau 1 – Relation entre le champ magnétique externe et la classe de fonctionnement

Intensité du champ magnétique externe	10 A/m	30 A/m	100 A/m
Incertitude de fonctionnement de la lecture ≤ 10 mA	15 %	20 %	30 %
Incertitude de fonctionnement de la lecture > 10 mA	10 %	12,5 %	15 %
Capteur de courant de la classe de fonctionnement 1	✓	✓	✓
Capteur de courant de la classe de fonctionnement 2	✓	✓	–
Capteur de courant de la classe de fonctionnement 3	✓	–	–



IEC

Légende des figures 1 et 2:

Axe x: champ magnétique externe

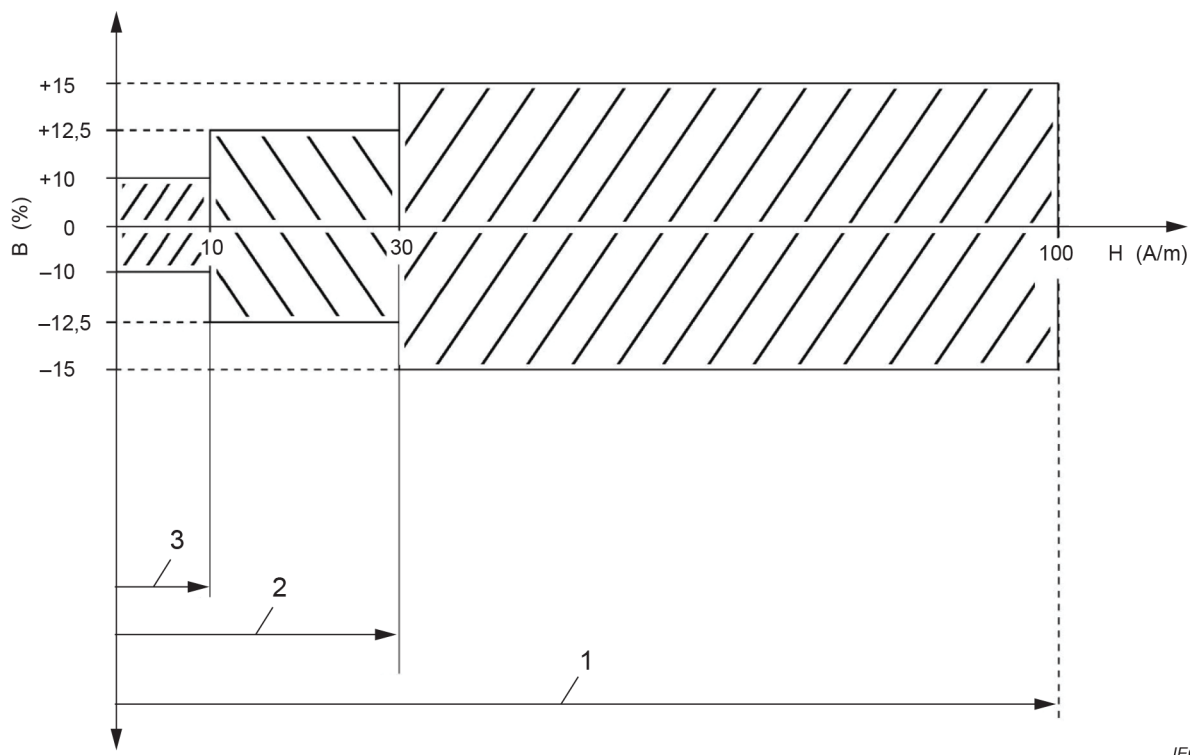
Axe y: incertitude de fonctionnement

1 classe de fonctionnement 1

2 classe de fonctionnement 2

3 classe de fonctionnement 3

Figure 1 – Incertitude de fonctionnement en relation à la classe de fonctionnement et au champ magnétique externe pour les plages de mesure inférieures ou égales à 10 mA



IEC

Figure 2 – Incertitude de fonctionnement en relation aux classes de fonctionnement et au champ magnétique externe et aux plages de mesure supérieures à 10 mA

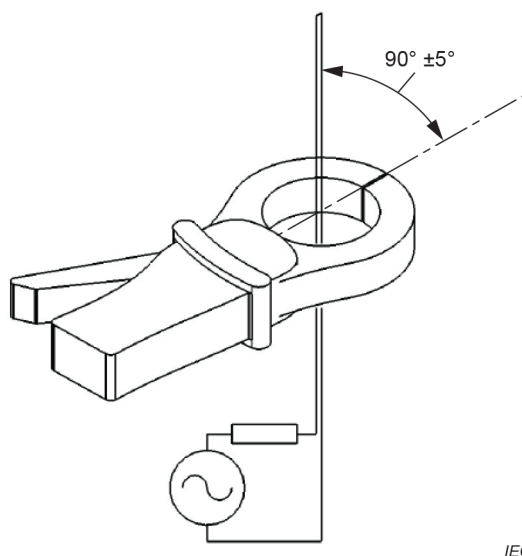
4.4 Conditions de référence

Les conditions de référence du Tableau 2 s'appliquent.

Tableau 2 – Conditions de référence

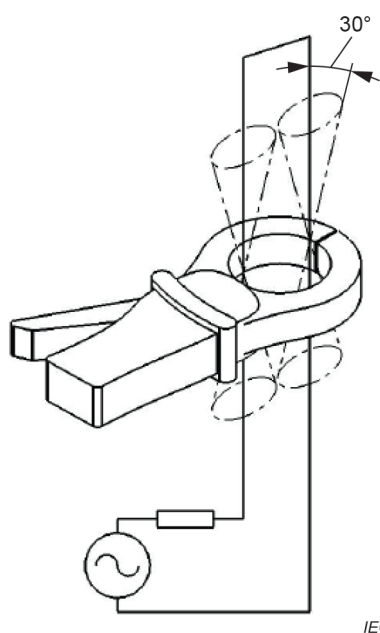
Référence	Plage des conditions de référence	Remarque
Fréquence assignée du réseau	$\pm 1 \%$	
Température de référence	$23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$	
Position de référence:		
Mâchoires de serrage	$90^\circ (\pm 5^\circ)$ par rapport aux conducteurs droits	Voir Figure 3
Conducteurs	Section de 6 mm^2 , situés au centre ($\pm 5^\circ$) des mâchoires de serrage. Pour la méthode différentielle, deux conducteurs droits situés le plus près possible l'un de l'autre sont exigés.	Voir Figure 3
Tension d'alimentation assignée ou tension assignée de la batterie	$\pm 1 \%$	
Valeur conventionnelle du courant de charge	$\pm 5 \%$ entre 50 % et 100 % de la plage nominale selon les spécifications du fabricant	Si applicable
Champ magnétique externe à basse fréquence	0 A/m	
Courant de fuite	Sinusoïdal avec un THD $< 4 \%$	
Courant de contact à la terre	0 A Capteur de courant isolé de la terre ou configuration selon la spécification du fabricant	
Charge assignée	Selon la spécification du fabricant	Si applicable

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



IEC

Figure 3 – Position de référence pour deux conducteurs droits (méthode différentielle)



IEC

Figure 4 – Exemple de positions de fonctionnement pour la méthode différentielle

4.5 Exigences mécaniques

Les capteurs de courant conformes au présent document doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61010-2-032:2019, Article 8, Résistance aux contraintes mécaniques.

4.6 Degré de pollution

Les capteurs de courant conformes au présent document doivent être conçus au minimum pour le degré de pollution 2, conformément à l'IEC 61010-1.

4.7 Catégorie de mesure

Les capteurs de courant conformes au présent document doivent être conçus au minimum pour la catégorie de mesure III et une tension de service minimale de 300 V, conformément à l'IEC 61010-2-032.

4.8 Compatibilité électromagnétique (CEM)

En plus des exigences de l'IEC 61557-1:2019, 4.6, ce qui suit s'applique.

Les capteurs de courant conformes au présent document doivent être conformes aux exigences d'immunité de l'IEC 61326-1:2020, Tableau 2. Les exigences d'émissions sont celles de la Classe B.

5 Marquage et instructions de fonctionnement

5.1 Marquage

Les exigences de l'IEC 61557-1:2019, 5.1 ne s'appliquent pas. Les exigences de l'IEC 61010-2-032:2019, 5.1.2 doivent s'appliquer à leur place, ainsi que les exigences suivantes.

- Les capteurs de courant conformes au présent document doivent être marqués d'un pictogramme encadré qui avertit de ne pas dépasser les limites admissibles des champs magnétiques externes à basse fréquence liées à la classe de fonctionnement. Ce pictogramme doit être clairement visible en position normale. La couleur du cadre et celle du pictogramme doivent contraster avec le fond. La Figure 5 donne un exemple de pictogramme applicable pour la classe de fonctionnement 1.

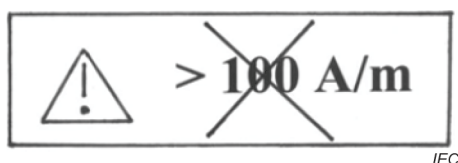


Figure 5 – Exemple de pictogramme applicable à la classe de fonctionnement 1 utilisant le symbole ISO 7000-0434A:2004-01 "Attention"

- Les capteurs de courant conformes au présent document doivent porter l'indication de la plage de mesure spécifiée, conformément au 4.3.

De plus, le courant de charge maximal et la plage de fréquences assignée selon le 4.1 doivent être indiqués.

- L'incertitude intrinsèque ne doit pas être indiquée sur les capteurs de courant.

Le marquage de l'incertitude de fonctionnement est autorisé.

5.2 Instructions de fonctionnement

Pour les capteurs de courant, les exigences selon l'IEC 61557-1:2019, 5.3 et l'IEC 61010-2-032, 5.4.4 s'appliquent. Les informations additionnelles suivantes doivent être fournies, selon le 5.1 du présent document.

- Les instructions de fonctionnement doivent inclure des indications sur le positionnement optimisé des capteurs de courant et sur l'évaluation des influences provoquées par

les champs magnétiques externes à basse fréquence et dues à la contamination des mâchoires.

- Les instructions de fonctionnement doivent inclure des indications sur la charge assignée, si applicable.
- Les instructions de fonctionnement doivent inclure des informations sur la relation entre le courant de charge et la plage de mesure pour la méthode différentielle.
- Les instructions de fonctionnement doivent inclure des informations sur la période recommandée de réétalonnage.
- Le pictogramme de la Figure 5 doit être répertorié dans les "Symboles d'avertissement" et doit être expliqué.

6 Essais

6.1 Généralités

En plus des exigences de l'IEC 61557-1:2019, Article 6, le calcul selon le 6.2 et les vérifications selon les 6.3 et 6.4 doivent être effectués.

6.2 Incertitude de fonctionnement

L'incertitude de fonctionnement des fonctions de mesure doit être déterminée selon l'IEC 61557-1:2019, 4.2 en prenant en compte les grandeurs d'influence applicables selon le Tableau 3.

L'incertitude de fonctionnement doit être calculée selon le Tableau 3 et conformément à ce qui suit.

- La variation due à la position (Figure 4):
 - la variation E_1 due à la position de l'équipement doit être déterminée à la position $\pm 30^\circ$ pour toute position des conducteurs à l'intérieur des mâchoires de la pince;
 - pour la méthode différentielle, deux conducteurs droits isolés d'une section de 6 mm^2 d'une épaisseur d'isolation d'environ 2 mm (H07 V-K ou similaire) et situés le plus loin possible des mâchoires de la pince sont exigés (Figure 4);Il convient d'utiliser l'exemple de la Figure 4 pour identifier la position la plus défavorable.
- la variation E_2 due à la plage assignée de la tension d'alimentation (ou de la plage de tensions assignée des batteries si applicable);
- la variation E_3 due à la température doit être déterminée pour toutes les fonctions de mesure dans les conditions suivantes:
 - de 0°C à $+35^\circ\text{C}$ ou dans une plage étendue spécifiée par le fabricant;
- la variation E_9 due aux harmoniques du courant de fuite, voir le Tableau 2;
- la variation E_{11} due au champ magnétique externe à basse fréquence dans les limites du 4.2 doit être déterminée;
- la variation E_{12} due au courant de charge maximal selon la spécification du fabricant doit être déterminée;
- la variation E_{13} due au courant de contact traversant le circuit A1 selon l'IEC 61010-1 entre les parties tenues à la main (recouvertes d'une feuille de métal) et la terre doit être déterminée. Le conducteur doit être maintenu à la tension maximale en mode commun et à la fréquence assignée la plus élevée;
- la variation E_{14} due à la plage de fréquences assignée doit être déterminée;
- la variation E_{15} due à la répétabilité des relevés de mesure sur au moins 10 cycles d'ouverture et/ou de fermeture (E_{15}).

Tableau 3 – Calcul de l'incertitude de fonctionnement

Incertitude intrinsèque ou grandeur d'influence	Conditions de référence ou plage de fonctionnement spécifiée	Code de désignation	Exigences ou essais conformément aux parties applicables de l'IEC 61557	Type d'essai
Incertitude intrinsèque	Conditions de référence	A	IEC 61557-13:2023, 4.4, 6.2	R
Position (de l'équipement utilisant un affichage mécanique)	Position de référence ± 90°	$E_{1.1}$	IEC 61557-1:2019, 4.3	T
Position (du conducteur à l'intérieur des mâchoires de la pince)	Position de référence ± 30°, pour toute position à l'intérieur des mâchoires de la pince	$E_{1.2}$	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Tension d'alimentation	Aux limites indiquées par le fabricant	E_2	IEC 61557-1:2019, 4.2, 4.3	T
Température	de 0 °C à +35 °C ou dans une plage étendue spécifiée par le fabricant	E_3	IEC 61557-1:2019, 4.2, 4.3	T
Harmoniques du réseau	5 % du 3 ^e harmonique de la fréquence nominale à 0° 6 % du 5 ^e harmonique de la fréquence nominale à 180° 5 % du 7 ^e harmonique de la fréquence nominale à 0°	E_9	IEC 61557-1:2019, 4.2	T
Champ magnétique externe à basse fréquence	Classe de fonctionnement 1 à 100 A/m 30 A/m 10 A/m Classe de fonctionnement 2 à 30 A/m 10 A/m Classe de fonctionnement 3 à 10 A/m	E_{11}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Courant de charge	Plage nominale du courant de charge selon la spécification du fabricant	E_{12}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Courant de contact provoqué par la tension en mode commun	Courant de contact traversant le circuit A1 selon l'IEC 61010-1 entre les parties tenues à la main (recouvertes d'une feuille de métal) et la terre. Conducteur maintenu à la tension maximale en mode commun et à la fréquence assignée du réseau la plus élevée.	E_{13}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Fréquence	Plage de fréquences assignée selon la spécification du fabricant	E_{14}	IEC 61557-13:2023, 6.2	T
Répétabilité	Différence entre la valeur la plus élevée et la valeur la plus faible de l'incertitude intrinsèque	E_{15}	IEC 61557-13:2023, 6.2	R
Incertitude de fonctionnement (1)	$B = \pm \sqrt{A^2 + \frac{4}{3} \sum_i E_i^2}$		IEC 61557-1:2019, 4.2	T
Légende A = incertitude intrinsèque B = incertitude de fonctionnement E_i = variations F = valeur conventionnelle R = essai individuel de série T = essai de type		Incertitude de fonctionnement en pourcentage (2) $B [\%] = \pm \frac{B}{F} \times 100 \%$		

6.3 Vérification des instructions de fonctionnement

L'existence des informations définies au 5.2 doit être vérifiée (essai de type).

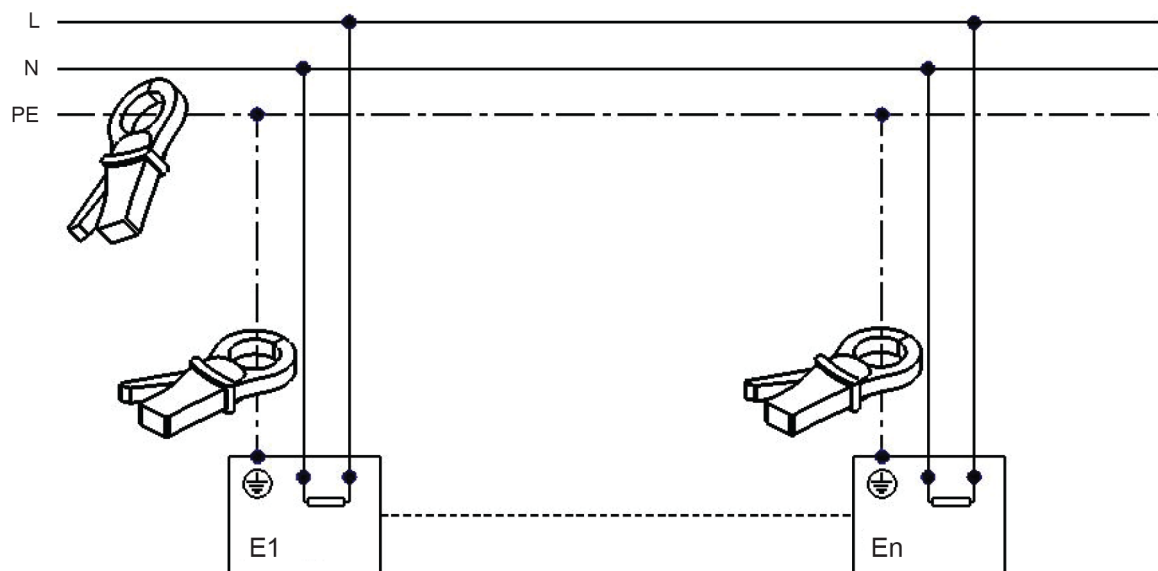
6.4 Vérification du marquage

L'existence du marquage selon le 5.1 et du pictogramme de la Figure 5 doit être vérifiée (essai individuel de série).

Annexe A (informative)

Exemples d'applications de mesure

La Figure A.1 montre un exemple de mesure du courant dans le conducteur de protection à l'aide de la méthode directe.



IEC

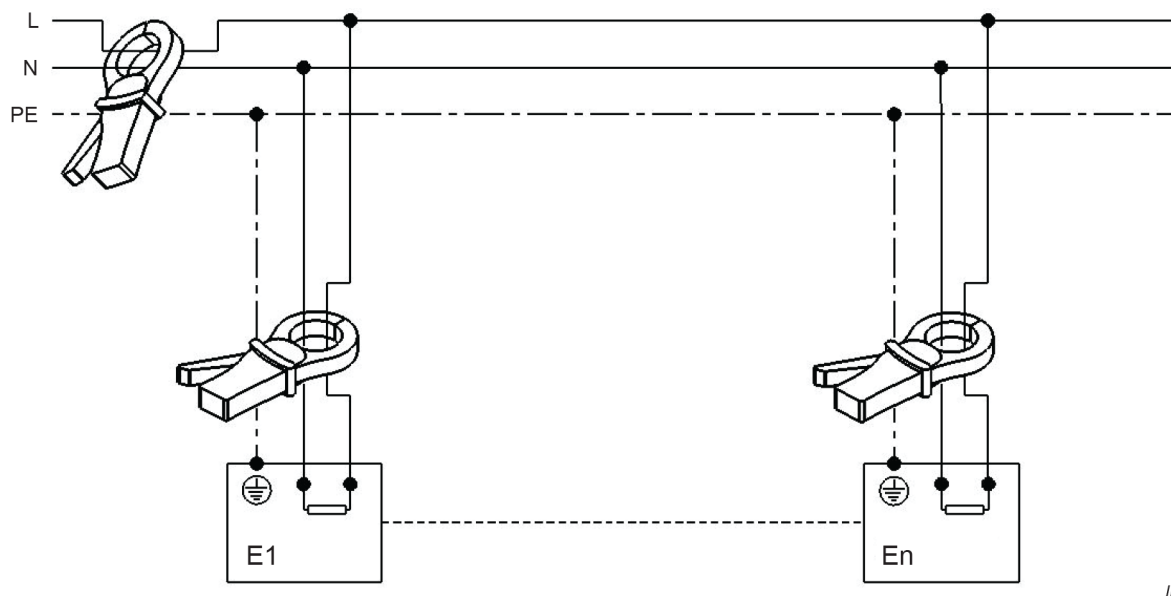
Légende de la Figure A.1 et de la Figure A.2

E1 Équipement 1

En Équipement n

**Figure A.1 – Exemple de mesure du courant dans le conducteur de protection –
Méthode directe**

La Figure A.2 montre un exemple de mesure du courant de fuite, incluant le courant dans le conducteur de protection, à l'aide de la méthode différentielle.



IEC

NOTE Les exemples de la Figure A.1 et de la Figure A.2 concernent des circuits monophasés. Néanmoins, ces exemples de mesures sont également valables pour les circuits triphasés et triphasés avec neutre.

Figure A.2 – Exemple de mesure du courant de fuite, incluant le courant dans le conducteur de protection – Méthode différentielle

Bibliographie

IEC 60359, *Appareils de mesure électrique et électronique – Expression des performances*

IEC 61326-2-2, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire - Exigences relatives à la CEM - Partie 2-2: Exigences particulières - Configurations d'essai, conditions de fonctionnement et critères de qualités de fonctionnement des matériels portables d'essai, de mesure et de surveillance utilisés dans des réseaux de distribution à basse tension*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch