

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems

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

Partie 9: Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems

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

Partie 9: Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 25.040.40

ISBN 978-2-88910-536-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Requirements.....	8
4.1 Equipment for insulation fault location	8
4.2 Response sensitivity.....	8
4.3 Warning device	8
4.4 Locating current I_L	8
4.5 Locating voltage U_L	9
4.6 Indication of the insulation value	9
4.7 PE connection	9
4.8 Clearances and creepage distances	9
4.9 Electromagnetic compatibility (EMC)	9
4.10 Additional requirements.....	9
5 Marking and operating instructions	10
5.1 Marking	10
5.2 Operating instructions	11
6 Tests.....	11
6.1 Type test.....	12
6.1.1 Response sensitivity of the insulation fault location system	12
6.1.2 Locating current I_L	12
6.1.3 Locating voltage U_L	13
6.1.4 Warning device.....	13
6.1.5 Equipment for indication of the insulation value	13
6.1.6 Locating current injector	13
6.1.7 Dielectric test	13
6.1.8 Electromagnetic compatibility (EMC)	13
6.1.9 Loss of locating current sensor connection	13
6.1.10 Additional requirements.....	13
6.1.11 Marking and operating instructions	13
6.1.12 Record of the type test	13
6.2 Routine tests.....	13
6.2.1 General	13
6.2.2 Response sensitivity.....	13
6.2.3 Warning device.....	14
6.2.4 Self-test function	14
6.2.5 Dielectric test	14
6.2.6 Marking and operating instructions	14
Annex A (normative) Equipment for insulation fault location in medical locations	15
Annex B (normative) Portable equipment for insulation fault location	18
Annex C (informative) Example of an insulation fault location system and explanation of upstream / downstream leakage capacitances	20
Bibliography.....	23
Figure C.1 – Example of an insulation fault location system.....	21

Figure C.2 – Explanation of upstream/downstream leakage capacitance..... 22

Table 1 – Requirements for Insulation Fault Location Systems (IFL) 10

Table A.1 – Additional requirements applicable to equipment for insulation fault location
in medical locations 17

Table A.2 – Emission test for equipment for insulation fault location in medical locations..... 17

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61557-9:2009

Withd 2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 9: Equipment for insulation fault location in IT 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61557-9 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1999. It is a technical revision.

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

- a) scope complemented;
- b) normative references complemented;
- c) terms and definitions of Clause 3 complemented;
- d) revision of requirements;
- e) revision of marking and operating instructions;
- f) revision of Clause 6 "Tests";

- g) revision of Table 1;
- h) addition of Annex A;
- i) addition of Annex B;
- j) addition of Annex C.

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

FDIS	Report on voting
85/337/FDIS	85/341/RVD

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

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

This part is to be used in conjunction with IEC 61557-1:2007.

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 a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under <http://webstore.iec.ch> in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies the requirements for insulation fault location systems which localize insulation faults in any part of the system in unearthed IT a.c. systems and unearthed IT a.c. systems with galvanically connected d.c. circuits having nominal voltages up to 1 000 V a.c., as well as in unearthed IT d.c. systems with voltages up to 1 500 V d.c., independent of the measuring principle.

NOTE 1 IT systems are described in IEC 60364-4-41 amongst other literature. Additional data for a selection of devices in other standards should be noted.

NOTE 2 Further information on insulation fault location can be found in the following standards: IEC 60364-4-41:2005, 411.6, and IEC 60364-5-53:2001, 531.3.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

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

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60721-3-1, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

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

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

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

IEC 61326-2-4, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 2-4: Particular requirements – Test configurations, operational conditions and performance criteria for insulation monitoring devices according to IEC 61557-8 and for equipment for insulation fault location according to IEC 61557-9*

IEC 61557-1:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 1: General requirements*

IEC 61557-8:2007, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61557-1, in IEC 61557-8 and the following apply.

3.1

insulation fault location system

device or combination of devices used for insulation fault location in IT systems. The insulation fault location system is used in addition to an insulation monitoring device. It injects a locating current between the electrical system and earth and locates insulation faults

NOTE The requirements for insulation monitoring devices are defined in IEC 61557-8.

3.2

locating current

I_L

r.m.s. value of the current that is injected by the locating current injector during the location process. The locating current can be generated by

- an independent locating voltage source, or
- an independent locating current source, or
- it can be driven directly from the system to be monitored

3.3

locating voltage

U_L

r.m.s. value of the voltage present at the measuring terminals of the locating current injector during the measurement when the device has an independent locating voltage or current source

NOTE In a fault-free, de-energized system, this represents the voltage present between the terminals of the locating device to the system to be monitored and the terminals for the connection to the PE conductor.

3.4

response sensitivity

value of the evaluating current or insulation resistance at which the evaluator responds under specified conditions

NOTE Response sensitivity can either be a fixed threshold or a response curve.

3.5

insulation fault locator

device or part of a device for the location of the insulation fault

3.6

locating current sensor

sensor for the detection of the locating current used for the location of the insulation fault

3.7

locating current injector

device or part of a device, which function it is to inject the locating current in the IT system in order to locate the insulation fault

3.8

passive locating current injector

locating current injector that generates the locating current directly from the system to be monitored

3.9

active locating current injector

locating current injector that generates the locating current from a locating voltage source which is independent from the system to be monitored

4 Requirements

The following requirements as well as those given in IEC 61557-1 shall apply.

4.1 Equipment for insulation fault location

Equipment for insulation fault location shall be capable of localizing symmetrical as well as asymmetrical insulation faults in an IT system and to give a warning, if the insulation resistance in a part of the installation falls below the response sensitivity.

If equipment for insulation fault location has a self-test function, the self-test shall not produce an insulation fault to earth.

NOTE 1 See also IEC 61557-8:2007, 4.1.

NOTE 2 Insulation monitoring devices may be deactivated during the location process.

NOTE 3 Warning indication can be done by a lamp, a buzzer or by any other kind of indication.

NOTE 4 Insulation fault locating systems may have a self-test function. Checking the response sensitivity is not necessary.

NOTE 5 Insulation fault location systems with an active locating current source may also be used for insulation fault location in de-energized systems.

4.2 Response sensitivity

Insulation fault location systems shall be designed in such a manner that the response sensitivity stated by the manufacturer will be met under the specified system conditions, at a total symmetrical system leakage capacitance of 1 μF upstream the evaluating current sensor ($C_{Lu} = 1 \mu\text{F}$, $C_{Ld} = 0 \mu\text{F}$ according to Figure C.2).

Information on the influence of the system leakage capacitances higher than 1 μF on the response sensitivity as well as possible interference from the distribution system on the insulation fault location process shall be stated by the manufacturer.

NOTE The total leakage capacitance is the sum of the leakage capacitances of all phase conductors, including the neutral conductor to PE.

4.3 Warning device

Insulation fault location systems shall contain a visual warning device, which indicates if an insulation fault is detected or allow connection to such a device for the indication of a fault. If externally connectable audible signalling devices are provided, they may be fitted with a resetting facility. In this case, after clearing a fault or resetting the device, the audible signal shall sound if a new fault occurs.

4.4 Locating current I_L

The maximum locating current I_L shall be limited to 500 mA, r.m.s., to ensure that the locating current does not produce touch voltages above the conventional voltage limit (50 V a.c., 120 V

d.c.) under the first fault in the distribution system. The locating current shall not increase above 500 mA, r.m.s., under foreseeable component failures in the locating current injector. When the locating current is adjustable, unintentional changes of the setting shall be prevented by suitable means.

4.5 Locating voltage U_L

If an active locating voltage or locating current is used, the locating voltage U_L shall be equal or below 50 V a.c. or 120 V d.c. (see IEC 60364-4-41) under no load conditions.

If an active locating voltage U_L above 50 V a.c. or 120 V d.c. is used the locating current shall not exceed 3,5 mA a.c., (r.m.s.) or 10 mA d.c. through a pure resistance of 2 000 Ω .

4.6 Indication of the insulation value

When insulation fault location systems include means for the indication of the insulation value, the uncertainty of the indicated value shall be stated by the manufacturer.

4.7 PE connection

Contrary to IEC 61557-1, the PE connection of insulation fault location systems (locating current injector) is a measuring connection and shall be treated as functional earth connection (FE). If the insulation fault location system has accessible parts which are earthed for protective purposes, these connections shall be treated as protective connections (PE).

4.8 Clearances and creepage distances

Insulation fault location systems shall have minimum clearances and creepage distances in accordance with IEC 60664-1 and IEC 60664-3, or only IEC 61010-1. Clearances and creepage distances shall be selected in accordance with

- overvoltage category III,
- pollution degree 2, and
- pollution degree 1 for circuits inside the housing which are coated according to IEC 60664-3.

NOTE For accessible parts on the outside of the housing, creepage distances of pollution degree 3 are recommended to withstand higher environmental requirements.

Where different voltages are used in one device, clearances and creepage distances shall be designed for the highest voltage.

4.9 Electromagnetic compatibility (EMC)

Insulation fault location systems shall comply with the requirements for electromagnetic compatibility (EMC) in accordance with IEC 61326-2-4.

4.10 Additional requirements

Additional requirements for insulation fault location systems are listed in Table 1.

Table 1 – Requirements for Insulation Fault Location Systems (IFL)

	Requirements for type test	Requirements for routine tests
Response sensitivity	According to 6.1.1	According to 6.2.2
Locating current I_L	According to 6.1.2	Not applicable
Locating voltage U_L	According to 6.1.3	Not applicable
Warning device	According to 6.1.4	According to 6.2.3
Relative uncertainty of the indicated insulation value ^a	According to 6.1.5	Not applicable
Locating current injector	According to 6.1.6	According to 6.2.4
Dielectric test	According to 6.1.7	According to 6.2.5
Electromagnetic compatibility	According to 6.1.8	Not applicable
Marking and operating instructions	According to 6.1.11	According to 6.2.8
Minimum permanently admissible nominal voltage	$1,15 \times U_n$ of the highest nominal voltage U_n ^b	Not applicable
Climatic environmental conditions	– Operation: class 3k5 (IEC 60721-3-3: -5 °C to +45 °C) ^c – Transport: class 2k3 (IEC 60721-3-2: -25 °C to +70 °C) – Storage: class 1k4 (IEC 60721-3-1: -25 °C to +55 °C)	
^a The relative uncertainty is evaluated under the conditions of 4.5 and in addition: – operation temperatures between –5 °C and +45 °C; – at the voltages U_s and U_n and the leakage capacitances C_s stated by the manufacturer in the operating instructions. ^b U_n is the phase-to-phase voltage in a three-phase system or the phase-to-neutral voltage in a one-phase system. ^c Except condensation and the formation of ice.		

5 Marking and operating instructions

5.1 Marking

In addition to the marking in accordance with IEC 61557-1, the following information shall be provided on insulation fault location systems, if applicable.

5.1.1 Type of device as well as mark of origin or name of the manufacturer.

5.1.2 Type of IT system to be monitored (if the insulation fault location system is designed for a specific type of IT system).

5.1.3 Wiring diagram or number of the wiring diagram or number of the operating instructions.

5.1.4 Nominal system voltage U_n or range of the nominal voltage.

5.1.5 Nominal value of the rated supply voltage U_s or range of the rated supply voltage.

5.1.6 Nominal frequency of the rated supply voltage U_s and the nominal voltage U_n or working range of frequencies for the rated supply voltage or nominal voltage.

5.1.7 Response sensitivity or range of response sensitivity under specified conditions (see 4.2).

5.1.8 The serial number, the year of manufacture or the type designation mandatory on the outside and, if necessary, on the inside.

5.1.9 All data of 5.1 shall be indelibly marked on the insulation fault location system.

5.2 Operating instructions

The operating instructions shall state the following in addition to the statements given in IEC 61557-1.

5.2.1 Maximum value of the locating voltage U_L in case when it is independent from the voltage in the system to be monitored.

5.2.2 Maximum value of the locating current I_L in cases where it is independent from the voltage in the system to be monitored.

5.2.3 Response sensitivity.

5.2.4 Technical data of the interface for the connection of an external warning device, including rated voltage and rated current, rated insulation voltage and explanation of the interface function.

NOTE The information for contact circuits should be in accordance with IEC 61810-2 or IEC 60947-5-1 and IEC 60947-5-4.

5.2.5 Wiring diagram when this is not marked on the device in accordance with 5.1.3.

5.2.6 Information on the influence of system leakage capacitances, of the system voltage and of the type of distribution system on the response sensitivity.

5.2.7 Locating voltage according to 6.1.7 and conformity to the relevant EMC standards.

5.2.8 Functional description of the insulation fault location system.

5.2.9 An indication that the system to be monitored including any connected appliances might be influenced by insulation fault location systems, for example influence on residual current devices (RCDs).

5.2.10 An indication that insulation monitoring devices may be influenced by insulation fault location systems, if applicable.

5.2.11 If the insulation monitoring device is deactivated during the fault indication, it shall be explained in the operating instructions.

5.2.12 The maximum operating uncertainty for the response sensitivity under specified conditions.

5.2.13 The maximum operating uncertainty for the indication of the insulation value, if applicable.

6 Tests

The following tests in addition to those required according to IEC 61557-1 shall be executed (see also Table 1).

6.1 Type test

The type tests shall be carried out according to 6.1.1 to 6.1.12.

6.1.1 Response sensitivity of the insulation fault location system

The response sensitivity shall be tested at the lowest and at the highest value of the nominal system voltage U_n and of the rated supply voltage U_S and under the conditions of 4.2.

For this test, the insulation resistance shall be simulated as follows:

- single pole (from one phase of U_n);
- symmetrically (same resistor from all phases of U_n).

The measuring device used for testing shall be able to accommodate slow continuous or fine-step changes of the insulation resistance as well as a connection of system leakage capacitances according to 4.2. Capacitors with an insulation resistance of at least 100 MΩ and a tolerance limit of ± 10 % maximum shall be used for simulating system leakage capacitances.

During testing, the insulation faults are simulated by externally connected test resistors. The response sensitivity shall be determined at the lower and the upper value of the voltage of the system to be monitored by reducing the test resistances slowly. The response sensitivity shall be determined with symmetrical and single pole test resistances. If the measuring principle depends on the magnitude of the system leakage capacitance, the specified response sensitivity shall be tested by connecting capacitors step by step.

When the insulation fault location system is provided with adjustable response sensitivity, the tests shall be performed at the lowest and at the highest value for a value which is adjustable continuously and for all values with fixed selectable response sensitivities.

The tests shall be performed under the climatic environmental conditions of Table 1.

The response sensitivity shall be compared with the values stated by the manufacturer.

6.1.2 Locating current I_L

Compliance with the requirements in 4.4 and 4.5 shall be verified.

The locating current shall be measured in an IT system with no leakage capacitance and with an insulation resistance > 100 MΩ as follows:

- If the location current is driven directly from the system to be monitored or if an independent locating voltage source is used with a locating voltage equal or below 50 V a.c. or 120 V d.c.:
 - set the voltage of the IT system to the maximum nominal system voltage of the device;
 - connect an Ampere Meter (mA meter) between one phase conductor and the PE conductor and measure the r.m.s. value of the locating current. The measured value shall not be higher than the value stated by the manufacturer in the operating instructions and shall not be higher than 500 mA.
- If an independent locating voltage source is used with a locating voltage above 50 V a.c. or 120 V d.c.:
 - connect a resistor of 2 kΩ in series with an Ampere Meter (mA meter) between the interconnected system terminals and the earth terminal and measure the r.m.s. current of the locating current. The measured value shall not be higher than 3,5 mA a.c. (r.m.s.) or 10 mA d.c.

6.1.3 Locating voltage U_L

Compliance with 4.5 shall be verified, if applicable. The locating voltage is measured using a voltmeter, which is connected between the connections of the locating current injector to the system to be monitored and the PE conductor under no load condition.

6.1.4 Warning device

Compliance with the requirements given in 4.3 shall be verified.

6.1.5 Equipment for indication of the insulation value

Compliance with 4.6 shall be verified.

6.1.6 Locating current injector

Compliance with 4.4 shall be verified.

6.1.7 Dielectric test

Insulation fault detection systems shall be tested in accordance with IEC 61010-1.

6.1.8 Electromagnetic compatibility (EMC)

The electromagnetic compatibility shall be tested in accordance with IEC 61326-2-4.

6.1.9 Loss of locating current sensor connection

If provided, it shall be verified that loss of the connection to the locating current sensor is indicated according to 4.1.

For this test, interruption and short circuit of the connection shall be simulated.

6.1.10 Additional requirements

Compliance with the requirements given in 4.6, 4.7, 4.8 and 4.10 shall be verified.

6.1.11 Marking and operating instructions

Compliance with the requirements given in 5.1 and 5.2 shall be verified by visual inspection.

6.1.12 Record of the type test

The results of the type test shall be documented.

6.2 Routine tests

6.2.1 General

Routine tests shall be carried out according to Table 1.

NOTE Engineering and statistical analyses may show that routine tests on each insulation fault location system may not always be required, in which case sampling tests may be made instead. These tests should be carried out either during the manufacturing process or at the end.

6.2.2 Response sensitivity

The response sensitivity shall be verified for compliance on each insulation fault location system. The routine test shall be carried out in accordance with 6.1.1 and at the specified conditions of 4.2. In this test the following conditions apply:

- room temperature (23 ± 3) °C at 1,0 times U_n and 1,0 times U_S or the lowest and highest rated value of U_n and U_S for a device with several rated voltages or with a range of rated voltages;
- at a minimum of three settings including the minimum, the maximum and at a point in the centre of the setting of the response sensitivity for devices with continuously adjustable response sensitivity;
- at each step for devices with stepwise adjustment of the response sensitivity.

During this test, the limits shall be reduced to such a degree that the conditions in Table 1 are met.

6.2.3 Warning device

Compliance with the requirements given in 4.3 shall be verified.

6.2.4 Self-test function

Compliance with 4.1 shall be verified.

6.2.5 Dielectric test

The dielectric test shall be performed in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2001.

6.2.6 Marking and operating instructions

Compliance with 5.1 shall be verified by visual inspection.

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61557-9:2009
 Withheld

Annex A (normative)

Equipment for insulation fault location in medical locations

A.1 Scope and object

This Annex A specifies the additional requirements for equipment for insulation fault location which is used in unearthed IT a.c. systems of GROUP 2 medical locations in accordance with IEC 60364-7-710.

NOTE The information and requirements specified here replace or supplement the corresponding clauses and subclauses of the main text of this standard, as indicated.

A.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of Annex A. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 60364-7-710:2002, *Electrical installations of buildings – Part 7-710: Requirements for special installations or locations – Medical locations*

A.3 Terms and definitions

For the purposes of this Annex, the terms and definitions given in Clause 3 of this standard, as well as the following apply.

A.3.1

equipment for insulation fault location in medical locations

specific insulation fault location equipment dedicated to locating insulation faults in IT systems of GROUP 2 medical location. These devices should comply with Annex A

A.3.2

response time

t_{al}

time required by insulation fault location equipment to respond under the conditions of A.4.5

A.3.3

GROUP 2 medical locations

medical locations, where applied parts are intended to be used in applications such as intracardiac procedures, operating theatres and vital treatment, where discontinuity (failure) of the supply can cause danger to life

NOTE An intracardiac procedure is a procedure, whereby an electrical conductor is placed within the cardiac zone of a patient or is likely to come into contact with the heart, such conductor being accessible outside the patient's body. In this context, an electrical conductor includes insulated wires, such as cardiac pacing electrodes or intracardiac ECG-electrodes, or insulated tubes filled with conducting fluids.

[IEC 60364-7-710, 710.3.7]

A.4 Requirements

The following requirements or modifications as well as those given in Clause 4 of this standard shall apply.

A.4.1 Response sensitivity

The minimum response sensitivity shall be $50\text{ k}\Omega$ or $U_n / 50\text{ k}\Omega$ at a total upstream leakage capacitance (sum of the leakage capacitances of all phase conductors to ground) of $1\text{ }\mu\text{F}$.

A.4.2 Locating current I_L

The locating current shall be limited to 1 mA r.m.s.

A.4.3 Locating voltage U_L

If an active locating voltage or locating current is used, the locating voltage U_L shall be below $25\text{ V a.c. r.m.s. or d.c.}$ according to IEC 60364-7-710.

A.4.4 Electromagnetic compatibility (EMC)

Equipment for insulation fault location in medical locations shall comply with IEC 61326-2-4 and in addition with CISPR 11.

A.4.5 Response time t_{al}

The response time under the conditions of A.4.2 shall be stated by the manufacturer.

A.4.6 Indication

An indication shall take place that indicates in which section of the installation the insulation fault has been detected.

A.5 Marking and operating instructions

Clause 5 of this standard applies.

A.6 Tests

Clause 6 of this standard applies. Additionally the requirements of A.4 shall be considered.

A.6.1 Type tests

The response time t_{al} shall be tested at the nominal system voltage and at a total leakage capacitance of $1\text{ }\mu\text{F}$ symmetrically distributed from all phase conductors upstream the evaluating current sensor by suddenly reducing the insulation resistance from nearly infinity to $25\text{ k}\Omega$. Table A.1 shows additional requirements applicable to equipment for insulation fault location in medical locations. Table A.2 shows emission test for equipment for insulation fault location in medical locations.

**Table A.1 – Additional requirements applicable to equipment
for insulation fault location in medical locations**

	Requirements for type tests	Requirements for routine tests
Response sensitivity	According to 6.1.1 and A.4.1	According to 6.2.2 and A.4.1
Locating current I_L	According to 6.1.2 and A.4.2	Not applicable
Locating voltage U_L	According to 6.1.3 and A.4.3	Not applicable
Electromagnetic compatibility	According to 6.1.8 and A.4.4 (Table A.2)	Not applicable

**Table A.2 – Emission test for equipment for insulation
fault location in medical locations**

Test No.	Access	Test	Specification	Class	Comment	Basic Standard
1	Complete device	Radiated disturbance emission	30 MHz to 230 MHz 230 MHz to 1 000 MHz	B	At rated voltage	CISPR 11
2	Supply connections and main connections	Conducted disturbance emission	150 kHz to 30 MHz	B	At rated voltage	CISPR 11

Annex B (normative)

Portable equipment for insulation fault location

B.1 Scope and object

This Annex B specifies the additional requirements for portable equipment for insulation fault location which is used in unearthed IT systems.

This portable equipment can be used instead or in combination with fixed equipment for insulation fault location.

NOTE The information and requirements specified here replace or supplement the corresponding clauses and subclauses of the main text of this standard, as indicated.

B.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this Annex. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 61010-2-032, *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*

B.3 Terms and definitions

For the purposes of this Annex, the terms and definitions given in Clause 3 of this standard, as well as the following apply.

B.3.1

portable equipment for insulation fault location

equipment used for temporary insulation fault location in IT systems instead of, or additionally, to fixed installed insulation fault location equipment. These devices should comply with Annex B

B.4 Requirements

The following requirements or modifications as well as those given in Clause 4 of this standard shall apply.

B.4.1 Portable locating current sensors

If portable locating current sensors are used as evaluating current sensors, they shall comply with IEC 61010-2-032.

The portable locating current sensors shall be current sensors type A according to IEC 61010-2-032.

B.4.2 Probe assemblies

If hand-held probe assemblies or assemblies for the connection of the portable devices to the system to be monitored are used, they shall comply with IEC 61010-031.

The probe assemblies shall be type A according to IEC 61010-031.

B.5 Operating instructions

Clause 5 of this standard applies, as well as the additional subclauses.

B.5.1 Information on the influence of electromagnetic fields in the vicinity of the locating current sensor shall be included in the operating instructions.

B.5.2 Information on the influence of the load current in the current carrying parts of the system to which the locating current sensor shall be applied shall be included in the operating instructions.

NOTE Information should be added that in the case the locating current sensor for example is erroneously applied to one single d.c. load current carrying conductor. It is possible, that the locating current sensor may only be removed after switching off the load current in the system.

B.6 Tests

Clause 6 of this standard applies except 6.1.9.

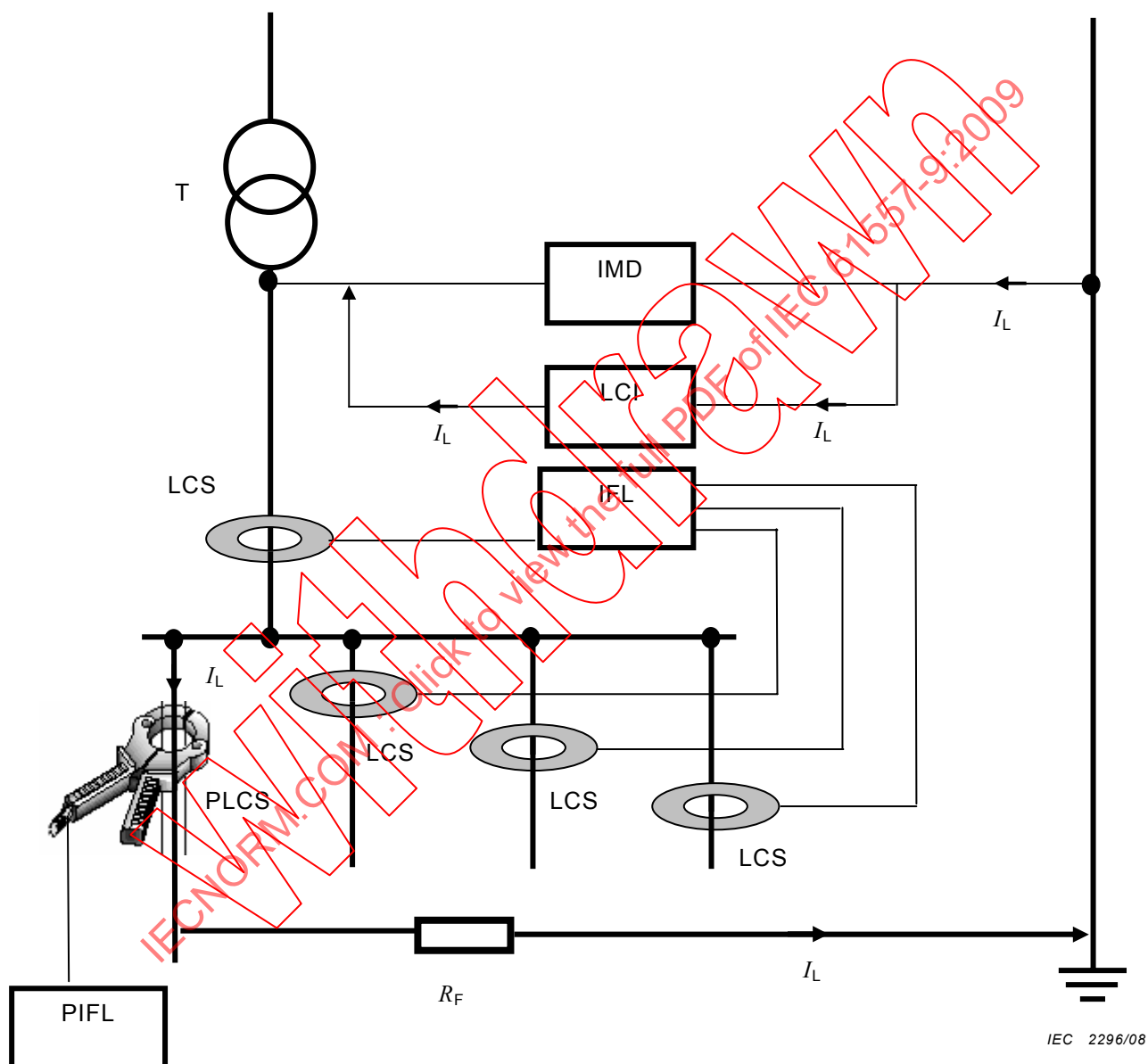
B.6.1 Type tests

Clause 6 of this standard applies. In addition, the requirements of B.4 and B.5 shall be considered.

Annex C (informative)

Example of an insulation fault location system and explanation of upstream / downstream leakage capacitances

Figure C.1 shows an example of an insulation fault location system.



IEC 2296/08

Figure C.1 – Example of an insulation fault location system

Key

IMD	insulation monitoring device
LCI	locating current injector
IFL	insulation fault locator
LCS	locating current sensor
PIFL	portable insulation fault locator
PLCS	portable locating current sensor
T	IT system transformer
I_L	locating current
R_F	insulation resistance

NOTE 1 An insulation fault location system usually consists of several functions (see Figure C.1):

- insulation monitoring device according to IEC 61557-8;
- locating current injector, portable or permanently installed;
- locating current sensor (e.g. current transformer or current clamp): these are used for the detection of the locating current and are connected to the insulation fault locator;
- insulation fault locator, portable or permanently installed: the locating current sensors are connected to the insulation fault evaluator to detect the locating current.

These functions may be performed either by a single device for each function; or all functions may be integrated into one device; or some or all functions may be integrated into an insulation monitoring device according to IEC 61557-8; or into combined devices which fulfil additional monitoring functions.

The locating current injector may be a passive device or an active device. In case of a passive device, the locating current is driven by the voltage to ground of the system to be monitored and is limited by the locating current injector to the maximum locating current. In an active test device, the locating current is generated by an independent active voltage or current source inside the test device.

NOTE 2 IMD, LCI and IFL may either be single devices, or all or some of these functions may be combined into one single device.

NOTE 3 PIFL may be used together with a fixed installed locating current injector or a portable locating current injector may be used.

Figure C.1 – Example of an insulation fault location system (continued)

Figure C.2 shows an explanation of upstream/downstream leakage capacitance.

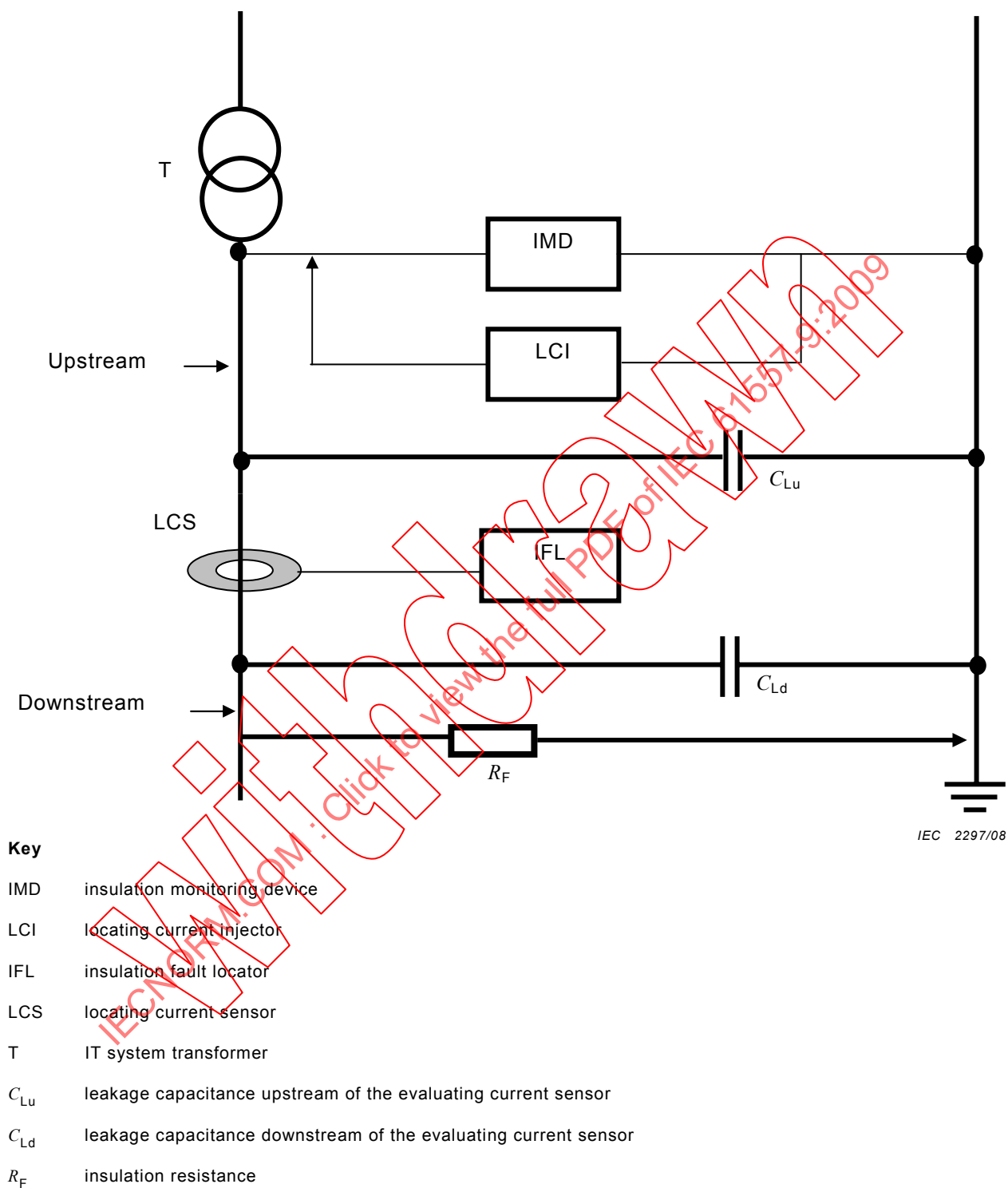


Figure C.2 – Explanation of upstream/downstream leakage capacitance

Bibliography

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-5-4:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-4: Control circuit devices and switching elements – Method of assessing the performance of low-energy contacts – Special tests*

IEC 61810-2:2005, *Electromechanical elementary relays – Part 2: Reliability*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61557-9:2009

Withd2W

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Exigences	30
4.1 Dispositifs de localisation de défauts d'isolement	30
4.2 Sensibilité de déclenchement	30
4.3 Dispositif d'avertissement	31
4.4 Courant de localisation I_L	31
4.5 Tension de localisation U_L	31
4.6 Indication de la valeur d'isolement	31
4.7 Connexion du conducteur de protection PE	31
4.8 Lignes de fuite et distances d'isolement	31
4.9 Compatibilité électromagnétique (CEM)	32
4.10 Exigences additionnelles	32
5 Marquage et instructions de fonctionnement	32
5.1 Marquage	32
5.2 Instructions de fonctionnement	33
6 Essais	34
6.1 Essai de type	34
6.1.1 Sensibilité de déclenchement du dispositif de localisation de défauts d'isolement	34
6.1.2 Courant de localisation I_L	35
6.1.3 Tension de localisation U_L	35
6.1.4 Dispositif d'avertissement	35
6.1.5 Appareil pour l'indication de la valeur d'isolement	35
6.1.6 Injecteur de courant de localisation	35
6.1.7 Essais diélectriques	35
6.1.8 Compatibilité électromagnétique (CEM)	35
6.1.9 Pertes de la liaison du capteur de courant de localisation	35
6.1.10 Exigences supplémentaires	36
6.1.11 Marquage et instructions de fonctionnement	36
6.1.12 Enregistrement de l'essai de type	36
6.2 Essais individuels de série	36
6.2.1 Généralités	36
6.2.2 Sensibilité de déclenchement	36
6.2.3 Dispositif d'avertissement	36
6.2.4 Fonction d'auto-test	36
6.2.5 Essai diélectrique	36
6.2.6 Marquage et instructions de fonctionnement	36
Annexe A (normative) Dispositifs de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux	37
Annexe B (normative) Dispositifs mobiles de localisation de défauts d'isolement	40
Annexe C (informative) Exemple d'un contrôleur de défauts d'isolement et explication des capacités de fuite en amont/en aval	42
Bibliographie	45

Figure C.1 – Exemple d'un contrôleur de défauts d'isolement	43
Figure C.2 – Explication de la capacité de fuite en amont/en aval	44
Tableau 1 – Exigences applicables aux dispositifs de Localisation de Défauts d'Isolement (IFL)	32
Tableau A.1 – Exigences supplémentaires applicables aux systèmes de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux	39
Tableau A.2 – Essai d'émission pour les systèmes de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux	39

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61557-9:2009

Without 2M

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 9: Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités Nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses publications.
- 6) 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 61557-9 a été établie par le comité d'études 85 de la CEI: Equipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1999. Elle constitue une révision technique.

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

- a) le domaine d'application a été complété;
- b) la section sur les «références normatives» a été complétée;

- c) l'Article 3 «Termes et définitions» a été complété;
- d) les exigences ont été révisées;
- e) le marquage et les instructions de fonctionnement ont été révisés;
- f) l'Article 6 «Essais» a été révisé;
- g) le Tableau 1 a été révisé;
- h) l'Annexe A a été ajoutée;
- i) l'Annexe B a été ajoutée;
- j) l'Annexe C a été ajoutée.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/337/FDIS	85/341/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente partie doit être utilisée conjointement avec la CEI 61557-1:2007.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée; ou
- amendée.

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

Partie 9: Dispositifs de localisation de défauts d'isolement pour réseaux IT

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61557 définit les exigences particulières applicables aux dispositifs de localisation de défauts d'isolement qui, indépendamment du principe de mesure, peuvent localiser les défauts d'isolement des parties de réseaux IT c.a. non mis à la terre et des réseaux IT c.a. non mis à la terre comprenant des circuits à courant continu reliés galvaniquement dont les tensions nominales sont égales ou inférieures à 1 000 V c.a., ainsi que dans des réseaux IT c.c. non mis à la terre dont les tensions nominales sont égales ou inférieures à 1 500 V c.c.

NOTE 1 Les réseaux IT sont décrits entre autres dans la CEI 60364-4-41. Il convient de noter que, pour le choix des appareils, des indications supplémentaires sont données dans d'autres normes.

NOTE 2 D'autres informations sur la localisation du défaut d'isolement peuvent être trouvées dans les normes suivantes: la CEI 60364-4-41 :2005, 411.6 et la CEI 60364-5-53 :2001, 531.3.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emboîtement ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 60721-3-1, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 1: Stockage*

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

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

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

CEI 61326-2-4, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Part 2-4: Exigences particulières – Configurations d'essai, conditions de fonctionnement et critères d'aptitude à la fonction pour les dispositifs de surveillance d'isolation en accord avec la CEI 61557-8 et pour les équipements de localisation de défaut d'isolation en accord avec la CEI 61557-9*

CEI 61557-1:2007, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61557-8:2007, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 8: Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61557-1, la CEI 61557-8, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 système de localisation de défaut d'isolement

instrument ou combinaison d'instruments utilisés pour la localisation de défauts d'isolement dans les réseaux IT. Le système de localisation de défaut d'isolement est utilisé en complément d'un contrôleur d'isolement. Il injecte un courant de localisation entre le réseau et la terre et localise les défauts d'isolement

NOTE Les prescriptions relatives aux contrôleurs d'isolement se trouvent dans la CEI 61557-8.

3.2 courant de localisation

I_L
valeur efficace du courant qui est injecté par l'injecteur du courant de localisation pendant la phase de localisation. Le courant de localisation peut être généré par

- une source de tension de localisation indépendante, ou
- une source de courant de localisation indépendante, ou
- il peut être commandé directement par le réseau sous contrôle

3.3 tension de localisation

U_L
valeur efficace de la tension présente sur les bornes de mesure de l'injecteur du courant de localisation pendant la mesure lorsque l'appareil dispose d'une source indépendante de courant de localisation ou de tension de localisation

NOTE Dans un réseau de distribution hors tension et dépourvu de défaut, il s'agit de la tension qui se trouve entre les bornes de l'injecteur du réseau à surveiller et les bornes pour la connexion au conducteur PE.

3.4 sensibilité de déclenchement

valeur du courant d'évaluation ou de la résistance d'isolement à laquelle le localisateur réagit dans des conditions données

NOTE La sensibilité de déclenchement peut être soit à seuil fixe soit une courbe de réponse.

3.5 localisateur de défaut d'isolement

appareil ou partie d'appareil destiné à la localisation du défaut d'isolement

3.6

capteur de courant de localisation

capteur pour la détection du courant de localisation utilisé pour la localisation de défauts d'isolement

3.7

injecteur de courant de localisation

appareil ou partie d'un appareil dont la fonction est d'injecter le courant de localisation dans le réseau IT afin de localiser le défaut d'isolement

3.8

injecteur de courant de localisation passif

injecteur de courant de localisation qui génère le courant de localisation directement à partir du système à contrôler

3.9

injecteur de courant de localisation actif

injecteur de courant de localisation qui génère le courant de localisation à partir d'une source de tension de localisation qui est indépendante du système à contrôler

4 Exigences

Les exigences suivantes ainsi que celles énoncées dans la CEI 61557-1 doivent s'appliquer.

4.1 Dispositifs de localisation de défauts d'isolement

Les dispositifs de localisation de défauts d'isolement doivent être en mesure de localiser dans un réseau IT, tant les défauts d'isolement symétriques qu'asymétriques et de donner un avertissement, si la résistance d'isolement dans une partie de l'installation tombe au-dessous de la sensibilité de déclenchement.

Si le dispositif de localisation de défauts d'isolement possède une fonction d'auto-test, celle-ci ne doit pas produire de défaut d'isolement à la terre.

NOTE 1 Voir également la CEI 61557-8:2007, 4.1.

NOTE 2 Les contrôleurs d'isolement peuvent être désactivés pendant la recherche du défaut.

NOTE 3 Une indication d'avertissement peut être faite via une lampe, une sonnerie ou tout autre type d'indication.

NOTE 4 Les dispositifs de localisation de défauts d'isolement peuvent posséder une fonction d'auto-test. La vérification de la sensibilité de déclenchement n'est pas nécessaire.

NOTE 5 Les dispositifs de localisation de défauts d'isolement munis d'une source de courant de localisation active peuvent également être utilisés pour la localisation de défauts d'isolement dans les systèmes hors tension.

4.2 Sensibilité de déclenchement

Les dispositifs de localisation de défauts d'isolement doivent être conçus de telle sorte qu'ils soient en mesure de satisfaire la sensibilité de déclenchement indiquée par le fabricant dans les conditions de réseau spécifiées, pour une capacité de fuite totale symétrique au réseau de $1 \mu\text{F}$ en amont de la sonde du courant d'évaluation ($C_{Lu} = 1 \mu\text{F}$, $C_{Ld} = 0 \mu\text{F}$ selon la Figure C.2).

Le constructeur doit fournir des informations relatives à l'influence des capacités de fuite du réseau supérieures à $1 \mu\text{F}$ sur la sensibilité de déclenchement ainsi que l'influence des possibles perturbations du réseau de distribution sur la recherche des défauts.

NOTE La capacité de fuite totale est la somme des capacités de fuite de tous les conducteurs de phase, y compris le conducteur de neutre au PE.

4.3 Dispositif d'avertissement

Les dispositifs de localisation de défauts d'isolement doivent comporter un dispositif d'alerte visuel, qui indique si un défaut d'isolement est détecté ou permet la connexion à un tel dispositif pour l'indication d'un défaut. Si des dispositifs de signalisation sonores à raccorder de l'extérieure sont fournis, ils peuvent être équipés d'un dispositif de réinitialisation. Dans ce cas, après le nettoyage d'un défaut ou la réinitialisation du dispositif, le signal sonore doit retentir si un nouveau défaut se produit.

4.4 Courant de localisation I_L

Le courant de localisation maximal I_L doit être limité à 500 mA, valeur efficace, pour s'assurer que le courant de localisation ne génère pas de tensions de contact supérieures à la tension limite conventionnelle (50 V c.a., 120 V c.c) sous le premier défaut dans le réseau de distribution. Le courant de localisation maximal ne doit pas dépasser 500 mA, valeur efficace, pour des défaillances de composant prévisibles dans l'injecteur de courant de localisation. Lorsque le courant de localisation est réglable, les changements involontaires du réglage doivent être empêchés par des moyens adaptés.

4.5 Tension de localisation U_L

Si une tension de localisation active ou un courant de localisation est utilisé, la tension de localisation U_L doit être inférieure ou égale à 50 V c.a. ou 120 V.c.c (voir la CEI 60364-4-41) dans les conditions à vide.

Si une tension de localisation active supérieure à 50 V c.a. ou 120 V c.c est utilisée, le courant de localisation à travers une résistance pure de 2 000 Ω ne doit pas être supérieur à 3,5 mA c.a., (efficace) ou 10 mA c.c.

4.6 Indication de la valeur d'isolement

Lorsque les systèmes de localisation de défauts d'isolement incluent des moyens pour indiquer la valeur d'isolement, l'incertitude de la valeur indiquée doit être énoncée par le fabricant.

4.7 Connexion du conducteur de protection PE

Contrairement aux indications données dans la CEI 61557-1, la connexion du conducteur PE des dispositifs de localisation de défauts d'isolement (injecteur de courant de localisation) est une liaison de mesure et doit être traitée comme la mise à la terre fonctionnelle (FE). Si le système de localisation de défauts d'isolement possède des parties accessibles qui sont mises à la terre pour des besoins de protection, ces connexions doivent être traitées comme des connexions de protection (PE).

4.8 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les systèmes de localisation de défauts d'isolement doivent avoir des lignes de fuite et des distances d'isolement minimales conformément aux normes CEI 60664-1 et CEI 60664-3 ou uniquement à la CEI 61010-1. Les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent être choisies conformément à

- la catégorie de surtension III,
- au degré de pollution 2, et
- au degré de pollution 1 pour les circuits à l'intérieur du boîtier qui sont couverts selon la CEI 60664-3.

NOTE Pour les parties accessibles de l'extérieur du boîtier, des lignes de fuite, de degré de pollution 3, sont recommandées pour résister à des exigences environnementales plus élevées.

Si différentes tensions sont utilisées dans un dispositif, les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent être conçues pour la tension la plus élevée.

4.9 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les systèmes de localisation de défauts d'isolement doivent être conformes aux exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) selon la CEI 61326-2-4.

4.10 Exigences additionnelles

Des exigences complémentaires pour les systèmes de localisation de défaut d'isolement sont données dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Exigences applicables aux dispositifs de Localisation de Défauts d'Isolement (IFL)

	Exigences pour l'essai de type	Exigences pour les essais individuels de série
Sensibilité de déclenchement	Conformément à 6.1.1	Conformément à 6.2.2
Courant de localisation I_L	Conformément à 6.1.2	Ne s'applique pas
Tension de localisation U_L	Conformément à 6.1.3	Ne s'applique pas
Dispositif d'avertissement	Conformément à 6.1.4	Conformément à 6.2.3
Incertitude relative de la valeur d'isolement indiquée ^a	Conformément à 6.1.5	Ne s'applique pas
Injecteur de courant de localisation	Conformément à 6.1.6	Conformément à 6.2.4
Essai diélectrique	Conformément à 6.1.7	Conformément à 6.2.5
Compatibilité électromagnétique	Conformément à 6.1.8	Ne s'applique pas
Marquages et instructions de fonctionnement	Conformément à 6.1.11	Conformément à 6.2.6
Tension nominale minimale admissible en permanence	$1,15 \times U_n$ de la tension nominale la plus élevée U_n ^b	Ne s'applique pas
Conditions climatiques ambiantes	– Service: classe 3k5 (CEI 60721-3-3: -5 °C à +45 °C) ^c – Transport: classe 2k3 (CEI 60721-3-2: -25 °C à +70 °C) – Stockage: classe 1k4 (CEI 60721-3-1: -25 °C à +55 °C)	
^a L'incertitude relative est évaluée dans les conditions de 4.5 et en outre: – températures de fonctionnement entre -5 °C et +45 °C; – aux tensions U_s et U_n et les capacités de fuite C_e indiquées par le fabricant dans les instructions de fonctionnement. ^b U_n est la tension entre phases dans un système triphasé ou la tension entre la phase et le neutre dans un système monophasé. ^c A l'exception de la condensation et la formation de glace.		

5 Marquage et instructions de fonctionnement

5.1 Marquage

Outre le marquage défini dans la CEI 61557-1, les systèmes de localisation de défauts d'isolement doivent porter les informations suivantes, si applicable.

5.1.1 Type de dispositif ainsi que la plaque d'origine ou le nom du constructeur.

5.1.2 Type du réseau IT à surveiller (si le système de localisation de défauts d'isolement est conçu pour un type spécifique de réseau IT).

5.1.3 Schéma de câblage ou numéro du schéma de câblage ou numéro des instructions de fonctionnement.

5.1.4 Tension nominale du réseau U_n , ou plage de la tension nominale.

5.1.5 Valeur nominale de la tension d'alimentation assignée U_S ou plage de fonctionnement de la tension d'alimentation assignée.

5.1.6 Fréquence nominale de la tension d'alimentation assignée U_S et la tension nominale U_n ou plage de travail des fréquences pour la tension d'alimentation assignée ou la tension nominale.

5.1.7 Sensibilité de déclenchement ou plage de la sensibilité de déclenchement dans les conditions spécifiées (voir 4.2).

5.1.8 Numéro de série, l'année de fabrication ou la désignation de type obligatoire sur l'extérieur et, si nécessaire, à l'intérieur.

5.1.9 Toutes les données de 5.1 doivent être marquées de manière indélébile sur le système de localisation de défauts d'isolement.

5.2 Instructions de fonctionnement

Outre les indications spécifiées dans la CEI 61557-1, les instructions de fonctionnement doivent fournir les informations suivantes.

5.2.1 Valeur maximale de la tension de localisation U_L dans le cas où elle est indépendante de la tension dans le réseau à contrôler.

5.2.2 Valeur maximale du courant de localisation I_L dans le cas où il est indépendant de la tension dans le réseau à contrôler.

5.2.3 Sensibilité de déclenchement.

5.2.4 Les données techniques de l'interface pour le raccordement d'un dispositif d'avertissement externe comprenant la tension et le courant assignés, la tension d'isolement assignée et l'explication de la fonction d'interface.

NOTE Pour les circuits de contact, il convient que les données soient conformes à la CEI 61810-2 ou à la CEI 60947-5-1 et à la CEI 60947-5-4.

5.2.5 Schéma de câblage si celui-ci n'est pas indiqué sur les appareils conformément à 5.1.3.

5.2.6 Les informations relatives à l'influence des capacités de fuite du réseau, de la tension du réseau et du type de réseau de distribution sur la sensibilité de déclenchement.

5.2.7 Tension de localisation conformément à 6.1.7 et conformité aux normes de compatibilité électromagnétique correspondantes.

5.2.8 Description fonctionnelle du système de localisation de défauts d'isolement.

5.2.9 Une indication selon laquelle le système à surveiller comprenant tous les appareils raccordés pourrait être influencé par les systèmes de localisation de défauts d'isolement, par exemple influence sur les dispositifs à courants résiduels (RCD).

5.2.10 Une indication selon laquelle les dispositifs de surveillance de l'isolement peuvent être influencés par les systèmes de localisation de défauts d'isolement, si applicable.

5.2.11 Si le dispositif de surveillance de l'isolement est désactivé pendant la recherche du défaut, cela doit faire l'objet d'une explication dans les instructions de fonctionnement.

5.2.12 L'incertitude maximale de fonctionnement pour la sensibilité de déclenchement dans les conditions spécifiées.

5.2.13 L'incertitude maximale de fonctionnement pour l'indication de la valeur d'isolement, si applicable.

6 Essais

Outre les essais indiqués dans la CEI 61557-1, les essais suivants doivent être effectués (voir également le Tableau 1).

6.1 Essai de type

Les essais de type doivent être réalisés conformément aux essais de 6.1.1 à 6.1.12.

6.1.1 Sensibilité de déclenchement du dispositif de localisation de défauts d'isolement

La sensibilité de déclenchement doit être soumise à des essais avec la valeur la plus basse et la plus élevée de la tension nominale du système U_n et de la tension d'alimentation assignée U_S dans les conditions de 4.2.

Pour cet essai, la résistance d'isolement doit être simulée comme suit:

- unipolaire, (à partir d'une phase de U_n);
- symétriquement (même résistance à partir de toutes les phases de U_n).

Le dispositif de mesure utilisé pour effectuer l'essai doit pouvoir s'adapter à une variation lente, continue ou à une variation fine par pas de la résistance d'isolement ainsi qu'à une connexion des capacités de fuite au réseau de distribution conformément à 4.2. Pour réaliser la simulation des capacités de fuite du réseau, on doit utiliser des condensateurs dont la résistance d'isolement est d'au moins 100 MΩ et dont la limite de la tolérance est de ± 10 % au maximum.

Lors de l'essai, les défauts d'isolement sont simulés au moyen de résistances d'essai connectées de l'extérieur. La sensibilité de déclenchement doit être déterminée tant pour la valeur la plus basse que pour la valeur la plus élevée de la tension du réseau à surveiller, en diminuant progressivement les résistances d'essai. La sensibilité de déclenchement doit être déterminée avec des résistances d'essai pour des défauts d'isolement symétriques et unipolaires. Si le principe de mesure dépend de la grandeur de la capacité de fuite du réseau de distribution, la sensibilité de déclenchement spécifiée doit être vérifiée en ajoutant des condensateurs en palier.

Lorsque le système de localisation de défauts d'isolement est équipé d'une sensibilité de déclenchement réglable, les essais doivent être réalisés tant pour la valeur la plus basse que pour la valeur la plus élevée pour une valeur réglable de façon continue et à toutes les valeurs pour les sensibilités de déclenchement sélectionnables fixes.

Les essais doivent être réalisés dans les conditions climatiques ambiantes du Tableau 1.

La sensibilité de déclenchement doit être comparée avec les valeurs indiquées par le fabricant.

6.1.2 Courant de localisation I_L

La conformité aux exigences données en 4.4 et 4.5 doit être vérifiée.

Le courant de localisation doit être mesuré dans un réseau IT sans capacité de fuite et avec une résistance d'isolement $>100\text{ M}\Omega$ comme suit:

- Si le courant de localisation est fourni directement à partir du réseau à surveiller ou si une source indépendante de tension de localisation est utilisée avec une tension de localisation inférieure ou égale à 50 V c.a. ou 120 V c.c.:
 - mettre la tension du réseau IT au maximum de la tension nominale du réseau du dispositif;
 - brancher un ampèremètre (indication en mA) entre un conducteur de phase et le conducteur PE et mesurer la valeur efficace du courant de localisation. La valeur mesurée ne doit pas être supérieure à la valeur indiquée par le fabricant dans les instructions de fonctionnement et ne doit pas dépasser 500 mA.
- Si une source indépendante de tension de localisation est utilisée avec une tension de localisation supérieure à 50 V c.a. ou 120 V c.c.:
 - connecter une résistance de 2 k Ω en série avec un ampèremètre (indication en mA) entre les bornes connectées entre elles du réseau et la borne de terre et mesurer la valeur efficace du courant de localisation. La valeur mesurée ne doit pas être supérieure à 3,5 mA c.a. (efficace) ou 10 mA c.c.

6.1.3 Tension de localisation U_L

La conformité avec 4.5 doit être vérifiée, si applicable. La tension de localisation est mesurée en utilisant un voltmètre, qui est connecté entre les connexions de l'injecteur de courant de localisation du réseau à surveiller et le conducteur PE dans les conditions à vide.

6.1.4 Dispositif d'avertissement

La conformité aux exigences données en 4.3 doit être vérifiée.

6.1.5 Appareil pour l'indication de la valeur d'isolement

La conformité aux exigences données en 4.6 doit être vérifiée.

6.1.6 Injecteur de courant de localisation

La conformité aux exigences données en 4.4 doit être vérifiée.

6.1.7 Essais diélectriques

Les systèmes de détection de défauts d'isolement doivent être testés conformément à la CEI 61010-1.

6.1.8 Compatibilité électromagnétique (CEM)

La compatibilité électromagnétique doit être soumise aux essais conformément à la CEI 61326-2-4.

6.1.9 Perte de la liaison du capteur de courant de localisation

Le cas échéant, il doit être vérifié que la perte de la connexion vers le capteur de courant de localisation soit indiquée selon 4.1.

Pour cet essai, l'interruption et le court-circuit du raccordement doivent être simulés.

6.1.10 Exigences supplémentaires

La conformité aux exigences données en 4.6, 4.7, 4.8 et en 4.10 doit être vérifiée.

6.1.11 Marquage et instructions de fonctionnement

La conformité aux exigences données en 5.1 et en 5.2 doit être vérifiée par inspection visuelle.

6.1.12 Enregistrement de l'essai de type

Les résultats de l'essai de type doivent être enregistrés.

6.2 Essais individuels de série

6.2.1 Généralités

Les essais individuels de série doivent être effectués conformément au Tableau 1.

NOTE Des études d'ingénierie et des analyses statistiques peuvent prouver que des essais individuels de série ne sont pas toujours nécessaires pour chaque contrôleur d'isolement, auquel cas des contrôles sélectifs peuvent être réalisés. Il convient de réaliser tous les essais individuels de série soit pendant le processus de fabrication soit à la fin.

6.2.2 Sensibilité de déclenchement

La sensibilité de déclenchement doit être vérifiée pour la conformité de chaque dispositif de localisation de défauts d'isolement. L'essai individuel de série doit être effectué conformément à 6.1.1 et dans les conditions spécifiées de 4.2. Pour cet essai, les conditions suivantes s'appliquent:

- température ambiante (23 ± 3) °C à 1,0 fois U_n et 1,0 fois U_s ou la valeur assignée la plus basse et la plus élevée de U_n et de U_s pour un dispositif avec plusieurs tensions assignées ou avec une gamme de tensions assignées;
- pour un minimum de trois réglages y compris le minimum, le maximum et en un point au milieu du réglage de la sensibilité de déclenchement pour les dispositifs dont la sensibilité de déclenchement est réglable de manière continue;
- à chaque étape pour les dispositifs munis d'un réglage pas-à-pas de la sensibilité de déclenchement.

Pendant cet essai, les limites doivent être réduites de telle sorte que les conditions fournies par le Tableau 1 soient respectées.

6.2.3 Dispositif d'avertissement

La conformité aux exigences données en 4.3 doit être vérifiée.

6.2.4 Fonction d'auto-test

La conformité aux exigences données en 4.1 doit être vérifiée.

6.2.5 Essai diélectrique

L'essai diélectrique doit être réalisé conformément à l'Annexe F de la CEI 61010-1:2001.

6.2.6 Marquage et instructions de fonctionnement

La conformité à 5.1 doit être vérifiée par inspection visuelle.

Annexe A (normative)

Dispositifs de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux

A.1 Domaine d'application et objet

La présente Annexe A spécifie les exigences additionnelles pour le dispositif de localisation de défauts d'isolement utilisé dans des réseaux IT c.a. non mis à la terre des locaux à usages médicaux de GROUPE 2 selon la CEI 60364-7-710.

NOTE Les informations et les exigences définies ici remplacent ou complètent les articles et les paragraphes correspondants du texte principal de la présente norme, comme indiqué.

A.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente Annexe. 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).

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CEI 60364-7-710:2002, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7-710: Règles pour les installations ou emplacements spéciaux – Locaux à usages médicaux*

A.3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Annexe, les termes et définitions donnés dans l'Article 3 de la présente norme, ainsi que les suivants s'appliquent.

A.3.1

dispositifs de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux

appareil spécifique de localisation de défauts d'isolement destiné à situer les défauts d'isolement dans les réseaux IT des locaux à usages médicaux de GROUPE 2. Il convient que ces appareils soient conformes avec la présente Annexe A

A.3.2

temps de réponse

t_{al}

temps exigé par le dispositif de localisation de défauts d'isolement pour répondre dans les conditions de A.4.5

A.3.3

locaux à usages médicaux de GROUPE 2

locaux à usages médicaux dans lesquels les parties appliquées sont destinées à être utilisées dans des applications telles qu'actes intracardiaques, champs opératoires et traitements vitaux où la discontinuité (défaillance) de l'alimentation peut entraîner des dangers pour la vie

NOTE Un acte intracardiaque est un acte pour lequel un conducteur électrique est placé dans le cœur d'un patient ou est susceptible d'entrer en contact avec le cœur, ce conducteur étant accessible à l'extérieur du corps du patient. Dans ce contexte, les conducteurs électriques comprennent les fils isolés tels que les électrodes des stimulateurs ou les électrodes intracardiaques pour les ECG (électrocardiographies), ou les tubes isolés remplis de fluides conducteurs.

A.4 Exigences

Les exigences ou modifications suivantes, ainsi que celles énoncées dans l'Article 4 de la présente norme doivent s'appliquer.

A.4.1 Sensibilité de déclenchement

La sensibilité de déclenchement minimale doit être de $50 \text{ k}\Omega$ ou $U_n / 50 \text{ k}\Omega$ pour une capacité de fuite totale de $1 \text{ }\mu\text{F}$ en amont (somme des capacités de fuite de tous les conducteurs de phase vers la terre).

A.4.2 Courant de localisation I_L

Le courant de localisation doit être limité à 1 mA en valeur efficace.

A.4.3 Tension de localisation U_L

Si une tension de localisation active ou un courant de localisation est utilisé, la tension de localisation U_L doit être inférieure à 25 V c.a. , en valeur efficace, ou c.c., conformément à la CEI 60364-7-710.

A.4.4 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le matériel pour la localisation de défauts d'isolement dans des locaux à usages médicaux doit être conforme à la CEI 61326-2-4 et en outre avec le CISPR 11.

A.4.5 Temps de réponse t_{al}

Le temps de réponse dans les conditions de A.4.2 doit être indiquée par le fabricant.

A.4.6 Indication

Une indication doit avoir lieu indiquant la section de l'installation ou le défaut d'isolement a été détecté.

A.5 Marquages et instructions de fonctionnement

L'Article 5 de la présente norme s'applique.

A.6 Essais

L'Article 6 de la présente norme s'applique. De plus, les exigences de A.4 doivent être considérées.

A.6.1 Essais de type

Le temps de réponse t_{al} doit être soumis à des essais à la tension nominale du système et à une capacité de fuite totale de $1 \text{ }\mu\text{F}$ distribuée symétriquement à partir de tous les conducteurs de phase en amont de la sonde du courant d'évaluation en réduisant brusquement la résistance d'isolement de presque l'infini à $25 \text{ k}\Omega$. Le Tableau A.1 représente les exigences supplémentaires applicables aux systèmes de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux. Le Tableau A.2 représente l'essai d'émission pour les systèmes de localisation de défauts d'isolement dans les locaux à usages médicaux.