

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 8: Insulation monitoring devices for 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 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

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 8: Insulation monitoring devices for 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 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 17.220.20; 29.080.01; 29.240.01

ISBN 978-2-8322-1973-7

**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	6
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviations	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviations	13
4 Requirements	13
4.1 General requirements	13
4.2 Types of IMDs	14
4.2.1 General	14
4.2.2 Mandatory functions provided by IMDs	14
4.2.3 Mandatory service function provided by the IMD – Test function	15
4.3 Optional functions provided by IMD	15
4.3.1 General	15
4.3.2 Local transformer monitoring warning (LTMW)	15
4.3.3 Remote transformer monitoring warning (RTMW)	15
4.3.4 Remote enabling and disabling command (REDC)	16
4.4 Performance requirements	16
4.4.1 Specified response value R_{an}	16
4.4.2 System leakage capacitance C_e	16
4.4.3 Relative percentage uncertainty A of the specified response value R_{an}	16
4.4.4 Response time t_{an}	17
4.4.5 Measuring voltage U_m and measuring current I_m	17
4.4.6 Internal d.c. resistance R_i and internal impedance Z_i	17
4.4.7 Indication of the value of the insulation resistance R_F	18
4.4.8 Permanently admissible nominal voltage U_n	18
4.4.9 Permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg}	18
4.4.10 Supply voltage U_S	18
4.5 Electromagnetic compatibility (EMC)	18
4.6 Safety requirements	18
4.6.1 General	18
4.6.2 Clearances and creepage distances	19
4.6.3 Protection class and earth connection of an IMD	19
4.7 Climatic environmental conditions	19
4.8 Mechanical requirements	19
4.8.1 General	19
4.8.2 Product mechanical robustness	19
4.8.3 IP protection class requirements	20
5 Marking and operating instructions	21
5.1 Marking	21
5.2 Operating instructions	22
6 Tests	23
6.1 General	23
6.2 Type tests	23
6.2.1 General	23
6.2.2 Test of response values	23

6.2.3	Test of response time t_{an}	24
6.2.4	Test of peak value of the measuring voltage U_m	24
6.2.5	Test of the peak value of the measuring current I_m	24
6.2.6	Test of internal d.c. resistance R_i and internal impedance Z_i	25
6.2.7	Test of facilities for indicating the insulation resistance R_F	25
6.2.8	Test of effectiveness of the test device	25
6.2.9	Test of permanently admissible nominal voltage U_n	25
6.2.10	Test of permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg}	25
6.2.11	Test of supply voltage U_S	26
6.2.12	Test of optional functions.....	26
6.2.13	Voltage tests	26
6.2.14	Test of electromagnetic compatibility (EMC)	26
6.2.15	Inspection of the marking and operating instructions.....	26
6.2.16	Mechanical tests.....	26
6.3	Routine tests.....	27
6.3.1	General	27
6.3.2	Test of response values.....	27
6.3.3	Test of effectiveness of the test function.....	27
6.3.4	Test of facility for indicating the insulation resistance R_F	27
6.3.5	Voltage tests	27
6.3.6	Compliance with tests of 6.3.....	27
7	Overview of requirements and tests for IMDs.....	27
Annex A	(normative) Medical insulation monitoring devices (MED-IMD).....	29
A.1	Scope and object	29
A.2	Requirements	29
A.2.1	General	29
A.2.2	Types of MED-IMDs.....	29
A.2.3	Mandatory functions provided by MED-IMD	29
A.2.4	Performance requirements.....	30
A.2.5	Electromagnetic compatibility (EMC)	31
A.3	Marking and operating instructions.....	31
A.4	Tests	32
A.4.1	General	32
A.4.2	Type tests.....	32
A.5	Overview of requirements and tests for MED-IMDs	32
Annex B	(informative) Monitoring of overload current and over-temperature	34
B.1	Scope and object	34
B.2	Requirements	34
B.2.1	General	34
B.2.2	Local transformer monitoring warning (LTMW) and/or remote transformer monitoring warning (RTMW).....	34
B.2.3	Monitoring of overload current	34
B.2.4	Monitoring of over-temperature of the IT system transformer	34
B.3	Operating instructions	35
B.4	Tests	35
B.4.1	General	35
B.4.2	Test of overload current and over-temperature monitoring	35
Annex C	(normative) Insulation monitoring devices for photovoltaic systems (PV-IMD)	36
C.1	Scope and object	36

C.2	Requirements for PV-IMDs for PV installations	36
C.2.1	General	36
C.2.2	Types of PV-IMDs.....	37
C.2.3	Mandatory functions provided by PV-IMDs.....	37
C.2.4	Performance requirements.....	37
C.3	Marking and operating instructions.....	38
C.3.1	Marking	38
C.3.2	Operating instructions.....	39
C.4	Tests	39
C.4.1	General	39
C.4.2	Additional type tests	39
C.4.3	Additional routine tests	40
C.5	Overview of requirements and tests for PV-IMDs	40
Annex D (normative) Insulation monitoring function of a photovoltaic inverter (PV-IMF) or in a charge controller		41
D.1	Scope and object	41
D.2	Requirements for PV-IMFs	41
D.2.1	General requirements for PV-IMFs.....	41
D.2.2	Types of PV-IMFs	42
D.2.3	Mandatory functions provided by PV-IMFs	42
D.2.4	Performance requirements for PV-IMFs	43
D.2.5	Electromagnetic compatibility (EMC)	44
D.2.6	Safety requirements.....	44
D.2.7	Climatic environmental conditions.....	44
D.2.8	Mechanical requirements	44
D.3	Marking and operating instructions.....	44
D.3.1	Marking	44
D.3.2	Operating instructions.....	44
D.4	Tests	45
D.4.1	General	45
D.4.2	Type tests.....	45
D.4.3	Routine tests	46
D.5	Overview of requirements and tests for PV-IMF	46
Bibliography.....		47
Figure A.1 – Pictogram for marking a MED-IMD		32
Figure C.1 – Dynamic reference characteristics of d.c. PV system voltage.....		38
Figure C.2 – Pictogram for marking a PV-IMD.....		39
Table 1 – Abbreviations		13
Table 2 – Product mechanical requirements.....		20
Table 3 – Minimum IP requirements for IMDs.....		21
Table 4 – Pictograms for marking the type of IMD		22
Table 5 – Reference conditions for tests in operation.....		23
Table 6 – Reference conditions for storage tests (product not powered)		23
Table 7 – Requirements and tests applicable to IMD.....		28
Table A.1 – Summary of additional requirements and tests applicable to MED-IMDs.....		32

Table A.2 – Emission test for MED-IMDs 33
Table C.1 – Requirements and tests for PV-IMDs 40
Table D.1 – Requirements and tests for PV-IMF integrated in the inverter 46

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 8: Insulation monitoring devices for 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61557-8 has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electrical and electromagnetic quantities.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Terms and definitions have been complemented;
- b) Abbreviations are listed and explained;
- c) Requirements have been revised;
- d) Mandatory and optional functions and their terminology have been adapted from IEC 61557-15;

- e) Mechanical requirements have been added;
- f) Information on operating instructions has been added;
- g) Type tests and routine tests have been complemented;
- h) An Annex C: 'Insulation monitoring devices for photovoltaic systems (PV-IMD)' has been added;
- i) An Annex D: 'Insulation monitoring function of a photovoltaic inverter (PV-IMF) or in a charge controller' has been added.

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

FDIS	Report on voting
85/485/FDIS	85/502/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 of IEC 61557 shall be used in conjunction with Part 1.

A list of all parts in the IEC 61557 series, published under the general title *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V 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 stability 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 AC AND 1 500 V DC – EQUIPMENT FOR TESTING, MEASURING OR MONITORING OF PROTECTIVE MEASURES –

Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems

1 Scope

This part of IEC 61557 specifies the requirements for insulation monitoring devices (IMD) which permanently monitor the insulation resistance R_F to earth of unearthed a.c. IT systems, of a.c. IT systems with galvanically connected d.c. circuits having nominal voltages up to 1 000 V a.c., as well as of unearthed d.c. IT systems with voltages up to 1 500 V d.c. independent from the method of measuring.

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

NOTE Various standards specify the use of IMDs in IT systems. In such cases, the objective of the equipment is to signal a drop in insulation resistance R_F below a minimum limit.

IMDs according to this part of IEC 61557 can also be used for de-energized TT, TN and IT systems or appliances.

2 Normative references

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

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

IEC 60691, *Thermal-links – Requirements and application guide*

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: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

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

IEC 60947-5-4, *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 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

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

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

IEC 62109-2:2011, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

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

3.1.1

extraneous d.c. voltage

U_{fg}

d.c. voltage occurring in a.c. systems between the a.c. conductors and earth (derived from d.c. parts)

3.1.2

insulation resistance

R_F

resistance in the system being monitored, including the resistance of all the connected appliances to earth

3.1.3

response value

R_a

value of the insulation resistance at which the device responds under specified conditions

3.1.4 specified response value

R_{an}

value of the insulation resistance, permanently set or adjustable, on the device and monitored if the insulation resistance falls below this limit

Note 1 to entry: R_{an} is the value declared by the manufacturer.

3.1.5 relative uncertainty relative percentage uncertainty

A

response value R_a minus the specified response value R_{an} , divided by the specified response value R_{an} , multiplied by 100 and stated as a percentage

$$A = \frac{R_a - R_{an}}{R_{an}} \cdot 100[\%]$$

3.1.6 system leakage capacitance

C_e

maximum permissible value of the total capacitance to earth of the system to be monitored, including any connected appliances, up to which value the insulation monitoring device can work as specified and within a response time t_{an} not exceeding 30 min

3.1.7 rated contact voltage

voltage for which a relay contact is rated to open and close under specified conditions

3.1.8 response time

t_{an}

time required by an insulation monitoring device to respond under specified conditions

3.1.9 measuring voltage

U_m

voltage present at the measuring terminals during the measurement

Note 1 to entry: In addition to the definition in IEC 61557-1, the measuring voltage U_m is the voltage present in a fault-free and de-energized system between the terminals of the system to be monitored and the terminals of the protective conductor.

3.1.10 measuring current

I_m

maximum current that can flow between the system and earth, limited by the internal d.c. resistance R_i from the measuring voltage source of the insulation monitoring device

Note 1 to entry: Measuring current I_m is designated as injected current in IEC 60364-7-710.

3.1.11 internal impedance

Z_i

total impedance of the insulation monitoring device between the terminals to the system being monitored and earth, measured at the nominal frequency f_n

3.1.12**internal d.c. resistance** R_i

resistance of the insulation monitoring device between the terminals to the system being monitored and earth

3.1.13**functional earthing****FE**

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment for purposes other than electrical safety

Note 1 to entry: For IMDs this is the measuring connection to earth.

3.1.14**insulation monitoring device****IMD**

device which permanently monitors the insulation resistance to earth of unearthed a.c. IT systems, a.c. IT systems with galvanically connected d.c. circuits having nominal voltages up to 1 000 V a.c., as well as monitoring the insulation resistance of unearthed d.c. IT systems with voltages up to 1 500 V d.c., independent from the method of measuring

3.1.15**type AC IMD**

device which permanently monitors the insulation resistance to earth of unearthed a.c. IT systems

Note 1 to entry: Extraneous d.c. voltages which could occur when an insulation fault behind galvanically connected rectifiers appears can influence the monitoring function in a way that the required uncertainty for the measurement increases beyond the requirements or in some cases the monitoring process is even not guaranteed.

3.1.16**type DC IMD**

device which permanently monitors the insulation resistance to earth of unearthed d.c. IT systems

3.1.17**type AC/DC IMD**

device which permanently monitors the insulation resistance to earth of unearthed a.c./d.c. IT systems, d.c./a.c. IT systems or d.c. IT systems

Note 1 to entry: The insulation monitoring function is active for insulation faults in all parts of the IT system which are galvanically connected.

3.1.18**insulation fault**

defect in the insulation of an electrical installation or of an equipment which can create a resistive path to earth

Note 1 to entry: The insulation fault can appear as a single fault from one line conductor or as a symmetrical fault from all line conductors.

[SOURCE: IEC 60050-604:1987, 604-02-02, modified – Term definition has been adapted to suit electrical installations which can result in another fault type. Note added.]

3.1.19**symmetrical insulation fault**

defect in the insulation of an electric installation or equipment creating a resistive path to earth having approximately the same resistance from all phase conductors to earth

3.1.20

asymmetrical insulation fault

defect in the insulation of an electric installation or equipment creating a resistive path to earth having different resistances from the phase conductors to earth

3.1.21

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 1 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60364-7-710, 710.3.7, modified – Note to entry has been added.]

3.1.22

medical insulation monitoring device

MED-IMD

specific insulation monitoring device (IMD) dedicated to monitor medical IT systems of a group 2 medical location

3.1.23

medical IT system

electrical IT system having specific requirements for medical applications

[SOURCE: IEC 60364-7-710:2002, 7.3.11]

3.1.24

overload current

overload current of an electrical circuit

overload current occurring in an electric circuit according to this standard is overload current which is caused by connected loads

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-11-15, modified – The definition is about overload current instead of overcurrent, which is not caused by a short-circuit or an earth fault.]

3.1.25

PV installation

erected equipment of a photovoltaic power (PV) supply system

3.1.26

PV electrical installation

the electrical installation of a PV system starts from a PV module or a set of PV modules connected in series with their own cables, up to a distribution network or to a customer installation

3.1.27

d.c. side

part of a PV installation from the PV modules to the d.c. terminals of the PV inverter

3.1.28

a.c. side

part of a PV installation from the a.c. terminals of the PV inverter to the point of connection of the PV supply cable to the electrical installation

3.1.29**PV inverter**

device which converts d.c. voltage and d.c. current of the PV generator into a.c. voltage and a.c. current

3.1.30**system leakage capacitance of the PV installation**

sum of the leakage capacitances C_e of the individual PV modules to earth including the leakage capacitances C_e of the complete PV installation

3.1.31**insulation monitoring device for photovoltaic systems****PV-IMD**

insulation monitoring device suitable to monitor the insulation resistance of photovoltaic electrical installations to earth

3.1.32**insulation monitoring function of a PV inverter****PV-IMF**

function integrated in the PV inverter to monitor the insulation resistance R_F of the PV input (array) to earth

3.2 Abbreviations

For the purposes of this document, the terms and abbreviations given in Table 1 apply.

Table 1 – Abbreviations

Abbreviation	Term	Clause/Subclause	Referenced standard
EMC	Electromagnetic compatibility	4.5	IEC 60050-161:1990,161-01-07
IMD	Insulation monitoring device	3.1.14	IEC 61557-8
LIW	Local insulation warning	4.2.2.2	IEC 61557-8
LTMW	Local transformer monitoring warning	4.3.2	IEC 61557-8
MED-IMD	Medical insulation monitoring device	Annex A	IEC 61557-8
PTC	Positive temperature coefficient	Annex B	IEC 61557-8
PV-IMD	Photovoltaic IMD (IMD for photovoltaic systems)	Annex C	IEC 61557-8
PV-IMF	Photovoltaic insulation monitoring function	Annex D	IEC 61557-8
RIW	Remote insulation warning	4.2.2.3	IEC 61557-8
REDC	Remote enabling / disabling command	4.3.4	IEC 61557-8
RTMW	Remote transformer monitoring warning	4.3.3	IEC 61557-8

4 Requirements**4.1 General requirements**

In addition to the requirements of Clause 4 of IEC 61557-1:2007, the requirements of Clause 4 shall apply.

IMDs shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F of IT systems including symmetrical and asymmetrical allocation of the insulation resistance R_F and to give an insulation warning if the insulation resistance R_F between either the system and earth or the

system and the PE-connection or the system and another reference point for equipotential bonding falls below the specified response value R_a , including the relative uncertainty of R_{an} .

So-called earth fault relays using a voltage asymmetry (voltage shift) in the presence of an earth fault as the only measurement criterion and, as a consequence, detecting only asymmetrical insulation faults, are not insulation monitoring devices according to this standard.

A combination of several measurement methods, including asymmetry monitoring, may become necessary for fulfilling the task of monitoring under special conditions on the IT system.

NOTE These requirements are independent from the method of measurement. The methods of measurement can use a measuring voltage or measuring current source which is independent from the system to be monitored or they can use a measuring voltage or measuring current which is driven directly from the voltage of the system to be monitored.

4.2 Types of IMDs

4.2.1 General

The measuring principle of IMDs shall have the ability to monitor the insulation resistance R_F of IT systems for which they are designated under the requirements set by this standard.

IMDs are divided into the following types:

- type AC IMD for pure a.c. IT systems,
- type AC /DC IMD for a.c. IT systems with directly connected rectifiers and for pure d.c. IT systems and for d.c. IT systems with directly connected a.c. inverters,
- type DC IMD only for pure d.c. IT systems,

NOTE Directly connected means that there is no isolation between the a.c. part and the d.c. part of the IT system (both a.c. and d.c. parts are galvanically connected).

4.2.2 Mandatory functions provided by IMDs

4.2.2.1 General

IMDs shall comprise a visual warning device with local insulation warning (LIW) and/or shall be provided with means for connecting such a device which indicates its operation with remote insulation warning (RIW). This device shall not be provided with means for being switched off. Built-in or externally connectable audible signalling devices may be fitted with a resetting facility. It shall be ensured that an insulation warning is sent off in the case of a newly occurring insulation fault, following an insulation fault that has been cleared and after the devices may have been reset. The insulation warning shall be either a local insulation warning (LIW) or a remote insulation warning (RIW) or both.

This function aims to issue a warning signal when the insulation resistance R_F between the system and earth falls below the response value R_a .

An indication of the value of the insulation resistance R_F by means of a measuring facility is, in itself, not sufficient as a facility for visual signalling.

4.2.2.2 Local insulation warning (LIW)

This function includes the measurement of the insulation resistance R_F of an IT system including symmetrical and asymmetrical components, an assessment of this resistance and a local warning.

A local insulation warning (LIW) should be made by visual indicators and/or audible signals generated by the device that has implemented the function.

4.2.2.3 Remote insulation warning (RIW)

This function includes the measurement of the insulation resistance R_F of an IT system including symmetrical and asymmetrical insulation faults, an assessment of this insulation resistance R_F and a warning output.

The warning output shall be reported remotely with an output signal.

A relay contact output or an electronic switching output or a data communication can be used to report the insulation warning remotely.

The warning output can also be used in some applications for switching.

4.2.3 Mandatory service function provided by the IMD – Test function

An IMD shall comprise a test device, or be provided with means for the connection of a test device, for detecting whether the IMD is capable of fulfilling its warning functions. The IT system to be monitored shall not be directly earthed when the test function is activated and the test function shall not negatively influence the IMD and the IT system. This test is not intended for checking the uncertainty of the response value.

The IMD shall provide an indication during or after the test whether or not the IMD is capable of issuing an insulation warning. The reaction shall be in form of an indication on a display or on another visual indication or via a remote output signal.

During the activation of the test the response time t_{an} can be extended.

4.3 Optional functions provided by IMD

4.3.1 General

The following are additional optional functions for IMDs, provided that these are not mandatory according to the annexes of this standard.

4.3.2 Local transformer monitoring warning (LTMW)

With this function a local warning signal is issued when the isolating transformer for IT systems is working in abnormal conditions, which means that either the current at the secondary side of the transformer or the temperature of the transformer exceeds the specified limits.

This function includes monitoring of the rated output current, monitoring of the temperature of the transformer, an assessment of these measurements and a local warning.

A local warning should be made by visual indicators and/or audible signals generated by the product implementing the function.

4.3.3 Remote transformer monitoring warning (RTMW)

With this function a remote warning signal is issued when the isolating transformer for IT systems is working in abnormal conditions, which means that either the current at the secondary side of the transformer or the temperature of the transformer exceeds the specified limits.

This function includes monitoring of the rated output current, monitoring of the temperature of the transformer, an assessment of these measurements and a remote warning.

The warning output shall be reported remotely with an output signal.

A relay contact output or an electronic switching output or a data communication can be used to report the transformer warning remotely.

The warning output can also be used in some applications for switching.

4.3.4 Remote enabling and disabling command (REDC)

These functions take into account a remote command, either to enable the measurement of the insulation resistance R_F of an IT system or to disable this measurement.

An input contact, an electronic input signal or a data communication can be used to enable or disable the IMD.

NOTE The remote enabling / disabling command is used when two IT systems which are isolated from each other, each of them having its own IMD interconnected temporarily to supply one single IT system.

4.4 Performance requirements

4.4.1 Specified response value R_{an}

The specified response value of an IMD shall be permanently set as a fixed value; or it shall be adjustable within a response range. When the specified response value R_{an} of the IMD is adjustable, it shall be designed in such a way that it is impossible to modify the settings, except by the use of a key, a tool or a password.

Adjustable response values of R_{an} can be of continuously or stepwise adjustable values.

NOTE Standards for the installation of IT systems define the lowest value of R_{an} that is permissible as a setting on IMDs with variable response values.

4.4.2 System leakage capacitance C_e

IMDs shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F as specified in this standard up to the system leakage capacitance C_e for which they are designated by the manufacturer. This includes symmetrical and asymmetrical distribution of the system leakage capacitance C_e .

4.4.3 Relative percentage uncertainty A of the specified response value R_{an}

The maximum operating uncertainty of the specified response value R_{an} of IMDs is expressed by the relative percentage uncertainty A. The relative percentage uncertainty A of IMDs shall be $\leq \pm 15\%$ under reference conditions.

The reference conditions are:

- operation temperature: -5 °C to $+45\text{ °C}$,
- at nominal voltage U_n between 0 % to 115 %,
- at supply voltage U_s between 85 % and 110 %,
- at nominal frequency f_n of the nominal voltage,
- at system leakage capacitance C_e of 1 μF .

If the response value is adjustable, the range of response values which are not within the specified limits of relative uncertainty shall be marked for example by dots at the limits of the range or the ranges. Information about the relative uncertainty within the working range specified by the manufacturer, but for leakage capacitances above the rated values as well as for frequencies below or above the nominal frequency or frequency range, shall be included in the documentation.

4.4.4 Response time t_{an}

The response time t_{an} under reference conditions shall be as follows:

- ≤ 10 s for type AC IMD,
- ≤ 100 s for type AC/DC IMD and for type DC IMD.

The reference conditions are:

- operation temperature: -5 °C to $+45$ °C,
- at nominal voltage U_n between 0 % to 115 %,
- at supply voltage U_s between 85 % and 110 %,
- at nominal frequency f_n of the nominal voltage U_n ,
- at system leakage capacitance C_e of 1 μ F.

Information about the response time t_{an} over the range of system leakage capacitances C_e and over the specified range of frequencies f_n shall be included in the documentation.

The system leakage capacitance C_e of 1 μ F represents a reference value for testing. In addition, during the test of IMDs for higher system leakage capacitance C_e the maximum value of the system leakage capacitance C_e specified by the manufacturer shall be tested.

The response time t_{an} under reference conditions but with the maximum value of the system leakage capacitance C_e shall be as follows:

- ≤ 30 min for all types of IMDs.

The reference conditions are:

- same reference conditions as for 1 μ F,
- but with the maximum system leakage capacitance specified by the manufacturer instead of 1 μ F.

NOTE In IT systems, where the voltage is altered at low speed (e.g. converter systems with low speed control procedures or d.c. motors with low speed variation), the response time t_{an} can depend on the lowest operational frequency between the IT system and earth. These response times t_{an} can differ from the above-defined response times t_{an} .

4.4.5 Measuring voltage U_m and measuring current I_m

The peak value of the measuring voltage U_m and the peak value of the measuring current I_m shall not exceed the following values at 110 % of the nominal voltage U_n and at 110 % of the supply voltage U_s :

- The peak value of the measuring voltage U_m shall not exceed 120 V at an infinite value of the insulation resistance.
- The peak value of the measuring current I_m shall not exceed 10 mA at a value of the insulation resistance $R_F = 0$ Ω .

This applies for all waveforms of the measuring voltage U_m and of the measuring current I_m and for positive and negative values.

4.4.6 Internal d.c. resistance R_i and internal impedance Z_i

The internal d.c. resistance R_i of the IMD shall be at least 30 Ω /V of the nominal system voltage, but shall have a minimum of 15 k Ω . The internal impedance Z_i of the IMD shall be at least 30 Ω /V of the nominal system voltage, but shall have a minimum of 1,8 k Ω for type AC and type AC/DC IMD.

4.4.7 Indication of the value of the insulation resistance R_F

When IMDs include facilities for indicating the value of the insulation resistance R_F , the relative percentage uncertainty of these facilities under rated operating conditions shall be stated by the manufacturer.

4.4.8 Permanently admissible nominal voltage U_n

The permanently admissible nominal voltage U_n shall be at least 110 % of the highest nominal voltage U_n .

NOTE For some small specific systems 105 % of U_n is sufficient.

The permanently admissible nominal voltage U_n applies between the system connections of the IMD and between the system connections and earth.

For type AC/DC IMDs the permanently admissible voltage includes a.c. voltages with superimposed d.c. components and d.c. voltage with superimposed a.c. components.

If type AC IMDs and type AC/DC IMDs are applicable in IT systems with frequencies different from main nominal frequency, the manufacturer shall provide information of the permanently admissible system voltages at the relevant frequency range in the operating instructions.

4.4.9 Permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg}

The peak value of the permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg} shall be at least 115 % of the highest nominal a.c. voltage U_n for type AC/DC IMDs in a.c. IT systems and for type AC/DC IMDs in d.c./a.c. IT systems (not applicable in pure d.c. IT systems).

NOTE 1 For some small specific systems 105 % of U_n is sufficient.

The manufacturer shall indicate U_{fg} for type AC IMDs in the operating instructions including the influence of U_{fg} on the measurement.

NOTE 2 In pure a.c. IT systems, extraneous d.c. voltage can appear between the a.c. system and earth during insulation faults inside of protection class I consumers when insulation faults behind galvanically connected rectifiers occur (e.g. in switched-mode power supplies).

4.4.10 Supply voltage U_S

For IMDs without separate supply connections where the supply voltage U_S is taken out of the system voltage U_n , the working range of the supply voltage U_S shall be equal to the voltage range of the system voltage U_n .

For IMDs with separate connections for the supply voltage U_S , the manufacturer shall provide information about the admissible range of supply voltage U_S .

4.5 Electromagnetic compatibility (EMC)

IMDs shall comply with the EMC requirements in accordance with IEC 61326-2-4.

4.6 Safety requirements

4.6.1 General

In addition to the safety requirements of IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 the following safety requirements detailed in 4.6 to 4.8 apply.

4.6.2 Clearances and creepage distances

IMDs shall have minimum clearances and creepage distances in accordance with IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030.

Clearances and creepage distances for fixed installed equipment according to Table 3 can be dimensioned in accordance with the IEC 60664 series.

Clearances and creepage distances shall be selected for:

- overvoltage or measurement category III or II, depending on the overvoltage or measurement category in the system to be monitored;
- pollution degree 2.

NOTE Pollution degree 3 can be used for accessible parts on the outside of the housing.

A division into circuits with different nominal insulation voltages is permissible in device combinations for example for IT systems with nominal voltages U_n higher than 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c., when the electrical connection is made via resistive, capacitive or inductive voltage dividers and if, in the case of a fault, the occurrence of inadmissibly high touch voltages or inadmissibly high currents to earth are prevented by circuit design features. Such circuit design features (see IEC 61140) can be, for example, additionally provided in the form of reliable voltage dividers or a duplication of the resistors (protective impedance) in the voltage divider.

4.6.3 Protection class and earth connection of an IMD

IMDs shall provide protection class I or II.

Contrary to IEC 61557-1, the earth connection of IMDs with protection class II is a measuring connection and can be treated as a functional earth connection (FE).

The functional earth connection (FE) can use protective impedance according to 6.5.4 of IEC 61010-1:2010.

The protective conductor connection (PE) of a protection class I IMD shall be treated as a protective earth connection.

4.7 Climatic environmental conditions

IMDs shall operate at least under the following climatic conditions:

- operation: class 3K5 according to IEC 60721-3-3 , -5 °C to +45 °C, except condensation and formation of ice,
- transport: class 2K3 according to IEC 60721-3-2 , -25 °C to +70 °C,
- storage: class 1K4 according to IEC 60721-3-1, -25 °C to +55 °C.

4.8 Mechanical requirements

4.8.1 General

Instead of the requirements of 4.10 of IEC 61557-1:2007 the requirements of 4.8.2 and 4.8.3 apply.

4.8.2 Product mechanical robustness

Requirements of Table 2 shall be tested as type-tests.

Table 2 – Product mechanical requirements

Mechanical robustness, in operation test	Standard and level	Test parameters	Other information
Behaviour to vibrations	IEC 60068-2-6 Test Fc	2 Hz to 13,2 Hz- amplitude ± 1 mm 13,2 Hz to 100 Hz – acceleration $\pm 0,7g$. For severe vibration conditions such as e.g. diesel engines, air compressors etc.: 2,0 Hz to 25,0 Hz – amplitude $\pm 1,6$ mm 25,0 Hz to 100 Hz – acceleration $\pm 4g$ NOTE More severe conditions may exist for example on exhaust manifolds of diesel engines especially for medium and high speed engines. Values may be required to be in these cases 40 Hz to 2 000 Hz – acceleration $\pm 10,0$ g at 600 °C,(duration 90 min)	Duration in case of no resonance condition 90 min at 30 Hz Duration at each resonance frequency at which $Q \geq 2$ is recorded– 90 min During the vibration test, functional tests are to be carried out Tests to be carried out in three mutually perpendicular planes It is recommended as guidance that Q does not exceed 5 Where sweep test is to be carried out instead of the discrete frequency test and a number of resonant frequencies are detected close to each other, duration of the test is to be 120 min. Sweep over a restricted frequency range between 0,8 and 1,2 times the critical frequencies can be used where appropriate. NOTE Critical frequency is a frequency at which the equipment being tested may exhibit: <ul style="list-style-type: none"> – malfunction and/or performance deterioration – mechanical resonances and/or other response effects occur, e.g. chatter
Behaviour to shocks	IEC 60068-2-27 Test Ea	10 gn / 11 ms, 3 pulses	

4.8.3 IP protection class requirements

The manufacturer shall document equipment IP protection class according to IEC 60529. The minimum requirements are given in Table 3, which specifies minimum IP requirements for the different kind IMD of housings:

Table 3 – Minimum IP requirements for IMDs

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

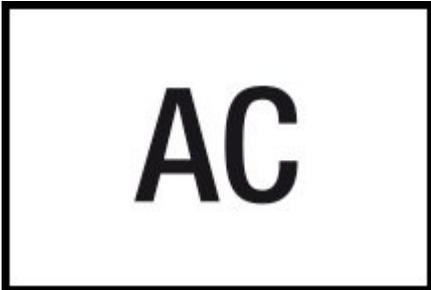
5 Marking and operating instructions

5.1 Marking

Different to the marking in Clause 5 of IEC 61557-1:2007, the following information shall be provided on the IMD:

- type of IT system to be monitored (if the IMD is designed for a specific type of IT system); or
- type of the IMD marked with a pictogram according to Table 4.
- nominal system voltage U_n or range of the nominal voltage U_n ;
- nominal value of the rated supply voltage U_S or working range of the rated supply voltage U_S ;
- nominal frequency f_n of the rated supply voltage U_S or working range of frequencies for the rated supply voltage U_S ;
- the serial number on the outside of the device and, if this is not possible, inside the device.
- specified response value R_{an} or minimum and maximum specified response value R_{an} .

Table 4 – Pictograms for marking the type of IMD

Type of IMD	Corresponding pictogram
AC IMD	
DC IMD	
AC/DC IMD	

5.2 Operating instructions

The operating instructions shall include the following information in addition to the requirements given in 5.2 of IEC 61557-1:2007:

- internal impedance Z_i of the measuring circuit as a function of the nominal frequency f_n ,
- peak value of the measuring voltage U_m in accordance with 4.4.5,
- internal d.c. resistance R_i of the measuring circuit,
- maximum value of the measuring current I_m in accordance with 4.4.5,
- for IMDs with remote insulation warning (RIW): technical data of the interface for the connection of an external warning device including rated voltage and current, rated insulation voltage and explanation of the interface function. For contact circuits, data shall reference to IEC 61810-2 or IEC 60947-5-1 and IEC 60947-5-4.
- information that insulation monitoring devices shall not be connected in parallel (e.g. when systems are coupled) or, if necessary, information on the interaction between IMDs when they are connected in parallel:
- wiring diagram when this is not marked on the devices in accordance with 5.1,
- information relating to the effects of the system leakage capacitances C_e on the response value and the response time and the permissible maximum value of the system leakage capacitance,
- extraneous d.c. voltage (U_{fg}) of any polarity that can be applied continuously to the insulation monitoring device without damaging it,

- test voltage according to 6.2.13,
- conformity to the relevant EMC standards,
- the range of specified response values where the relative percentage uncertainty is higher than that required in 4.4.3, if applicable,
- IP protection class according to 4.8.3,
- when IMDs include facilities for indicating the value of the insulation resistance R_f , the relative percentage uncertainty shall be stated by the manufacturer according to 4.4.7.

6 Tests

6.1 General

The tests according to Clause 6 of IEC 61557-1:2007 and the tests detailed in 6.2 and 6.3 shall be performed.

6.2 Type tests

6.2.1 General

Operation within the climatic environmental conditions according to Table 5 and Table 6 shall be verified.

Table 5 – Reference conditions for tests in operation

Climatic characteristics	Basic standard	Level / Class	Test specification
In operation tests			
Exposed to the cold	IEC 60068-2-1	Ad	–5° C; 96 h; insulation tests
Exposed to dry heat	IEC 60068-2-2	Bd	+45° C; 96 h; insulation tests

Table 6 – Reference conditions for storage tests (product not powered)

Climatic characteristics	Basic standard	Level / Class	Test specification
Exposed to the cold	IEC 60068-2-1	Ab	–25° C; 96 h
Exposed to dry heat	IEC 60068-2-2	Bb	+70° C; 96 h

6.2.2 Test of response values

Response values shall be tested at the lowest and at the highest value of the specified nominal voltage U_n and of the rated supply voltage U_S .

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

- single pole (from each phase of U_n in turn to earth);
- symmetrically (same resistor from all phases of U_n to earth).

For the different IMD types, the insulation resistance R_f shall be simulated as follows:

- for type AC IMDs: from the a.c. conductors to earth,
- for type AC/DC IMDs: from the a.c. conductors and from the d.c. conductors to earth in turn,
- for type DC IMDs: from the d.c. conductors to earth in turn.

The test set-up shall be able to accommodate slow, continuous or fine step changes in the simulated insulation resistance R_F as well as an additional connection of symmetrical leakage capacitances. Capacitors with a tolerance limit of 10 % maximum shall be used for simulating system leakage capacitances C_e . The insulation resistance R_F of the capacitances shall not negatively influence the measurement. During testing, the test resistance shall be reduced slowly, starting from high values, while observing the operation of the insulation monitoring device. The insulation resistances R_F and intrinsic leakage capacitances presented by the test circuit shall be taken into account when determining the response value.

When the IMD is provided with a continuously variable specified response value, or digital setting without mechanical switches, the compliance with the requirements of 4.4.2, 4.4.3 and 4.4.4 shall be tested at a minimum of five points of the setting range. This test shall be performed at the end points as well as at approximately evenly distributed points in the setting range. This also applies to setting facilities without a switch.

If the specified response value can be set by means of a mechanical switch, each step shall be tested. The initial test shall be performed without any system leakage capacitances in circuit whilst the test resistance is reduced so slowly that the steady-state response value can be found.

If the measuring method is affected by the magnitude of the system leakage capacitance C_e , a test shall be carried out by means of an insertion of capacitors, in steps, to determine whether the limits of 4.4.3 are met over the range of system leakage capacitance stated by the manufacturer. The relative percentage uncertainty shall be determined.

The insulation warning functions according to 4.2.2 shall be tested.

6.2.3 Test of response time t_{an}

The following tests shall be performed:

With a symmetrical system leakage capacitance C_e of 1 μF and at the nominal system voltage U_n , the insulation resistance R_F shall be suddenly reduced from nearly infinity to 50 % of the minimum response value R_{an} , and the delay to the operation of the insulation warning shall be measured. The compliance with the requirements of 4.4.4 shall be tested.

For system leakage capacitances above 1 μF , the same test shall be performed, but with the maximum system leakage capacitance which is specified by the manufacturer.

6.2.4 Test of peak value of the measuring voltage U_m

A peak voltage measurement shall be used to test whether the requirements given in 4.4.5 are met. The internal resistance of the voltage measuring instrument shall be at least 20 times the internal d.c. resistance R_i of the IMD measuring circuit.

The uncertainty of the voltage measuring instrument shall not exceed 5 % under reference conditions.

6.2.5 Test of the peak value of the measuring current I_m

A peak current measurement shall be used to test whether the requirements given for the measuring current in 4.4.5 are met. The current measuring instrument shall have an internal resistance below 5 % of the internal resistance R_i of the insulation monitoring device (IMD). The uncertainty of the current measuring instrument shall not exceed 5 % under reference conditions.

6.2.6 Test of internal d.c. resistance R_i and internal impedance Z_i

6.2.6.1 General

The following tests shall be used to test whether the requirements given in 4.4.6 are met. These tests shall be performed with or without rated supply voltage U_S and an appropriate measuring voltage shall be applied between the interconnected system terminals and the earth terminal. The uncertainty limit of the measuring devices shall not exceed 5 % under reference conditions.

6.2.6.2 Test of internal impedance Z_i

For determining the internal impedance Z_i in accordance with 4.4.6, an impedance measuring voltage source with nominal system voltage U_n shall be used. The frequency of the measuring voltage source shall be identical to the nominal system frequency f_n ; the distortion factor shall be below 5 %. The internal resistance of the measuring instrument shall be below 10 Ω . For IMD with a designated range of nominal frequencies f_n , the internal impedance Z_i shall be measured at the lowest and at the highest nominal frequency f_n .

The internal impedance Z_i shall be calculated from the peak-to-peak value I_{pp} of the resulting current by using the following equation:

$$Z_i = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_n}{I_{pp}}$$

6.2.6.3 Test of internal d.c. resistance R_i

For determining the internal d.c. resistance R_i in accordance with 4.4.6, the d.c. voltage shall have a magnitude in the order of the nominal system voltage U_n , but shall not exceed the permissible maximum extraneous d.c. voltage U_{fg} . The internal resistance R_i of the measuring voltage source shall be below 10 Ω .

The internal d.c. resistance R_i is calculated from the resulting current I by using the following equation:

$$R_i = \frac{U_n}{I} (U_n \leq U_{fg})$$

6.2.7 Test of facilities for indicating the insulation resistance R_F

When IMDs are fitted with facilities for indicating the values of the insulation resistance R_F , a test shall be carried out to check whether the relative percentage uncertainty limits stated by the manufacturer in accordance with 4.4.7 are met.

6.2.8 Test of effectiveness of the test device

The internal test function and the external test function, if provided, shall be tested for correct operation and compliance with the requirements given in 4.2.3.

6.2.9 Test of permanently admissible nominal voltage U_n

The requirements of 4.4.8 shall be tested.

6.2.10 Test of permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg}

The requirements of 4.4.9 shall be tested for type AC IMDs.

6.2.11 Test of supply voltage U_s

The requirements of 4.4.10 shall be tested.

6.2.12 Test of optional functions

If provided the additional optional functions of the IMD shall be tested.

6.2.12.1 Test of the performance of the remote enabling/disabling command (REDC)

The requirements of 4.3.4 shall be validated by the following tests:

- interconnect two different IT systems with two IMD one at each system,
- simulate an insulation resistance R_F at the interconnected IT system.

One or all of the IMDs shall respond as specified. None of the IMDs shall erroneously respond.

6.2.12.2 Test of the local transformer monitoring warning (LTMW)

The requirements of 4.3.2 shall be validated by the following tests:

- simulate overload current of the transformer,
- simulate over-temperature of the transformer.

The local transformer warning function shall respond as specified.

6.2.12.3 Test of the remote transformer monitoring warning (RTMW)

The requirements of 4.3.3 shall be validated by the following tests:

- simulate overload current of the transformer,
- simulate over-temperature of the transformer.

The remote transformer warning function shall respond as specified.

6.2.13 Voltage tests

The voltage tests of insulation monitoring devices shall be performed in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010 taking into account the requirements of 4.6.

6.2.14 Test of electromagnetic compatibility (EMC)

The EMC tests shall be performed in accordance with 4.5.

6.2.15 Inspection of the marking and operating instructions

The requirements of Clause 5 shall be checked.

6.2.16 Mechanical tests

6.2.16.1 Shock and vibration test

Shock and vibration tests shall be performed to verify the requirements of 4.8.2.

6.2.16.2 Test of the IP requirements

The requirements of 4.8.3 shall be verified by visual inspection.

6.3 Routine tests

6.3.1 General

Routine tests shall be performed on each IMD.

If by technical failure analysis and/or statistical analysis during the series production a low failure rate can be verified, routine tests can be limited to sampling tests instead of full production tests. All routine tests should be carried out either during the manufacturing process or at the end.

6.3.2 Test of response values

Routine tests of the relative percentage uncertainty of the response values shall be performed.

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 center 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 requirements are met.

The insulation warning function according to 4.2.2.2 and 4.2.2.3 shall be tested.

6.3.3 Test of effectiveness of the test function

The internal test device and the external test device, if provided, shall be tested for correct operation and compliance with the requirements.

6.3.4 Test of facility for indicating the insulation resistance R_F

When, in accordance with 4.4.7, the IMD comprises facilities for indicating the insulation resistance R_F , a test shall be carried out to determine if the relative percentage uncertainty limits stated by the manufacturer are met.

6.3.5 Voltage tests

Voltage tests for IMDs shall be performed in accordance with Annex F of IEC 61010-1:2010 under consideration of 4.6.2.

6.3.6 Compliance with tests of 6.3

The compliance with the tests of 6.3 should be recorded.

7 Overview of requirements and tests for IMDs

Table 7 gives an overview of the requirements and tests that shall be performed for IMDs.

Table 7 – Requirements and tests applicable to IMD

Characteristics	Requirements	Type tests	Routine tests
Types of IMD	4.2	6.2	Not applicable
Specified response values R_{an}	4.4.1	6.2.2	6.3.2
System leakage capacitance C_e	4.4.2	6.2.2, 6.2.3	Not applicable
Insulation warning function	4.2.2	6.2.2	6.3.2
Test function	4.2.3	6.2.8	6.3.3
Relative percentage uncertainty	4.4.3	6.2.7	Not applicable
Response time t_{an}	4.4.4	6.2.3	Not applicable
Measuring voltage U_m and measuring current I_m	4.4.5	6.2.4 6.2.5	Not applicable
Internal resistance R_i and internal impedance Z_i	4.4.6	6.2.6	Not applicable
Indication of the value of the insulation resistance R_F	4.4.7	6.2.7	6.3.4
Permanently admissible nominal voltage U_n	4.4.8	6.2.9	Not applicable
Permanently admissible extraneous d.c. voltage U_{fg}	4.4.9	6.2.10	Not applicable
Supply voltage U_s	4.4.10	6.2.11	Not applicable
Protection class and PE connection	4.6.3	Not applicable	Not applicable
Optional functions provided by IMD	4.3	6.2.12	Not applicable
Clearance and creepage distances	4.6.2	6.2.13	6.3.5
EMC	4.5	6.2.14	Not applicable
Climatic environmental conditions	4.7	6.1, 6.2	Not applicable
Mechanical requirements	4.8	6.2.16	Not applicable
Marking and operating instructions	Clause 5	6.2.15	Not applicable

Annex A (normative)

Medical insulation monitoring devices (MED-IMD)

A.1 Scope and object

This annex specifies the requirements for insulation monitoring devices (MED-IMD) which permanently monitor the insulation resistance to earth of unearthed medical a.c. IT systems in group 2 medical locations according to 710.413.1.5 of IEC 60364-7-710:2002.

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

A.2 Requirements

A.2.1 General

In addition to Clause 4, the requirements or modifications detailed in A.2.2 to A.2.5 apply.

A.2.2 Types of MED-IMDs

The following types of MED-IMDs can be used in medical IT systems:

- type AC MED-IMD for pure a.c. medical IT systems,
- type AC/DC MED-IMD for medical a.c. IT systems with directly connected rectifiers and for pure d.c. IT systems and for d.c. IT systems with directly connected a.c. inverters.

If the IT system includes galvanically connected d.c. circuits, the device shall be able to detect insulation resistances R_F within the entire IT system, as specified in this standard, even with insulation faults on the d.c. side (type AC/DC IMD).

To cover all types of connected devices, it is recommended to use type AC/DC MED-IMDs.

A.2.3 Mandatory functions provided by MED-IMD

A.2.3.1 General

The following mandatory functions shall be provided by a MED-IMD in addition to or instead of the requirements of 4.2. as detailed in A.2.3.

The insulation warning indication shall take place at the latest when the insulation resistance R_F has decreased to 50 k Ω . A test device shall be provided according to 4.2.3 of this standard. For MED-IMDs with adjustable response value the lowest setting shall be ≥ 50 k Ω .

A.2.3.2 Local insulation warning (LIW)

This function shall include the measurement of the insulation resistance R_F of an IT system including symmetrical and asymmetrical components, an assessment of this resistance R_F and a local warning.

For each medical IT system, an acoustic and visual alarm system incorporating the following components shall be arranged at a suitable place, so that it can be permanently monitored (audible and visual signals) by the medical staff:

- a green signal lamp to indicate normal operation;

- a yellow signal lamp which lights when the warning indication of the insulation monitoring device takes place. It shall not be possible for this light to be cancelled or disconnected;
- an audible alarm which sounds, when the minimum value set for the insulation resistance R_F is reached. This audible alarm may have provisions to be silenced under alarm conditions;
- the yellow signal and the audible alarm shall be cancelled on removal of the fault and when normal condition is restored.

A.2.3.3 Remote insulation warning (RIW)

This function shall include the measurement of the insulation resistance R_F of an IT system including symmetrical and asymmetrical components, an assessment of this resistance and a warning output.

The warning output shall be reported remotely with an output signal.

A relay contact output or an electronic switching output or a communication protocol can be used to report the insulation warning remotely.

For each medical IT system, an acoustic and visual alarm system (external of the MED-IMD), incorporating the following components, shall be arranged at a suitable place, so that it can be permanently monitored (audible and visual signals) by the medical staff:

- a green signal lamp to indicate normal operation;
- a yellow signal lamp which lights when the warning indication of the insulation monitoring device takes place. It shall not be possible for this light to be cancelled or disconnected;
- an audible alarm which sounds, when the minimum value set for the insulation resistance R_F is reached. This audible alarm may have provisions to be silenced under alarm conditions;
- the yellow signal and the audible alarm shall be cancelled on removal of the fault and when normal condition is restored.

A.2.3.4 Indication of the interruption to the system to be monitored

An indication of the loss of the connection to the system to be monitored and of the connection between the IMD and earth shall be provided.

NOTE The monitoring function is no longer ensured as a consequence of the loss of the connection of the IMD to the system to be monitored or to earth.

A.2.3.5 Information about the value of the insulation resistance

The MED-IMD shall provide information about the value of the insulation resistance.

The information can be provided in form of a meter, a display or via data communication.

A.2.4 Performance requirements

A.2.4.1 Specified response value R_{an}

The specified response value of a MED-IMD shall be

- permanently set as a fixed value of 50 k Ω ; or
- adjustable within a response range but with a lowest value of 50 k Ω . When the specified response value R_{an} of the MED-IMD is adjustable, it shall be designed in such a way that it is impossible to modify the settings, except by the use of a key, a tool or a password.

Adjustable response values can be continuously or stepwise adjustable values.

A.2.4.2 Response time t_{an}

The response time t_{an} shall be below 5 s for an insulation resistance R_F of 25 k Ω (50 % of 50 k Ω), if suddenly applied.

The alarm off-time clearing the fault shall be below 5 s for an insulation resistance R_F suddenly rising from 25 k Ω to 10 M Ω .

Response and alarm-off times shall be adhered to for a system leakage capacitance up to 0,5 μ F.

If the system leakage capacitance in the medical IT system is higher than 0,5 μ F, the response time t_{an} can be longer than 5 s.

For MED-IMDs, which perform an automatic, periodic self-test for the purpose of functional safety, the response time t_{an} can be extended during self-testing.

If the IMD includes means for the indication of loss of the connection to earth or to the system to be monitored, the response time for this function can be longer as defined in this clause.

The response time for the indication of loss of the connection shall be indicated in the operating instructions.

A.2.4.3 Measuring voltage U_m and measuring current I_m

The measuring voltage U_m shall not be greater than 25 V peak.

The measuring current I_m shall not be greater than 1 mA peak, even under fault conditions.

Measuring current I_m is designated as injected current in IEC 60364-7-710.

A.2.4.4 Internal impedance (Z_i)

The a.c. internal impedance Z_i shall be at least 100 k Ω .

A.2.5 Electromagnetic compatibility (EMC)

The EMC requirements according to IEC 61326-2-4 are applicable.

Radiated and conducted emissions shall be tested according to Table A.2.

A.3 Marking and operating instructions

In addition to the information of Clause 5, the following information shall be provided on the MED-IMD.

MED-IMDs shall be marked with the pictogram according to Figure A.1 and in addition with the pictogram for the respective type of IMD according to 5.1, Table 4.

If the MED-IMD is designed to fulfil requirements of Annex B, operating instructions according to Clause B.3 should be provided.



Figure A.1 – Pictogram for marking a MED-IMD

A.4 Tests

A.4.1 General

In addition to Clause 6, the tests detailed in Clause A.4 and A.5 shall be performed.

A.4.2 Type tests

A.4.2.1 Test of the maximum value of the measuring voltage U_m and of the measuring current I_m

The tests of 6.2.4 and 6.2.5 shall be performed with the requirements of A.2.4

A.4.2.2 Test of the function of the indication of the interruption to the system to be monitored

The indication that the earth connection is lost and that the connection to the system to be monitored is lost shall be tested.

An alarm shall take place, if the FE connection or the connection to the system or all connections together are disconnected.

A.5 Overview of requirements and tests for MED-IMDs

Table A.1 gives an overview of the additional requirements and tests applicable to MED-IMDs.

Table A.2 gives an overview of the emission tests required for MED-IMDs.

Table A.1 – Summary of additional requirements and tests applicable to MED-IMDs

Characteristic	Requirements	Type tests	Routine tests
Specified response value R_{an}	A.2.4.1	6.2.2	6.3.2
Response time t_{an}	A.2.4.2	6.2.3	Not applicable
Measuring voltage U_m	A.2.4.3	A.4.2.1	Not applicable
Measuring current I_m	A.2.4.3	A.4.2.1	Not applicable
Internal impedance Z_i	A.2.4.4	A.2.4.4	Not applicable
Insulation warning	A.2.3.2, A.2.3.3	A.2.3.2, A.2.3.3	A.2.3.2, A.2.3.3
EMC immunity tests	A.2.5	A.2.5	Not applicable

Table A.2 – Emission test for MED-IMDs

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 (informative)

Monitoring of overload current and over-temperature

B.1 Scope and object

This annex specifies optional requirements for devices designed for monitoring overload current and temperature rise of the medical IT transformer according to 710.413.1.5 of IEC 60364-7-710:2002.

These functions can be incorporated in MED-IMDs as an option.

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

B.2 Requirements

B.2.1 General

The following functions should be provided for monitoring of overload current and over-temperature.

B.2.2 Local transformer monitoring warning (LTMW) and/or remote transformer monitoring warning (RTMW)

LTMW and RTMW include monitoring of overload current and over-temperature.

The warning should be issued as local transformer monitoring warning (LTMW) or as remote transformer monitoring warning (RTMW) or as both LTMW and RTMW.

In addition to 4.3.2 and 4.3.3, the following requirements should be considered.

B.2.3 Monitoring of overload current

The warning indication should take place at the latest when the load current exceeds the rated output current of the transformer.

It is recommended that the response value for load current monitoring is adjustable and the trip value can be set below the rated output current of the transformer, to take into account individual safety margins.

It is also recommended to have an indication if the connection to the load current sensor is open or short circuited.

The r.m.s. value of the load current should be measured at least with a crest factor of 2.

B.2.4 Monitoring of over-temperature of the IT system transformer

The warning indication should take place, if the temperature sensitive device (bimetal, PTC or similar) in the isolating transformer for the supply of medical locations signals over-temperature.

It is also recommended to have an indication if the connection to the load current sensor is open or short circuited.

It is also recommended to have an indication if the connection to the over-temperature sensor is open.

B.3 Operating instructions

In addition to 5.2, the following information should be provided in the operating instructions:

- specified response value or range of specified response values for load current monitoring;
- type of external load current sensor; relative percentage uncertainty of load current measurement;
- type of temperature-sensitive device according to IEC 60691 in the isolating transformer for the supply of medical locations that can be connected;
- response time for overload current and temperature rise alarm as well as for connection alarm for these functions.

B.4 Tests

B.4.1 General

The following tests in addition to those according to IEC 61557-1 should be performed.

B.4.2 Test of overload current and over-temperature monitoring

The trip value for overload current indication, indicated by the manufacturer, should be tested by simulation of the respective load current.

The over temperature alarm should be tested by the simulation of over temperature through the respective temperature-sensitive device (bimetal, PTC or similar).

Annex C (normative)

Insulation monitoring devices for photovoltaic systems (PV-IMD)

C.1 Scope and object

This annex specifies requirements for insulation monitoring devices that continuously monitor the insulation resistance R_F to earth of unearthed photovoltaic IT systems.

NOTE The unearthed photovoltaic IT system consists of the PV array with PV modules that generate d.c. voltage and current, the inverter that converts d.c. to a.c. and the transformer that connects the a.c. part of the PV system to the mains.

The information and requirements of this annex replace or supplement the relevant clauses and subclauses of this standard as indicated.

C.2 Requirements for PV-IMDs for PV installations

C.2.1 General

The requirements of Clause 4, Clause 5 and Clause 6 apply for PV-IMDs and in addition the following requirements apply.

PV-IMDs shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F of these installations taking into account their specific conditions.

NOTE 1 The value of system leakage capacitance C_e depends on the following influence factors:

- power of the PV system,
- technology of modules,
- environmental conditions,
- circuit topology,
- day or night,
- aging,
- leakage capacitance inside the inverter(s),
- filter leakage capacitances.

Measurements made on several sites show that the system leakage capacitance values C_e do not exceed 5 nF/kW peak in favourable conditions (e.g. during the day), and do not exceed 150 nF/kW peak in less favourable conditions (e.g. early mornings, in frost conditions).

NOTE 2 Usually the measured insulation resistance R_F is: ≥ 1 k Ω in less favourable conditions in PV systems of about 1 MW peak and is ≥ 100 k Ω in less favourable conditions in PV systems of about 100 kWpeak. In favourable conditions R_F is between 10 times and hundred times the value in less favourable conditions.

The insulation resistance depends on the following influence factors:

- power of the PV system,
- technology of modules,
- environmental conditions,
- circuit topology,
- day or night,
- aging.

NOTE 3 Other specific conditions in PV systems are:

- different grounding conditions of the PV modules,
- d.c. voltage at the PV array,
- a.c. voltage at the output of the inverter,

- high and dynamic voltage fluctuations of the monitored IT systems by shading of the PV system.

When PV-IMDs are used in combination with equipment for insulation fault location (IFLS) according to IEC 61557-9, parts of the IFLS functionality can be integrated in the PV-IMD.

PV-IMDs shall give a warning if the insulation resistance R_F between the PV system and earth falls below a predetermined level.

C.2.2 Types of PV-IMDs

The PV-IMD shall be of type AC/DC or of type DC depending on the type of converter.

The PV-IMD shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F of PV installations including symmetric and asymmetric allocation of the insulation resistance R_F and give a warning if the insulation resistance R_F between the PV installation and earth falls below a predetermined value.

The measuring principle of the PV-IMD shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F when the PV-IMD is connected to the DC side or to the AC side.

C.2.3 Mandatory functions provided by PV-IMDs

C.2.3.1 Local insulation monitoring warning (LIW) and remote insulation monitoring warning (RIW)

PV-IMDs shall provide means for local insulation monitoring warning and for remote insulation warning.

Alternatively to RIW according to 4.2.2.3 the remote output can be used to signal the actual measuring value.

NOTE In this case the measuring value will be processed further in the external PV data management system.

C.2.3.2 Test function

The requirements of 4.2.3 and in addition the following apply.

PV-IMD shall implement an automatic self-test function. The automatic self-test shall perform the tests according to 4.2.3 in appropriate time intervals. If a failure is detected during the self-test, a warning indication shall be made:

- on the device; and/or
- as electronic signal for remote indication.

NOTE PV systems are generally not continuously supervised during operation by personnel onsite. The automatic self-test of the PV-IMD is part of the automatic supervision and data acquisition of the entire PV system.

C.2.4 Performance requirements

C.2.4.1 Specified response values R_{an}

The response values of PV-IMDs shall be adjustable. The adjustment range shall be specified by the manufacturer. The adjustments shall not allow their modification without a tool, a key or a password.

C.2.4.2 System leakage capacitance C_e

The PV-IMD shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F under consideration of the system leakage capacitance C_e which has been designated by the manufacturer.

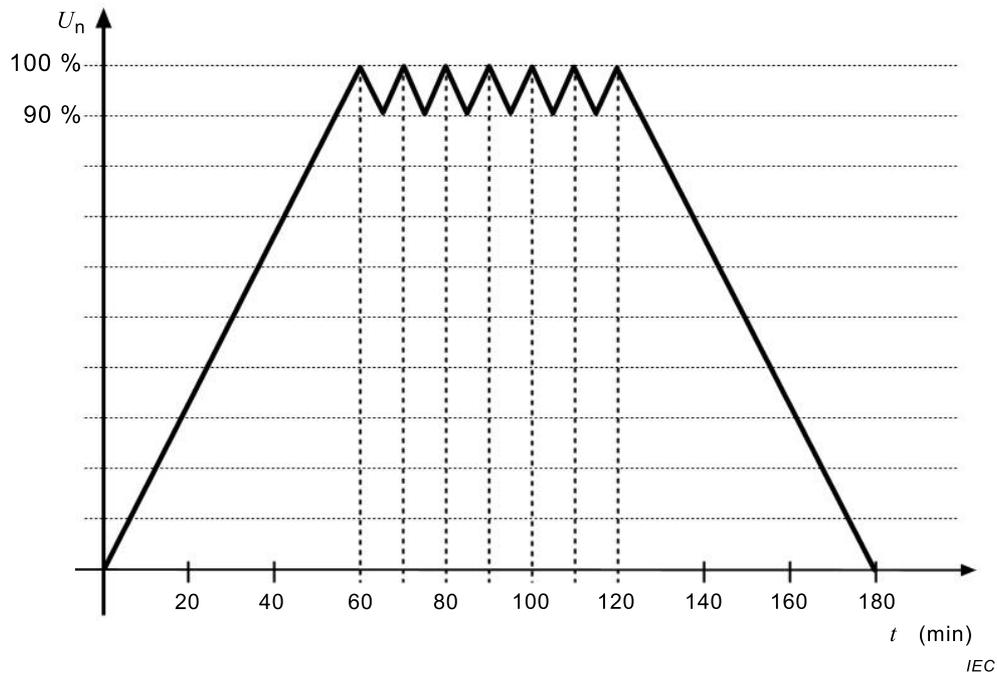
The PV-IMD shall not switch to the alarm state under no-fault conditions under the fluctuations of the system leakage capacitance C_e during the operation of the PV system.

NOTE 1 Usually, the fault free insulation resistance R_F is relatively low in large PV installations with high system leakage capacitance and is high in small PV installations with low system leakage capacitance.

NOTE 2 During the time of operation, the system leakage capacitance C_e of PV systems generally can widely but slowly fluctuate.

C.2.4.3 Permanently admissible nominal voltage U_n and characteristics of the d.c. PV system voltage

In addition to the requirements in 4.4.8, PV-IMD shall perform as intended under the dynamic reference characteristics of the d.c. voltage of the PV system.



NOTE The dynamic reference characteristics represent the fluctuations of the d.c. voltage of the PV array during the period of start up in the morning and shut down in the evening.

Figure C.1 – Dynamic reference characteristics of d.c. PV system voltage

The PV-IMD shall not switch to the alarm state under no fault conditions under the voltage changes of the reference characteristic of Figure C.1.

The PV-IMD shall operate normally under the voltage changes of the reference characteristics of Figure C.1:

- It shall not switch to alarm state under no fault conditions.
- It shall not switch to no-alarm state under fault conditions.
- It shall detect an insulation fault within the specified response time and switch to alarm state.
- It shall switch to no-alarm state when the alarm disappears.

C.3 Marking and operating instructions

C.3.1 Marking

The requirements of 5.1 and the following apply.

In addition of the marking with a pictogram according to 5.1, PV-IMD shall be marked with the pictogram according to Figure C.2.

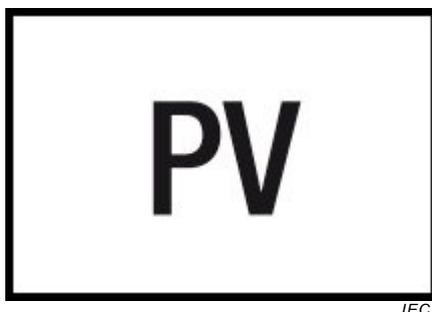


Figure C.2 – Pictogram for marking a PV-IMD

C.3.2 Operating instructions

The requirements of 5.2 of this standard and the following apply.

An explanation of the function of the automatic self-test shall be included in the operating instructions. This shall include the time intervals in which the automatic self-test is performed and the warnings which are output in case of failure of the self-test;

An explanation of the remote warning function shall be included in the operating instructions.

C.4 Tests

C.4.1 General

The tests of Clause 6 of this standard and in addition the following type tests and routine tests shall be performed.

C.4.2 Additional type tests

C.4.2.1 General

The tests of 6.2 of this standard apply and additionally or alternatively the following type tests apply.

C.4.2.2 Test of the warning function

The test of 6.2.2 applies and in addition, the remote warning function shall be verified.

C.4.2.3 Test of the test function

In addition to testing the test function according to 6.2.8, the function of the automatic self-test according to C.2.3.2 shall be verified.

C.4.2.4 Test of the permanently admissible nominal voltage U_n and of the characteristics of the d.c. PV system voltage

In addition to the tests of 6.2.9 and 6.2.10, the following test shall be performed.

The PV-IMD shall be connected to a voltage source that simulates the reference characteristics of the d.c. voltage according to Figure C.1.

The PV-IMD shall not switch to the alarm state during the voltage changes according to Figure C.1 and under the following conditions:

- system leakage capacitance $C_e = C_{e-max}$ and
- insulation resistance $R_F = 2 \cdot R_{an}$.

NOTE C_{e-max} is the maximum system leakage capacitance for which the PV-IMD is designated by the manufacturer.

C.4.2.5 Inspection of marking and operating instructions

The requirements of Clauses 5 and C.3 shall be verified.

C.4.3 Additional routine tests

C.4.3.1 Test of the warning function

The tests of 6.3.3 apply and in addition the requirements of C.2.3.1 shall be tested..

C.4.3.2 Test of the test function

The tests of 6.3.3 apply and in addition the requirements of C.2.3.2 shall be tested.

C.5 Overview of requirements and tests for PV-IMDs

Table C.1 gives an overview of the requirements and tests to be performed for PV-IMDs.

Table C.1 – Requirements and tests for PV-IMDs

Characteristic	Requirements	Type tests	Routine tests
Measuring principle	C.2.2	C.2.2	Not applicable
Specified response value R_{an}	C.2.4.1	6.2.1	6.3.2
System leakage capacitance C_e	C.2.4.2	6.2.1, 6.2.2	Not applicable
Insulation warning function	C.2.3.1	C.4.2.2	C.4.3.1
Test function	C.2.3.2	C.4.2.3	C.4.3.2
Permanently admissible nominal voltage U_n and characteristics of the d.c. PV voltage	C.2.4.3	C.4.2.4	Not applicable
Marking and operating instructions	C.3	C.4.2.5	Not applicable

Annex D (normative)

Insulation monitoring function of a photovoltaic inverter (PV-IMF) or in a charge controller

D.1 Scope and object

This annex specifies requirements for the insulation monitoring function that is integrated in a PV inverter (PV-IMF) according to IEC 62109-2.

IEC 62109-2 specifies the use of PV-IMFs for inverters for unearthed arrays and for inverters for functionally earthed arrays. The PV-IMF monitors the insulation resistance to earth of unearthed d.c. PV arrays. The response of the PV-IMF is processed inside the inverter.

NOTE 1 In IEC 62109-2, IMDs are named 'devices for array insulation resistance detection'.

NOTE 2 According to IEC 62109 the PV-IMF measures the insulation resistance on the d.c. side (PV array) to earth before starting the operation (connection to the a.c. side). An insulation fault is processed inside of the PV inverter which means connecting or not connecting the PV inverter to the mains which depends on the insulation resistance in the system.

NOTE 3 For information: The terms 'grounded' and 'ungrounded' is US American English and equal the terms 'earthed' and 'unearthed' in IEC British English.

D.2 Requirements for PV-IMFs

D.2.1 General requirements for PV-IMFs

For insulation monitoring functions of PV inverters the requirements of Clause 4, Clause 5 and Clause 6 apply. In addition or exclusively, the requirements of this annex apply as specified.

Insulation monitoring functions of PV inverters (PV-IMF) shall be capable to monitor the insulation resistance R_F of the d.c. PV array to which the inverter is connected to earth taking into account the specific conditions of the PV installation.

NOTE 1 The value of system leakage capacitance C_e depends on the following influence factors:

- power of the PV system,
- technology of modules,
- environmental conditions,
- circuit topology,
- day or night,
- aging,
- leakage capacitance inside the inverter(s),
- filter leakage capacitance.

Measurements made on several sites show that the system leakage capacitance values C_e do not exceed 5 nF/kW peak in favourable conditions (e.g. during the day), and do not exceed 150 nF/kW peak in less favourable conditions (e.g. early mornings, in frost conditions).

NOTE 2 Usually the measured insulation resistance R_F is: ≥ 1 k Ω in less favourable conditions in PV systems of about 1 MW peak and is ≥ 100 k Ω in less favourable conditions in PV systems of about 100 kW peak. In favourable conditions R_F is between 10 times and hundred times the value of in less favourable conditions.

The insulation resistance depends on the following influence factors:

- power of the PV system,
- technology of modules,
- environmental conditions,

- circuit topology,
- day or night,
- aging.

NOTE 3 Other specific conditions in PV systems are:

- different earthing conditions of the PV modules,
- d.c. voltage at the PV array,
- a.c. voltage at the output of the inverter,
- high and dynamic voltage fluctuations of the monitored IT systems by shading of the PV system.

NOTE 4 PV-IMF can be designed as:

- separate electronic module that can be adapted inside of the inverter,
- function that is integrated into the inverter electronics.

The PV-IMF shall provide output signals about the measured insulation resistance R_F and/or response of the insulation monitoring function at a fixed or variable response value to the inverter that can be processed further inside of the inverter.

NOTE 5 When a PV-IMF is used in combination with an insulation fault location system (IFLS) according to IEC 61557-9, parts of the IFLS functionality can be integrated into the PV-IMF.

D.2.2 Types of PV-IMFs

The PV-IMF shall be of type DC or of type AC/DC.

The PV-IMF shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F of d.c. PV arrays to earth including symmetric and asymmetric allocation of the insulation resistance R_F and signal the relevant information with regard to the insulation resistance R_F to the PV inverter.

The measuring principle of the PV-IMF shall be capable of monitoring the insulation resistance R_F of the unearthed PV installation on the d.c. side including a superimposition of a.c. components on the d.c. voltage.

The relevant output information is:

- analog or digital signal representing the insulation resistance R_F ; and/or
- digital signal representing the response and non-response situation.

The measuring principle shall be capable to perform the measurement under the specific conditions of PV arrays including the superimposition of a.c. with mains frequency and with higher inverter frequencies on the d.c. voltage.

NOTE 1 In unearthed PV installations with transformer isolation to the mains (IT system), the PV-IMF can be used to monitor the insulation resistance of the entire IT system including the a.c. part.

NOTE 2 Generally, the PV-IMF is connected inside of the inverter between the d.c. input of the inverter and earth.

D.2.3 Mandatory functions provided by PV-IMFs

D.2.3.1 Remote insulation warning (RIW)

The following response to insulation faults shall be signalled from the PV-IMF to the inverter:

- digital warning signal if the insulation resistance R_F decreases below the response value (relay contact or electronic output); and/or
- analog signal representing the value of the insulation resistance R_F ,
- signalling of warning or of the value of the insulation resistance R_F via bus interface.

The warning function according to 4.2.2.2 and 4.2.2.3 shall be performed by the inverter.

According to IEC 62109-2:2011, 3.9, the following warning function of PV-IMF shall be available on the inverter:

- a visible or audible indication, integral to the inverter and detectable from outside of the inverter;

and

- an electrical or electronic indication that can be remotely accessed and used.

D.2.3.2 Self-test function

The PV-IMF shall be equipped with a self-test function for detecting whether the insulation monitoring function is capable of fulfilling its monitoring function. The system to be monitored shall not be directly earthed. The test is not intended to verify the accuracy of the response value.

The self-test function shall be implemented as follows:

- test function initiated by an electronic signal from the inverter; and/or
- automatic execution of the test controlled by the PV-IMF in reasonable time intervals.

If failure is detected during the self-test, a warning indication shall be issued by the inverter.

NOTE PV systems are generally not continuously supervised during operation by onsite personal. The automatic self-test of the PV-IMF is part of the automatic supervision and data acquisition of the entire PV system.

D.2.4 Performance requirements for PV-IMFs

D.2.4.1 Specified response values R_{an}

The response values of the PV-IMF shall be represented by:

- a fixed value set inside the PV-IMF; and/or
- a variable value set by an interface signal from the inverter; and/or
- an analog or digital signal representing the value of the insulation resistance R_F , signalled from the PV-IMF to the inverter.

The response value shall be fixed adjusted in the PV-IMF or shall be selected from the inverter electronics via an electronic interface. The adjustments on the inverter shall not allow the modification without a tool, a key or a password.

NOTE The response value R_{an} according to IEC 62109 is as follows: $R_{an} = \frac{V_{max-pv}}{30mA}$.

Accordingly, V_{max-pv} is the highest input voltage of the inverter. This means that for an input voltage of 600 V, the response value is 20 k Ω and for an input voltage of 1 000 V it is 33 k Ω .

D.2.4.2 System leakage capacitance C_e

The performance requirements of C.2.4.2 apply.

D.2.4.3 Indication of the value of the insulation resistance R_F

The performance requirements of 4.4.7 apply but the indication shall be available on the inverter.

D.2.4.4 Permanently admissible nominal voltage U_n and characteristics of the d.c. PV system voltage

The performance requirements of C.2.4.3 apply with the exception that the permanently admissible nominal voltage U_n corresponds to the permanently admissible nominal voltage U_n of the inverter.

D.2.4.5 Supply voltage U_S

Subclause 4.4.10 of this standard applies with the following exception.

If the supply voltage U_S of the PV-IMF is provided internally from the inverter, the working range of the supply voltage shall be equal to the internal voltage range.

D.2.5 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 4.5 of this standard applies with the exception, that the EMC requirements shall be compatible with the EMC requirements for the inverter. The performance criteria of IEC 61324-2-4 apply.

D.2.6 Safety requirements

D.2.6.1 Clearances and creepage distances

The requirements of 4.6.2 of this standard apply with the following differences:

- if the inverter includes measures to limit overvoltage to categories below overvoltage category III according to IEC 61010-1, the overvoltage category for the PV-IMF is reduced to category II respectively;
- the pollution degree corresponds to the degree inside the inverter.

D.2.7 Climatic environmental conditions

The requirements of 4.7 of this standard apply with the following exception:

- the climatic classes of the PV-IMF shall be adapted to the climatic classes inside of the inverter.

D.2.8 Mechanical requirements

The requirements of 4.8 of this standard apply with the following exception:

- the product mechanical robustness shall be adapted to the protection class required inside of the inverter,
- the IP protection class shall be adapted to the protection class required inside of the inverter.

D.3 Marking and operating instructions

D.3.1 Marking

The requirements of 5.1 of this standard apply with the following exceptions:

- PV-IMF modules shall be marked at least with the type designation and manufacturer identification code;
- marking is not required for PV-IMF integrated into the inverter electronics.

D.3.2 Operating instructions

The requirements of 5.2 of this standard apply with the following exception:

- the operating instructions for the PV-IMF can be included into the operating instructions for the inverter.

D.4 Tests

D.4.1 General

The tests of Clause 6 apply but shall be performed with the PV-IMF integrated in the inverter and with the following changes.

The type test shall be performed with the PV-IMF integrated in the inverter.

Alternatively, type tests on PV-IMFs modules can be performed without the inverter, if the inverter function which is related to the PV-IMF is simulated with a respective test setup.

D.4.2 Type tests

D.4.2.1 Test of the response values R_{an}

For a fixed response value the test of 6.2.2 shall be performed.

For a variable response value, the test of 6.2.2 shall be performed and the response value shall be varied by means of the inverter.

D.4.2.2 Test of the warning function

The requirements of D.2.3.1 shall be verified.

D.4.2.3 Test of the test function

The requirements of D.2.3.2 shall be verified.

D.4.2.4 Test of the permanently admissible nominal voltage U_n and characteristics of the PV system voltage

The tests of C.4.2.4 shall be performed under consideration of D.2.4.4.

D.4.2.5 Test of the supply voltage U_S

The test of 6.2.11 shall be performed under consideration of the requirements of D.2.4.5.

D.4.2.6 Voltage test

The tests of 6.2.13 shall be performed under consideration of D.2.6.1.

D.4.2.7 Test of the electromagnetic compatibility (EMC)

The test of 6.2.14 shall be performed under consideration of D.2.5.

D.4.2.8 Test under the specified environmental climatic conditions

The test under specific environmental climatic conditions shall be performed under consideration of the requirements of D.2.7.

D.4.2.9 Inspection of marking and operating instructions

The test of 6.2.15 shall be performed under consideration of the requirements of Clause D.3.

D.4.2.10 Mechanical test

Mechanical tests shall be performed with the PV-IMF integrated in the inverter. The requirements of D.2.8 shall be verified.

D.4.3 Routine tests

D.4.3.1 Test of the response values

The requirements of 6.2.2 apply under consideration of the requirements of D.4.2.1.

D.4.3.2 Test of the warning function

The requirements of D.4.2.2 apply.

D.4.3.3 Test of the test function

The requirements of D.4.2.3 apply.

D.4.3.4 Voltage test

The requirements of D.4.2.6 apply.

D.5 Overview of requirements and tests for PV-IMF

Table D.1 gives an overview of the requirements and tests to be performed for PV-IMF.

Table D.1 – Requirements and tests for PV-IMF integrated in the inverter

Characteristics	Requirements	Type tests	Routine tests
Types of PV-IMF	D.2.2	6.2	Not applicable
Specified response values R_{an}	D.2.4.1	D.2.4.1	D.4.3.1
System leakage capacitance C_e	D.2.4.2	6.2.1, D.4.2.2	Not applicable
Insulation warning	D.2.3.1	D.4.2.2	D.4.3.2
Self-test function	D.2.3.2	D.4.2.3	D.4.3.3
Permanently admissible nominal voltage U_n	D.2.4.4	D.4.2.4	Not applicable
Variation of the nominal voltage U_n and the characteristics of the PV system voltage	C.2.4.3	D.4.2.4	Not applicable
Supply voltage U_s	D.2.4.5	D.4.2.5	Not applicable
Clearance and creepage distances	D.2.6.1	D.4.2.6	D.4.3.4
EMC	D.2.5	D.4.2.7	Not applicable
Marking and operating instructions	D.3	D.4.2.9	Not applicable
Mechanical requirements	D.2.8	D.4.2.10	Not applicable

Bibliography

IEC 60027-7, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 7: Power generation, transmission, and distribution*

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

IEC 60364-7-712, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60664-1, *Insulation co-ordination 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 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61557-9, *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*

KEREKES, T., TEODORESCU, R. and BORUP, U. *Transformerless Photovoltaic Inverters Connected to the Grid*. 22nd Annual IEEE Applied Power Electronics Conference (APEC 2007), pp. 1733-1737.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	52
1 Domaine d'application	54
2 Références normatives	54
3 Termes, définitions et abréviations	55
3.1 Termes et définitions	55
3.2 Abréviations	59
4 Exigences	60
4.1 Exigences générales	60
4.2 Types de CPI	61
4.2.1 Généralités	61
4.2.2 Fonctions obligatoires assurées par un CPI	61
4.2.3 Fonction de service obligatoire assurée par le CPI – fonction d'essai	62
4.3 Fonctions facultatives assurées par le CPI	62
4.3.1 Généralités	62
4.3.2 Alarme locale de surveillance du transformateur (LTMW)	62
4.3.3 Alarme distante de surveillance du transformateur (RTMW)	62
4.3.4 Commande distante d'activation et de désactivation (REDC)	63
4.4 Exigences de performance	63
4.4.1 Valeur de réponse spécifiée R_{an}	63
4.4.2 Capacité de fuite du réseau C_e	63
4.4.3 Incertitude en pourcentage relative A de la valeur de réponse spécifiée R_{an}	63
4.4.4 Temps de réponse t_{an}	64
4.4.5 Tension de mesure U_m et courant de mesure I_m	64
4.4.6 Résistance interne en courant continu R_i et impédance interne Z_i	64
4.4.7 Indication de la valeur de la résistance d'isolement R_F	65
4.4.8 Tension nominale admissible en permanence U_n	65
4.4.9 Tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg}	65
4.4.10 Tension d'alimentation U_S	65
4.5 Compatibilité électromagnétique (CEM)	65
4.6 Exigences de sécurité	66
4.6.1 Généralités	66
4.6.2 Distances d'isolement et lignes de fuite	66
4.6.3 Classe de protection et connexion de terre d'un CPI	66
4.7 Conditions climatiques ambiantes	66
4.8 Exigences mécaniques	67
4.8.1 Généralités	67
4.8.2 Robustesse mécanique du produit	67
4.8.3 Exigences relatives aux classes de protection IP	67
5 Marquage et instructions de fonctionnement	68
5.1 Marquage	68
5.2 Instructions de fonctionnement	69
6 Essais	70
6.1 Généralités	70
6.2 Essais de type	70
6.2.1 Généralités	70

6.2.2	Essai des valeurs de réponse	70
6.2.3	Essai de temps de réponse t_{an}	71
6.2.4	Essai de la valeur crête de la tension de mesure U_m	71
6.2.5	Essai de la valeur crête du courant de mesure I_m	71
6.2.6	Essai de résistance interne en courant continu R_i et d'impédance interne Z_i	72
6.2.7	Essai des moyens d'afficher la résistance d'isolement R_F	72
6.2.8	Essai d'efficacité du dispositif d'essai	72
6.2.9	Essai de la tension nominale admissible en permanence U_n	72
6.2.10	Essai de la tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg}	73
6.2.11	Essai de la tension d'alimentation U_S	73
6.2.12	Essai des fonctions facultatives	73
6.2.13	Essais de tension	73
6.2.14	Essai de compatibilité électromagnétique (CEM)	73
6.2.15	Inspection du marquage et des instructions de fonctionnement.....	73
6.2.16	Essais mécaniques	74
6.3	Essais individuels de série	74
6.3.1	Généralités	74
6.3.2	Essai des valeurs de réponse	74
6.3.3	Essai d'efficacité de la fonction d'essai	74
6.3.4	Essai du moyen d'indiquer la résistance d'isolement R_F	74
6.3.5	Essais de tension	74
6.3.6	Conformité aux essais de 6.3.....	75
7	Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les CPI	75
Annexe A (normative) Contrôleurs d'isolement médicaux (MED-CPI)		76
A.1	Domaine d'application et objet	76
A.2	Exigences	76
A.2.1	Généralités	76
A.2.2	Types des MED-CPI	76
A.2.3	Fonctions obligatoires assurées par un MED-CPI	76
A.2.4	Exigences de performance	78
A.2.5	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	78
A.3	Marquage et instructions de fonctionnement	79
A.4	Essais.....	79
A.4.1	Généralités	79
A.4.2	Essais de type	79
A.5	Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les MED-CPI.....	79
Annexe B (informative) Surveillance du courant de surcharge et de la surchauffe		81
B.1	Domaine d'application et objet	81
B.2	Exigences	81
B.2.1	Généralités	81
B.2.2	Alarme locale de surveillance du transformateur (LTMW) et/ou alarme distante de surveillance du transformateur (RTMW).....	81
B.2.3	Surveillance du courant de surcharge	81
B.2.4	Surveillance de la surchauffe du transformateur de réseau IT	81
B.3	Instructions de fonctionnement	82
B.4	Essais.....	82
B.4.1	Généralités	82
B.4.2	Essai de surveillance du courant de surcharge et de la surchauffe	82

Annexe C (normative) Contrôleurs d'isolement pour systèmes photovoltaïques (PV-CPI).....	83
C.1 Domaine d'application et objet	83
C.2 Exigences pour les PV-CPI des installations PV	83
C.2.1 Généralités	83
C.2.2 Types de PV-CPI	84
C.2.3 Fonctions obligatoires assurées par les PV-CPI.....	84
C.2.4 Exigences de performance	84
C.3 Marquage et instructions de fonctionnement	86
C.3.1 Marquage	86
C.3.2 Instructions de fonctionnement	86
C.4 Essais.....	86
C.4.1 Généralités	86
C.4.2 Essais de type complémentaires.....	86
C.4.3 Essais individuels de série complémentaires	87
C.5 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les PV-CPI.....	87
Annexe D (normative) Fonction de surveillance de défaut d'isolement d'un onduleur photovoltaïque (PV-IMF) ou dans un contrôleur de charge.....	88
D.1 Domaine d'application et objet	88
D.2 Exigences pour les PV-IMF	88
D.2.1 Exigences générales pour les PV-IMF	88
D.2.2 Types des PV-IMFs	89
D.2.3 Fonctions obligatoires assurées par une PV-IMF	89
D.2.4 Exigences de performance pour les PV-IMF	90
D.2.5 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	91
D.2.6 Exigences de sécurité.....	91
D.2.7 Conditions climatiques ambiantes.....	91
D.2.8 Exigences mécaniques	91
D.3 Marquage et instructions de fonctionnement	92
D.3.1 Marquage	92
D.3.2 Instructions de fonctionnement	92
D.4 Essais.....	92
D.4.1 Généralités	92
D.4.2 Essais de type	92
D.4.3 Essais individuels de série.....	93
D.5 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les PV-IMF.....	93
Bibliographie.....	95
Figure A.1 – Pictogramme pour le marquage d'un MED-CPI	79
Figure C.1 – Caractéristiques de référence dynamiques de la tension du système PV à courant continu	85
Figure C.2 – Pictogramme pour le marquage d'un PV-CPI	86
Tableau 1 – Abréviations	60
Tableau 2 – Exigences mécaniques relatives au produit	67
Tableau 3 – Exigences IP minimales pour les CPI	68
Tableau 4 – Pictogrammes pour le marquage du type d'CPI	69
Tableau 5 – Conditions de référence pour les essais au cours du fonctionnement	70

Tableau 6 – Conditions de référence pour les essais de stockage (produit non alimenté)
70

Tableau 7 – Exigences et essais applicables aux CPI 75

Tableau A.1 – Résumé des exigences et essais complémentaires applicables aux
MED-CPI 80

Tableau A.2 – Essai d'émission pour les MED-CPI 80

Tableau C.1 – Exigences et essais pour les PV-CPI 87

Tableau D.1 – Exigences et essais pour les PV-IMF intégrées dans l'onduleur 94

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION DE 1 000 V CA ET 1 500 V CC – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61557-8 a été établie par le comité d'études 85 de l'IEC: Équipement de mesure des grandeurs électriques et électromagnétiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) les termes et définitions ont été complétés;
- b) énumération et explication des abréviations;

- c) révision des exigences;
- d) adaptation des fonctions obligatoires et facultatives et leur terminologie à l'IEC 61557-15;
- e) ajout d'exigences mécaniques;
- f) ajout d'informations relatives aux instructions de fonctionnement;
- g) les essais de type et essais individuels de série ont été complétés;
- h) ajout de l'Annexe C: 'Contrôleurs d'isolement pour systèmes photovoltaïques (PV-CPI)';
- i) ajout de l'Annexe D: 'Fonction de surveillance de défaut d'isolement d'un onduleur photovoltaïque (PV-IMF) ou dans un contrôleur de charge'

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/485/FDIS	85/502/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/IEC, Partie 2.

La présente partie de l'IEC 61557 doit être utilisée conjointement avec la Partie 1.

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 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 l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 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 CA ET 1 500 V CC – DISPOSITIFS DE CONTRÔLE, DE MESURE OU DE SURVEILLANCE DE MESURES DE PROTECTION –

Partie 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61557 spécifie les exigences applicables aux contrôleurs d'isolement (CPI) destinés à surveiller en permanence, et quelle que soit la méthode de mesure, la résistance d'isolement R_F par rapport à la terre de réseaux IT à courant alternatif non mis à la terre, ou de réseaux IT à courant alternatif comprenant des circuits à courant continu reliés galvaniquement dont les tensions nominales sont au plus égales à 1 000 V en courant alternatif, et de réseaux IT à courant continu non mis à la terre dont les tensions nominales sont au plus égales à 1 500 V en courant continu.

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

NOTE L'utilisation de CPI dans des réseaux IT est spécifiée par diverses normes. Dans le cas où ils sont utilisés, ces appareils ont pour fonction de signaler une chute de la résistance d'isolement R_F en dessous de la limite minimale.

Les CPI conformes à la présente partie de l'IEC 61557 peuvent également être utilisés dans des systèmes ou appareils hors tension du type TT, TN et IT.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60068-2-1, *Essais d'environnement - Partie 2-1: Essais - Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement - Partie 2-2: Essais - Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement - Partie 2-6: Essais - Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement - Partie 2: Essais - Essai Ea et guide: Chocs*

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

IEC 60691, *Protecteurs thermiques – Prescriptions et guide d'application*

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

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

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

IEC 60947-5-1, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

IEC 60947-5-4, *Appareillage à basse tension – Partie 5-4: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Méthode d'évaluation des performances des contacts à basse énergie – Essais spéciaux*

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

IEC 61010-2-030, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les circuits de test et de mesure*

IEC 61326-2-4, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 2-4: Exigences particulières – Configurations d'essai, conditions de fonctionnement et critères de performance pour les contrôleurs d'isolement conformes à l'IEC 61557-8 et pour les dispositifs de localisation de défaut d'isolement conformes à l'IEC 61557-9*

IEC 61557-1, *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*

IEC 61810-2, *Relais électromécaniques élémentaires – Partie 2: Fiabilité*

IEC 62109-2:2011, *Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques – Partie 2: Exigences particulières pour les onduleurs*

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

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 61557-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

tension continue extérieure

U_{fg}

tension continue qui apparaît dans des réseaux de distribution à courant alternatif entre les conducteurs à courant alternatif et la terre (dérivée des parties en courant continu)

3.1.2

résistance d'isolement

R_F

résistance dans le système sous surveillance, comprenant la résistance de tous les appareils qui sont raccordés à la terre

3.1.3**valeur de réponse** R_a

valeur de la résistance d'isolement R_F à laquelle l'appareil réagit dans des conditions données

3.1.4**valeur de réponse spécifiée** R_{an}

valeur de la résistance d'isolement réglée de façon définitive ou réglable sur le dispositif, et sous surveillance si la résistance d'isolement tombe en dessous de cette limite

Note 1 à l'article: R_{an} est la valeur déclarée par le fabricant.

3.1.5**incertitude relative****A**

valeur de réponse R_a de laquelle est soustraite la valeur de réponse spécifiée R_{an} , divisée par la valeur de réponse spécifiée R_{an} , multipliée par cent et énoncée en pourcentage

$$A = \frac{R_a - R_{an}}{R_{an}} \cdot 100[\%]$$

3.1.6**capacité de fuite du réseau** C_e

valeur maximale admissible de la capacité totale par rapport à la terre du réseau à surveiller et de tous les matériels connectés, jusqu'à laquelle le contrôleur d'isolement peut fonctionner conformément aux caractéristiques spécifiées et dans la limite d'un temps de réponse t_{an} ne dépassant pas 30 min

3.1.7**tension assignée de contact**

tension pour laquelle, dans des conditions données, un contact de relais est assigné à ouvrir et à fermer

3.1.8**temps de réponse** t_{an}

temps nécessaire à un contrôleur d'isolement pour réagir dans les conditions spécifiées

3.1.9**tension de mesure** U_m

tension qui existe aux bornes de mesure pendant le mesurage

Note 1 à l'article: En complément de la définition donnée dans l'IEC 61557-1, la tension de mesure U_m dans un réseau de distribution hors tension et dépourvu de défaut, est la tension qui se trouve entre les bornes du réseau de distribution à surveiller et les bornes du conducteur de protection.

3.1.10**courant de mesure** I_m

courant maximal qui peut circuler entre le réseau de distribution et la terre; il est limité par la résistance interne en courant continu R_i du générateur de tension de mesure du contrôleur d'isolement

Note 1 à l'article: Dans l'IEC 60364-7-710, le courant de mesure I_m est désigné comme courant injecté.

3.1.11**impédance interne** Z_i

impédance totale du contrôleur d'isolement qui existe entre les bornes du réseau de distribution à surveiller et la terre, le mesurage étant réalisé à la fréquence nominale f_n

3.1.12**résistance interne en courant continu** R_j

résistance du contrôleur d'isolement entre les bornes du réseau de distribution à surveiller et la terre

3.1.13**mise à la terre fonctionnelle****FE**

mise à la terre d'un ou de plusieurs points d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel pour des raisons autres que la sécurité électrique

Note 1 à l'article: Pour les CPI, cela correspond à la connexion à la terre pour le mesurage.

Note 2 à l'article: L'abréviation "FE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "functional earthing".

3.1.14**contrôleur d'isolement****CPI**

instrument destiné à surveiller en permanence, et quelle que soit la méthode de mesure, la résistance d'isolement par rapport à la terre de réseaux IT à courant alternatif non mis à la terre, ou de réseaux IT à courant alternatif comprenant des circuits à courant continu reliés galvaniquement dont les tensions nominales sont au plus égales à 1 000 V en courant alternatif, et de réseaux IT à courant continu non mis à la terre dont les tensions sont au plus égales à 1 500 V en courant continu

Note 1 à l'article: L'abréviation "CPI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "insulation monitoring device".

3.1.15**CPI de type AC**

instrument destiné à surveiller en permanence la résistance d'isolement par rapport à la terre de réseaux IT à courant alternatif non mis à la terre

Note 1 à l'article: Les tensions continues extérieures susceptibles de se produire lorsqu'un défaut d'isolement derrière des redresseurs reliés galvaniquement apparaît peuvent influencer la fonction de contrôle d'une manière telle que l'incertitude de mesure requise augmente au-delà des exigences ou dans certains cas, le processus de surveillance n'est même pas garanti.

3.1.16**CPI de type DC**

instrument destiné à surveiller en permanence la résistance d'isolement par rapport à la terre de réseaux IT à courant continu non mis à la terre

3.1.17**CPI de type AC/DC**

instrument destiné à surveiller en permanence la résistance d'isolement par rapport à la terre de réseaux non mis à la terre IT à courant alternatif/à courant continu, IT à courant continu/à courant alternatif ou IT à courant continu

Note 1 à l'article: La fonction de surveillance de défaut d'isolement est active pour les défauts d'isolement dans toutes les parties du réseau IT qui sont reliées galvaniquement.

3.1.18**défaut d'isolement**

défectuosité de l'isolement d'une installation ou d'un matériel électrique qui génère un trajet résistif par rapport à la terre

Note 1 à l'article: Le défaut d'isolement peut apparaître comme un premier défaut à partir d'un seul conducteur de phase ou comme un défaut symétrique à partir de tous les conducteurs de phase.

[SOURCE: IEC 60050-604:1987, 604-02-02, modifié – Définition de terme a été adaptée aux installations électriques qui peuvent conduire à un autre type de défaut. La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.19**défaut d'isolement symétrique**

défectuosité de l'isolement d'une installation ou d'un matériel électrique qui génère un trajet résistif par rapport à la terre ayant environ les mêmes valeurs de résistance entre tous les conducteurs de phase et la terre

3.1.20**défaut d'isolement asymétrique**

défectuosité de l'isolement d'une installation ou d'un matériel électrique qui génère un trajet résistif par rapport à la terre ayant des valeurs de résistance différentes entre les conducteurs de phase et la terre

3.1.21**locaux à usages médicaux de groupe 2**

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

Note 1 à l'article: Un acte intracardiaque est un acte par 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 cardiaques ou les électrodes intracardiaques pour les ECG (électrocardiographies), ou les tubes isolés remplis de fluides conducteurs.

[SOURCE: IEC 60364-7-710, 710.3.7, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée]

3.1.22**contrôleur d'isolement médical
MED-CPI**

contrôleur permanent d'isolement spécifique (CPI) consacré à surveiller les schémas IT médicaux de locaux à usages médicaux de groupe 2

Note 1 à l'article: L'abréviation "MED-CPI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "medical insulation monitoring device".

3.1.23**schéma IT médical**

schéma IT électrique présentant des exigences particulières pour des applications médicales

[SOURCE: IEC 60364-7-710:2002, 7.3.11]

3.1.24**courant de surcharge****courant de surcharge d'un circuit électrique**

surintensité se produisant dans un circuit électrique, selon la présente norme qui est due à des charges connectées

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-11-15, modifié – La définition est relative au courant de surcharge au lieu de surintensité, qui n'est pas causé par un court-circuit ou un défaut à la terre. Définition complétée]

3.1.25

installation PV

matériel érigé d'un réseau d'alimentation électrique PV (photovoltaïque)

3.1.26

installation électrique PV

installation électrique d'un système PV qui commence à partir d'un module PV ou d'un ensemble de modules PV montés en série avec leurs propres câbles et va jusqu'au réseau de distribution ou jusqu'à l'installation du client

3.1.27

côté courant continu

partie d'une installation PV allant des modules PV jusqu'aux bornes à courant continu de l'onduleur PV

3.1.28

côté courant alternatif

partie d'une installation PV allant des bornes à courant alternatif de l'onduleur PV au point de connexion du câble d'alimentation PV à l'installation électrique

3.1.29

onduleur PV

dispositif transformant la tension et le courant continus du générateur PV en tension et en courant alternatifs

3.1.30

capacité de fuite du réseau de l'installation PV

somme des capacités de fuite C_e des modules PV individuels par rapport à la terre, y compris les capacités de fuite C_e de l'installation PV complète

3.1.31

contrôleur d'isolement pour systèmes photovoltaïques

PV-CPI

contrôleur permanent d'isolement adapté à surveiller la résistance d'isolement d'installations électriques photovoltaïques par rapport à la terre

Note 1 à l'article: L'abréviation "PV-CPI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "PV insulation monitoring device".

3.1.32

fonction de surveillance de défaut d'isolement d'un onduleur PV

PV-IMF

fonction intégrée dans un onduleur PV pour surveiller la résistance d'isolement R_F de l'entrée (champ) PV par rapport à la terre

Note 1 à l'article: L'abréviation "PV-IMF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "PV insulation monitoring function".

3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et abréviations figurant au Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 – Abréviations

Abréviation	Terme en anglais	Terme en français	Article/ Paragraphe	Norme référencée
CEM	Electromagnetic compatibility (EMC)	Compatibilité électromagnétique	4.5	IEC 60050-161:1990,161-01-07
CPI	Insulation monitoring device (IMD)	Contrôleur d'isolement	3.1.14	IEC 61557-8
LIW	Local insulation warning	Alarme locale de défaut d'isolement	4.2.2.2	IEC 61557-8
LTMW	Local transformer monitoring warning	Alarme locale de surveillance du transformateur	4.3.2	IEC 61557-8
PTC	Positive temperature coefficient	Coefficient de température positif	Annexe B	IEC 61557-8
MED-CPI	Medical insulation monitoring device	Contrôleur d'isolement médical	Annexe A	IEC 61557-8
PV-CPI	Photovoltaic CPI (CPI for photovoltaic systems)	CPI photovoltaïque (PV) (pour systèmes photovoltaïques)	Annexe C	IEC 61557-8
PV-IMF	Photovoltaic insulation monitoring function	Fonction de surveillance de défaut d'isolement photovoltaïque	Annexe D	IEC 61557-8
RIW	Remote insulation warning	Alarme distante de défaut d'isolement	4.2.2.3	IEC 61557-8
REDC	Remote enabling / disabling command	Commande distante d'activation/désactivation	4.3.4	IEC 61557-8
RTMW	Remote transformer monitoring warning	Alarme distante de surveillance du transformateur	4.3.3	IEC 61557-8

4 Exigences

4.1 Exigences générales

Outre les exigences données dans l'Article 4 de l'IEC 61557-1: 2007, les exigences de l'Article 4 doivent s'appliquer.

Les CPI doivent être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F du réseau IT, y compris l'allocation des composantes symétriques et asymétriques de la résistance d'isolement R_F et de donner une alarme de défaut d'isolement lorsque la résistance d'isolement R_F se trouvant entre le réseau et la terre ou entre le réseau et la connexion PE ou entre le réseau et un autre point de référence pour liaison équipotentielle chute en dessous de la valeur de réponse spécifiée R_a , y compris l'incertitude relative de R_{an} .

Lesdits relais de défaut à la terre utilisant l'asymétrie de la tension (déplacement de la tension) en présence d'un défaut à la terre comme seul critère de mesure et à la suite de la détection des seuls défauts d'isolement asymétriques ne sont pas considérés comme des contrôleurs d'isolement au sens de la présente norme.

Dans des conditions particulières du réseau IT, la combinaison de plusieurs méthodes de mesure, y compris la surveillance de l'asymétrie, peut être nécessaire pour remplir la tâche de surveillance.

NOTE Ces exigences sont indépendantes de la méthode de mesure. Les méthodes de mesure peuvent utiliser une source de tension de mesure ou de courant de mesure qui est indépendante du réseau à surveiller ou bien elles peuvent utiliser une tension de mesure ou un courant de mesure qui provient directement de la tension du réseau à surveiller.

4.2 Types de CPI

4.2.1 Généralités

Le principe de mesure des CPI doit avoir la capacité de surveiller la résistance d'isolement R_F des réseaux IT pour lesquels ils sont désignés conformément aux exigences établies par la présente norme.

Les CPI sont répartis dans les types suivants:

- CPI de type AC pour les réseaux IT à courant alternatif purs,
- CPI de type AC/DC pour les réseaux IT à courant alternatif équipés de redresseurs directement reliés, pour les réseaux IT à courant continu purs et pour les réseaux IT à courant continu équipés d'onduleurs à courant alternatif directement reliés,
- CPI de type DC pour les réseaux IT à courant continu purs,

NOTE "Directement reliés" veut dire qu'il n'y a pas d'isolement entre la partie en courant alternatif et la partie en courant continu du réseau IT (les parties en courant alternatif et en courant continu sont l'une comme l'autre reliées galvaniquement).

4.2.2 Fonctions obligatoires assurées par un CPI

4.2.2.1 Généralités

Les CPI doivent comporter un dispositif d'alarme visuelle avec une alarme locale de défaut d'isolement (LIW) et/ou doivent être équipés d'un moyen permettant le raccordement d'un tel dispositif qui indique son fonctionnement avec une alarme distante de défaut d'isolement (RIW). Un tel dispositif ne doit pas pouvoir être déconnecté. Les dispositifs de signalisation sonore incorporés ou pouvant être connectés de l'extérieur peuvent être équipés d'un moyen de réinitialisation. Il doit être assuré qu'une alarme de défaut d'isolement est émise en cas d'apparition d'un nouveau défaut d'isolement, à la suite d'un défaut d'isolement qui a été éliminé et après que les dispositifs ont pu être réinitialisés. L'alarme de défaut d'isolement doit être une alarme locale de défaut d'isolement (LIW) et/ou une alarme distante de défaut d'isolement (RIW).

Cette fonction vise à générer un signal d'alarme lorsque la résistance d'isolement R_F entre le réseau et la terre chute sous la valeur de réponse R_a .

L'affichage de la valeur de la résistance d'isolement R_F par un appareil de mesure ne représente pas à lui seul un moyen de signalisation visuelle.

4.2.2.2 Alarme locale de défaut d'isolement (LIW)

Cette fonction comprend le mesurage de la résistance d'isolement R_F d'un réseau IT, y compris les composantes symétriques et asymétriques, une évaluation de cette résistance et une alarme locale.

Il convient qu'une alarme locale de défaut d'isolement (LIW) soit fournie par des indicateurs visuels et/ou des signaux sonores générés par le dispositif qui a mis en œuvre la fonction.

4.2.2.3 Alarme distante de défaut d'isolement (RIW)

Cette fonction comprend le mesurage de la résistance d'isolement R_F d'un réseau IT, y compris les défauts d'isolement symétriques et asymétriques, une évaluation de cette résistance d'isolement R_F et une sortie d'alarme.

La sortie d'alarme doit être rapportée à distance avec un signal de sortie.

Il est possible d'utiliser une sortie de contact de relais ou une sortie de commutation électronique ou une communication de données pour rapporter à distance l'alarme de défaut d'isolement.

Dans certaines applications, la sortie d'alarme peut également être utilisée pour la commutation.

4.2.3 Fonction de service obligatoire assurée par le CPI – fonction d'essai

Un CPI doit comporter un dispositif d'essai, ou être équipés de moyens pour la connexion d'un dispositif d'essai, pour détecter si, oui ou non, le CPI est en mesure de remplir ses fonctions d'alarme. Le réseau IT à surveiller ne doit pas être directement relié à la terre lorsque la fonction d'essai est activée et la fonction d'essai ne doit pas avoir d'influence négative sur le CPI et le réseau IT. Cet essai ne sert pas à la vérification de l'incertitude de la valeur de réponse.

Le CPI doit fournir une indication pendant ou après l'essai vérifiant si, oui ou non, le CPI est capable d'émettre une alarme de défaut d'isolement. La réaction doit se présenter sous la forme d'une indication sur un affichage, d'une autre indication visuelle ou d'un signal de sortie à distance.

Le temps de réponse t_{an} peut être étendu pendant l'activation de l'essai.

4.3 Fonctions facultatives assurées par le CPI

4.3.1 Généralités

Les fonctions suivantes sont des fonctions facultatives supplémentaires des CPI, à condition qu'elles ne soient pas obligatoires selon les Annexes de la présente norme.

4.3.2 Alarme locale de surveillance du transformateur (LTMW)

Avec cette fonction, un signal d'alarme locale est émis lorsque le transformateur d'isolement pour réseaux IT fonctionne dans des conditions anormales, ce qui veut dire que soit le courant du côté du secondaire du transformateur dépasse les limites spécifiées, soit la température du transformateur dépasse les limites spécifiées.

Cette fonction comprend une surveillance du courant de sortie assigné, une surveillance de la température du transformateur, une évaluation des mesurages effectués et une alarme locale.

Il convient qu'une alarme locale soit fournie par des indicateurs visuels et/ou des signaux sonores générés par le produit qui met en œuvre la fonction.

4.3.3 Alarme distante de surveillance du transformateur (RTMW)

Avec cette fonction, un signal d'alarme distante est émis lorsque le transformateur d'isolement pour réseaux IT fonctionne dans des conditions anormales, ce qui veut dire que soit le courant du côté du secondaire du transformateur dépasse les limites spécifiées, soit la température du transformateur dépasse les limites spécifiées.

Cette fonction comprend une surveillance du courant de sortie assigné, une surveillance de la température du transformateur, une évaluation des mesurages effectués et une alarme distante.

La sortie d'alarme doit être rapportée à distance avec un signal de sortie.

Il est possible d'utiliser une sortie de contact de relais ou une sortie de commutation électronique ou une communication de données pour rapporter à distance l'alarme de surveillance du transformateur.

Dans certaines applications, la sortie d'alarme peut également être utilisée pour la commutation.

4.3.4 Commande distante d'activation et de désactivation (REDC)

Ces fonctions prennent en charge une commande à distance, soit pour activer le mesurage de la résistance d'isolement R_F d'un réseau IT, soit pour désactiver ce mesurage.

Pour activer ou désactiver le CPI, il est possible d'utiliser un contact d'entrée, un signal d'entrée électronique ou une communication de données.

NOTE La commande distante d'activation/désactivation est utilisée lorsque deux réseaux IT sont isolés l'un de l'autre en ayant chacun son propre CPI interconnecté temporairement pour alimenter un seul réseau IT.

4.4 Exigences de performance

4.4.1 Valeur de réponse spécifiée R_{an}

La valeur de réponse spécifiée d'un CPI doit être établie en permanence comme étant une valeur fixe ou elle doit être réglable dans une plage de réponse. Lorsque la valeur de réponse spécifiée R_{an} de le CPI est réglable, il doit être conçu de façon à rendre impossible toute modification des réglages, à moins d'utiliser une clé, un outil ou un mot de passe.

Les valeurs de réponse réglables de R_{an} peuvent être des valeurs réglables en continu ou par paliers.

NOTE Des normes pour l'installation des réseaux IT définissent la plus faible valeur de R_{an} qui est admissible comme réglage sur des CPI qui ont des valeurs de réponse variables.

4.4.2 Capacité de fuite du réseau C_e

Le CPI doit être capable de surveiller la résistance d'isolement R_F telle que spécifiée dans la présente norme jusqu'à la capacité de fuite du réseau C_e pour laquelle il a été désigné par le fabricant. Cela inclut la distribution symétrique et asymétrique de la capacité de fuite du réseau C_e .

4.4.3 Incertitude en pourcentage relative A de la valeur de réponse spécifiée R_{an}

L'incertitude fonctionnelle maximale de la valeur de réponse spécifiée R_{an} des CPI est exprimée par l'incertitude en pourcentage relative A. L'incertitude en pourcentage relative A des CPI doit être $\pm 15\%$ dans les conditions de référence.

Les conditions de référence sont:

- température de fonctionnement: -5 °C à $+45\text{ °C}$,
- à une tension nominale U_n entre 0 % et 115 %,
- à une tension d'alimentation U_s entre 85 % et 110 %,
- à la fréquence nominale f_n de la tension nominale,
- à une capacité de fuite du réseau C_e de $1\text{ }\mu\text{F}$.

Si la valeur de réponse est réglable, les domaines des valeurs de réponse qui ne sont pas dans les limites spécifiées d'incertitude relative doivent être caractérisés par exemple par des points situés aux limites du domaine ou des domaines. Les informations concernant l'incertitude relative à l'intérieur de la plage de fonctionnement spécifiée par le fabricant, mais pour les capacités de fuite supérieures aux valeurs assignées et pour des fréquences en dessous ou au-dessus de la fréquence nominale ou de la gamme de fréquences, doivent être incluses dans la documentation.

4.4.4 Temps de réponse t_{an}

Le temps de réponse t_{an} dans les conditions de référence doit être comme suit:

- ≤ 10 s pour les CPI de type AC,
- ≤ 100 s pour les CPI de type AC/DC et les CPI de type DC.

Les conditions de référence sont:

- température de fonctionnement: -5 °C à $+45$ °C,
- à une tension nominale U_n entre 0 % et 115 %,
- à une tension d'alimentation U_s entre 85 % et 110 %,
- à la fréquence nominale f_n de la tension nominale U_n ,
- à une capacité de fuite du réseau C_e de 1 μ F.

Les informations concernant le temps de réponse t_{an} sur la plage des capacités de fuite du réseau C_e et sur la plage spécifiée des fréquences f_n doivent être incluses dans la documentation.

La capacité de fuite du réseau C_e de 1 μ F représente une valeur de référence pour les essais. De plus, pendant l'essai des CPI d'une valeur plus élevée de la capacité de fuite du réseau C_e , la valeur maximale de la capacité de fuite du réseau C_e spécifiée par le fabricant doit être soumise à essai.

Le temps de réponse t_{an} dans des conditions de référence, mais avec la valeur maximale de la capacité de fuite du réseau C_e doit être comme suit:

- ≤ 30 min pour les CPI de tous types.

Les conditions de référence sont:

- les mêmes conditions de référence que pour 1 μ F,
- mais avec la valeur maximale de capacité de fuite du réseau spécifiée par le fabricant, au lieu de 1 μ F.

NOTE Dans les réseaux IT, où la tension est modifiée à vitesse faible (par exemple, les systèmes de conversion avec des procédures de contrôle à vitesse faible ou les moteurs à courant continu avec une faible variation de vitesse), le temps de réponse t_{an} peut dépendre de la plus basse fréquence de fonctionnement entre le réseau IT et la terre. Ces temps de réponse t_{an} peuvent différer des temps de réponse t_{an} donnés ci-dessus.

4.4.5 Tension de mesure U_m et courant de mesure I_m

La valeur crête de la tension de mesure U_m et la valeur crête du courant de mesure I_m ne doivent pas être supérieures aux valeurs suivantes à 110 % de la tension nominale U_n et à 110 % de la tension d'alimentation U_s :

- La valeur crête de la tension de mesure U_m ne doit pas être supérieure à 120 V à une valeur infinie de la résistance d'isolement.
- La valeur crête du courant de mesure I_m ne doit pas être supérieure à 10 mA à une valeur de la résistance d'isolement $R_F = 0$ Ω .

Cela s'applique à toutes les formes d'onde de la tension de mesure U_m et du courant de mesure I_m et pour les valeurs positives et négatives.

4.4.6 Résistance interne en courant continu R_i et impédance interne Z_i

La résistance interne en courant continu R_i de le CPI doit être au moins de 30 Ω/V de la tension nominale du réseau, mais doit avoir un minimum de 15 k Ω . L'impédance interne Z_i de

le CPI doit être au moins de $30 \Omega/V$ de la tension nominale du réseau, mais doit avoir un minimum de $1,8 \text{ k}\Omega$ pour les CPI de type AC et de type AC/DC.

4.4.7 Indication de la valeur de la résistance d'isolement R_F

Lorsque les CPI comprennent des dispositifs destinés à l'affichage de la résistance d'isolement, R_F , le fabricant doit indiquer l'incertitude en pourcentage relative de ces dispositifs dans les conditions de fonctionnement assignées.

4.4.8 Tension nominale admissible en permanence U_n

La tension nominale admissible en permanence U_n doit être au moins de 110 % de la tension nominale la plus élevée U_n .

NOTE Pour certains réseaux spécifiques de petite dimension, une valeur de 105 % de U_n est suffisante.

La tension nominale admissible en permanence U_n s'applique entre les connexions système du CPI et entre les connexions système et la terre.

Pour les CPI de type AC/DC, la tension admissible en permanence inclut des tensions alternatives avec des composantes continues superposées et une tension continue avec des composantes alternatives superposées.

Si les CPI de type AC et de type AC/DC s'appliquent dans des réseaux IT avec des fréquences différentes de la fréquence nominale du secteur, le fabricant doit fournir dans les instructions d'utilisation les informations relatives aux tensions de réseau admissibles en permanence à la gamme de fréquences pertinente.

4.4.9 Tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg}

La valeur crête de la tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg} doit être au moins 115 % de la tension nominale en courant alternatif la plus élevée U_n pour les CPI de type AC/DC dans les réseaux IT à courant alternatif et pour les CPI de type AC/DC dans les réseaux IT à courant continu/à courant alternatif (cela ne s'applique pas aux réseaux IT à courant continu purs).

NOTE 1 Pour certains réseaux spécifiques de petite dimension, une valeur de 105 % de U_n est suffisante.

Le fabricant doit indiquer U_{fg} pour les CPI de type AC dans les instructions d'utilisation, y compris l'influence de U_{fg} sur le mesurage.

NOTE 2 Dans les réseaux IT à courant alternatif purs, une tension continue extérieure peut apparaître entre le réseau à courant alternatif et la terre au cours de défauts d'isolement à l'intérieur des consommateurs de classe de protection I lorsque des défauts d'isolement derrière des redresseurs reliés galvaniquement se produisent (par exemple, dans des alimentations à découpage).

4.4.10 Tension d'alimentation U_S

Pour les CPI sans connexions d'alimentation distinctes où la tension d'alimentation U_S est prise dans la tension de réseau U_n , la plage de fonctionnement de la tension d'alimentation U_S doit être égale à la plage de tensions de la tension de réseau U_n .

Pour les CPI avec connexions d'alimentation distinctes pour la tension d'alimentation U_S , le fabricant doit fournir les informations concernant la plage admissible de la tension d'alimentation U_S .

4.5 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les CPI doivent satisfaire aux exigences relatives à la CEM conformément à l'IEC 61326-2-4.

4.6 Exigences de sécurité

4.6.1 Généralités

Outre les exigences de sécurité de l'IEC 61010-1 et de l'IEC 61010-2-030, les exigences de sécurité détaillées de 4.6 à 4.8 s'appliquent.

4.6.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les CPI doivent avoir les distances d'isolement et les lignes de fuite minimales selon l'IEC 61010-1 et l'IEC 61010-2-030.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite pour les appareils installés en permanence selon le Tableau 3 peuvent être dimensionnées conformément à la série IEC 60664.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être choisies pour:

- la catégorie de surtension ou de mesure III ou II, en fonction de la catégorie de surtension ou de mesure du réseau à surveiller;
- le degré de pollution 2.

NOTE Pour les parties accessibles sur l'extérieur du boîtier, le degré de pollution 3 peut être utilisé.

Une répartition en circuits avec différentes tensions nominales d'isolement est admissible dans le cas de combinaisons de dispositifs (par exemple, pour des réseaux IT avec des tensions nominales U_n supérieures à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu) lorsque la liaison électrique est réalisée au moyen d'un diviseur de tension ohmique, capacitif ou inductif et si, en cas de défaut, les caractéristiques de conception de circuit empêchent toute apparition de valeurs élevées inadmissibles de la tension de contact ou du courant par rapport à la terre. De telles caractéristiques de conception de circuit (voir l'IEC 61140) peuvent être réalisées, par exemple, avec des diviseurs de tension fiables ou en doublant les résistances (impédance de protection) à l'intérieur du diviseur de tension.

4.6.3 Classe de protection et connexion de terre d'un CPI

Les CPI doivent assurer une classe de protection I ou II.

Contrairement aux indications données dans l'IEC 61557-1, la connexion de terre des CPI avec classe de protection II est une liaison de mesure et peut être traitée comme une connexion de terre fonctionnelle (FE).

La connexion de terre fonctionnelle (FE) peut utiliser une impédance de protection selon 6.5.4 de l'IEC 61010-1:2010.

La connexion du conducteur de protection (PE) d'un CPI de classe de protection I doit être traitée comme une connexion de terre de protection.

4.7 Conditions climatiques ambiantes

Les CPI doivent fonctionner au moins dans les conditions climatiques suivantes:

- service: classe 3K5 selon l'IEC 60721-3-3, –5 °C à +45 °C, à l'exception de la condensation et de la formation de glace,
- transport: classe 2K3 selon l'IEC 60721-3-2, –25 °C à +70 °C,
- stockage: classe 1K4 selon l'IEC 60721-3-1, –25 °C à +55 °C.

4.8 Exigences mécaniques

4.8.1 Généralités

Les exigences suivantes en 4.8.2 et 4.8.3 s'appliquent à la place de celles spécifiées en 4.10 de l'IEC 61557-1: 2007.

4.8.2 Robustesse mécanique du produit

Les exigences du Tableau 2 doivent être soumises à essai comme essais de type.

Tableau 2 – Exigences mécaniques relatives au produit

Robustesse mécanique, dans l'essai de fonctionnement	Norme et niveau	Paramètres d'essai	Autres informations
Comportement aux vibrations	IEC 60068-2-6 Essai Fc	<p>2 Hz à 13,2 Hz – amplitude ± 1 mm</p> <p>13,2 Hz à 100 Hz – accélération $\pm 0,7$ g</p> <p>Pour les conditions de vibrations sévères, telles que, par exemple, les moteurs diesel, les compresseurs d'air, etc.</p> <p>2,0 Hz à 25,0 Hz – amplitude $\pm 1,6$ mm</p> <p>25,0 Hz à 100 Hz – accélération ± 4 g</p> <p>NOTE Des conditions plus sévères peuvent exister, par exemple, sur les tubulures d'échappement des moteurs diesel, notamment pour les moteurs à moyenne et grande vitesse. Dans ces cas, les valeurs peuvent devoir être dans la plage 40 Hz à 2 000 Hz – accélération $\pm 10,0$ g à 600 °C, (durée de 90 min)</p>	<p>Durée en condition sans résonance 90 min à 30 Hz</p> <p>La durée à chaque fréquence de résonance à laquelle $Q \geq 2$ est enregistrée – 90 min</p> <p>Au cours de l'essai de vibrations, les essais fonctionnels sont à effectuer.</p> <p>Les essais à réaliser dans trois plans mutuellement perpendiculaires (plans trirectangulaires)</p> <p>À titre de ligne directrice, il est recommandé que Q ne dépasse pas 5</p> <p>Lorsqu'un essai de balayage est à effectuer à la place d'un essai de fréquences discrètes et plusieurs fréquences de résonance sont détectées proches les unes des autres, la durée de l'essai est de 120 min. Le balayage sur une gamme de fréquences restreinte entre 0,8 fois et 1,2 fois les fréquences critiques peut être utilisé s'il y a lieu.</p> <p>NOTE Une fréquence critique est une fréquence à laquelle le matériel en essai peut manifester:</p> <ul style="list-style-type: none"> – un mauvais fonctionnement et/ou une dégradation de performance – des résonances mécaniques et/ou autres effets de réponse (frémissement, par exemple)
Comportement aux chocs	IEC 60068-2-27 Essai Ea	10 gn / 11 ms, 3 impulsions	

4.8.3 Exigences relatives aux classes de protection IP

Le fabricant doit documenter la classe de protection IP du matériel selon l'IEC 60529. Les exigences minimales sont données dans le Tableau 3, qui spécifie les exigences IP minimales pour les différentes sortes de boîtiers des CPI:

Tableau 3 – Exigences IP minimales pour les CPI

Sorte d’CPI	Panneau frontal	Boîtier, à l'exception du panneau frontal
CPI à installation fixe dispositifs montés sur panneau	IP 40	IP 2X
CPI à installation fixe dispositifs modulaires enclenchés sur des rails DIN dans un panneau de distribution.	IP 40	IP 2X
CPI à installation fixe dispositifs de logement enclenchés sur des rails DIN dans un panneau de distribution.	IP 2X	IP 2X
CPI portatifs	IP 40	IP 40

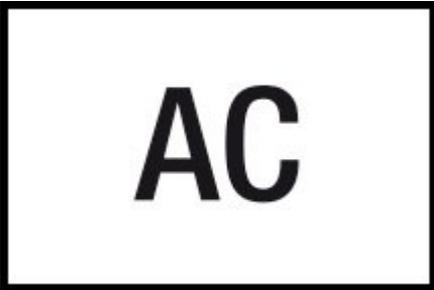
5 Marquage et instructions de fonctionnement

5.1 Marquage

À la différence du marquage défini à l'Article 5 de l'IEC 61557-1: 2007, les CPIs doivent porter les informations suivantes.

- type du réseau IT à surveiller (si le CPI est conçu pour un type spécifique de réseau IT);
ou
- type de CPI marqué avec un pictogramme selon le Tableau 4;
- tension nominale du réseau U_n ou plage de la tension nominale U_n ;
- valeur nominale de la tension d'alimentation assignée U_S ou plage de fonctionnement de la tension d'alimentation assignée U_S ;
- fréquence nominale f_n de la tension d'alimentation assignée U_S ou plage de fonctionnement des fréquences pour la tension d'alimentation assignée U_S ;
- numéro de série sur l'extérieur du dispositif et, si cela n'est pas possible, à l'intérieur du dispositif;
- valeur de réponse spécifiée R_{an} ou valeur de réponse spécifiée minimum et maximum R_{an} .

Tableau 4 – Pictogrammes pour le marquage du type d'CPI

Type d'CPI	Pictogramme correspondant
CPI AC	 The pictogram consists of the letters 'AC' in a large, bold, sans-serif font, centered within a square border.
CPI DC	 The pictogram consists of the letters 'DC' in a large, bold, sans-serif font, centered within a square border.
CPI AC/DC	 The pictogram consists of the letters 'AC/DC' in a large, bold, sans-serif font, centered within a square border.

5.2 Instructions de fonctionnement

Outre les exigences données en 5.2 de l'IEC 61557-1: 2007, les instructions de fonctionnement doivent comprendre les informations suivantes:

- impédance interne Z_i du circuit de mesure en fonction de la fréquence nominale f_n ,
- valeur crête de la tension de mesure U_m selon 4.4.5,
- résistance interne en courant continu R_i du circuit de mesure,
- valeur maximale du courant de mesure I_m selon 4.4.5,
- pour les CPIs avec alarme distante de défaut d'isolement (RIW): données techniques de l'interface pour le raccordement d'un dispositif d'alarme externe comprenant la tension et le courant assignés, la tension d'isolement assignée et l'explication de la fonction d'interface. Pour les circuits de contact, les données doivent faire référence à l'IEC 61810-2 ou à l'IEC 60947-5-1 et à l'IEC 60947-5-4.
- mention indiquant que les contrôleurs d'isolement ne doivent pas être montés en parallèle (par exemple, dans le cas de couplage de réseaux) ou, si nécessaire, les informations relatives à l'interaction entre les CPI lorsqu'ils sont montés en parallèle:
- schéma de câblage si celui-ci n'est pas marqué sur les dispositifs selon 5.1,
- informations relatives aux effets des capacités de fuite du réseau C_e concernant la valeur de réponse et le temps de réponse ainsi que la valeur maximale admissible de la capacité de fuite du réseau,
- tension continue extérieure (U_{fg}), de toute polarité, pouvant être appliquée constamment au contrôleur d'isolement sans que celui-ci soit endommagé,

- tension d'essai selon 6.2.13,
- conformité aux normes CEM correspondantes,
- la plage des valeurs de réponse spécifiées dans laquelle l'incertitude en pourcentage relative est plus élevée que celle requise en 4.4.3, le cas échéant,
- classe de protection IP selon 4.8.3,
- lorsque des CPI comprennent des moyens destinés à indiquer la valeur de la résistance d'isolement, R_f , l'incertitude en pourcentage relative doit être indiquée par le fabricant conformément à 4.4.7.

6 Essais

6.1 Généralités

Les essais conformes à l'Article 6 de l'IEC 61557-1:2007 et les essais détaillés en 6.2 et 6.3 doivent être réalisés.

6.2 Essais de type

6.2.1 Généralités

Le fonctionnement dans les conditions climatiques ambiantes selon le Tableau 5 et le Tableau 7 doit être vérifié.

Tableau 5 – Conditions de référence pour les essais au cours du fonctionnement

Caractéristiques climatiques	Norme fondamentale	Niveau / Classe	Spécification d'essai
Essais au cours du fonctionnement			
Exposition au froid	IEC 60068-2-1	Ad	–5 °C; 96 h; essais d'isolement
Exposition à la chaleur sèche	IEC 60068-2-2	Bd	+45 °C; 96 h; essais d'isolement

Tableau 6 – Conditions de référence pour les essais de stockage (produit non alimenté)

Caractéristiques climatiques	Norme fondamentale	Niveau / Classe	Spécification d'essai
Exposition au froid	IEC 60068-2-1	Ab	–25 °C; 96 h
Exposition à la chaleur sèche	IEC 60068-2-2	Bb	+70 °C; 96 h

6.2.2 Essai des valeurs de réponse

Les valeurs de réponse doivent être soumises à des essais avec la valeur la plus basse et la plus élevée de la tension nominale spécifiée U_n et de la tension d'alimentation assignée U_S .

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

- un seul pôle (de chaque phase de U_n à tour de rôle à la terre);
- de manière symétrique (même élément de résistance de toutes les phases de U_n à la terre).

Pour les différents types d'CPI, la résistance d'isolement R_F doit être simulée comme suit:

- pour les CPI de type AC: des conducteurs en courant alternatif à la terre,
- pour les CPI de type AC/DC: des conducteurs en courant alternatif et des conducteurs en courant continu à la terre, à tour de rôle,
- pour les CPI de type DC: des conducteurs en courant continu à la terre, à tour de rôle.

Le montage d'essai doit pouvoir s'adapter à une variation lente, une variation continue ou une variation fine par paliers de la résistance d'isolement simulée R_F ainsi qu'à une connexion supplémentaire de capacités de fuite symétriques. Des condensateurs avec une limite de tolérance de 10 % maximum doivent être utilisés pour simuler les capacités de fuite du réseau C_e . La résistance d'isolement R_F des capacités ne doit pas avoir d'influence négative sur le mesurage. Lors de l'essai, la valeur initialement élevée de la résistance d'essai doit être progressivement réduite pendant que l'on surveille le fonctionnement du contrôleur d'isolement. Les résistances d'isolement R_F et les capacités de fuite intrinsèques du circuit d'essai doivent être prises en compte pour déterminer la valeur de réponse.

Lorsque le CPI est pourvu d'une valeur de réponse spécifiée à variation continue, ou de réglages numériques sans commutateurs mécaniques, un essai doit être effectué en au moins cinq points du domaine de réglage afin de vérifier si les exigences spécifiées en 4.4.2, en 4.4.3 et en 4.4.4 sont respectées. Cet essai doit être réalisé en prenant d'une part des valeurs situées en fin de domaine de réglage et d'autre part des valeurs assez régulièrement réparties dans le domaine de réglage. Ceci s'applique également aux installations de réglage sans commutateur.

Si le réglage de la valeur de réponse spécifiée peut s'effectuer au moyen d'un commutateur mécanique, chaque palier doit être contrôlé. L'essai initial doit être effectué sans capacités de fuite du réseau connectées alors que la résistance d'essai est réduite lentement afin d'atteindre la valeur de réponse statique.

Si la méthode de mesure dépend de la grandeur de la capacité de fuite du réseau C_e , un essai doit être effectué en ajoutant des condensateurs, par paliers, pour déterminer si les limites indiquées en 4.4.4 sont respectées dans le domaine des capacités de fuite du réseau indiquées par le fabricant. L'incertitude en pourcentage relative doit être déterminée.

Les fonctions d'alarme de défaut d'isolement selon 4.2.2 doivent être soumises à essai.

6.2.3 Essai de temps de réponse t_{an}

Les essais suivants doivent être réalisés:

Avec une capacité de fuite du réseau symétrique C_e de 1 μF et à la tension nominale du réseau U_n , la résistance d'isolement R_F doit être réduite brusquement de presque l'infini à 50 % de la valeur de réponse minimale R_{an} , et la durée nécessaire au déclenchement de l'alarme de défaut d'isolement doit être mesurée. La conformité aux exigences de 4.4.4 doit être soumise à essai.

Pour les capacités de fuite du réseau supérieures à 1 μF , le même essai doit être réalisé, mais avec la capacité maximale de fuite du réseau qui est spécifiée par le fabricant.

6.2.4 Essai de la valeur crête de la tension de mesure U_m

Un mesurage de la tension de crête doit être réalisé pour tester si, oui ou non, les exigences données en 4.4.5 sont respectées. La résistance interne de l'appareil de mesure de la tension doit être au moins égale à 20 fois la résistance interne en courant continu R_i du circuit de mesure du CPI.

L'incertitude de l'appareil de mesure de la tension ne doit pas dépasser 5 % dans les conditions de référence.

6.2.5 Essai de la valeur crête du courant de mesure I_m

Un mesurage du courant de crête doit être réalisé pour tester si, oui ou non, les exigences données en 4.4.5 sont respectées. La résistance interne de l'appareil de mesure du courant doit être inférieure de 5 % à la résistance interne R_i du contrôleur d'isolement (CPI).

L'incertitude de l'appareil de mesure du courant ne doit pas dépasser 5 % dans les conditions de référence.

6.2.6 Essai de résistance interne en courant continu R_i et d'impédance interne Z_i

6.2.6.1 Généralités

Les essais suivants doivent être réalisés pour tester si, oui ou non, les exigences données en 4.4.7 sont respectées. Ces essais doivent être réalisés avec ou sans tension d'alimentation assignée U_S et une tension de mesure appropriée U_m doit être appliquée entre les bornes court-circuitées du réseau et la borne de terre. La limite d'incertitude des appareils de mesure ne doit pas dépasser 5 % dans les conditions de référence.

6.2.6.2 Essai d'impédance interne Z_i

Afin de déterminer l'impédance interne Z_i selon 4.4.6, une source de tension de mesure d'impédance avec une tension nominale de réseau U_n doit être utilisée. La fréquence de la source de tension de mesure doit être identique à la fréquence nominale de réseau f_n ; le facteur de distorsion doit être inférieur à 5 %. La résistance interne de l'appareil de mesure doit être inférieure à 10 Ω . Pour un CPI avec une plage désignée de fréquences nominales f_n , l'impédance interne Z_i doit être mesurée à la fréquence nominale f_n la plus basse et la plus élevée.

L'impédance interne Z_i doit être calculée à partir de la valeur crête à crête I_{pp} du courant résultant en utilisant l'équation suivante:

$$Z_i = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_n}{I_{pp}}$$

6.2.6.3 Essai de résistance interne en courant continu R_i

Afin de déterminer la résistance interne en courant continu R_i selon 4.4.6, la tension continue doit avoir une amplitude de l'ordre de la tension nominale de réseau U_n , mais ne doit pas dépasser la tension continue extérieure U_{fg} maximale admissible. La résistance interne R_i de la source de tension de mesure doit être inférieure à 10 Ω .

La résistance interne en courant continu R_i est calculée à partir du courant résultant I en utilisant l'équation suivante:

$$R_i = \frac{U_n}{I} \left(U_n \leq U_{fg} \right)$$

6.2.7 Essai des moyens d'afficher la résistance d'isolement R_F

Lorsque les CPI sont équipés de moyens d'afficher les valeurs de la résistance d'isolement R_F , un essai doit être réalisé afin de vérifier si, oui ou non les limites d'incertitude en pourcentage relative indiquées par le fabricant conformément à 4.4.7 sont respectées.

6.2.8 Essai d'efficacité du dispositif d'essai

Si la fonction d'essai interne et la fonction d'essai externe existent, leur fonctionnement correct et leur conformité aux exigences données en 4.2.3 doivent être soumis à essai.

6.2.9 Essai de la tension nominale admissible en permanence U_n

Les exigences de 4.4.8 doivent être soumises à essai.

6.2.10 Essai de la tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg}

Les exigences de 4.4.9 doivent être soumises à essai pour les CPI de type AC.

6.2.11 Essai de la tension d'alimentation U_S

Les exigences de 4.4.10 doivent être soumises à essai.

6.2.12 Essai des fonctions facultatives

Si elles sont fournies, les fonctions facultatives supplémentaires du CPI doivent être soumises à essai.

6.2.12.1 Essai des performances de la commande distante d'activation/désactivation (REDC)

Les exigences de 4.3.4 doivent être validées par les essais suivants:

- interconnecter deux réseaux IT différents avec deux CPI, un dans chaque réseau,
- simuler une résistance d'isolement R_F dans le système IT interconnecté.

L'un ou la totalité des CPI doit répondre de la manière spécifiée. Aucun des CPI ne doit répondre de façon erronée.

6.2.12.2 Essai de l'alarme locale de surveillance du transformateur (LTMW)

Les exigences de 4.3.2 doivent être validées par les essais suivants:

- simuler la surintensité du transformateur,
- simuler la surchauffe du transformateur.

La fonction d'alarme locale de surveillance du transformateur doit répondre de la manière spécifiée.

6.2.12.3 Essai de l'alarme distante de surveillance du transformateur (RTMW)

Les exigences de 4.3.3 doivent être validées par les essais suivants:

- simuler la surintensité du transformateur,
- simuler la surchauffe du transformateur.

La fonction d'alarme distante de surveillance du transformateur doit répondre de la manière spécifiée.

6.2.13 Essais de tension

Les essais de tension des contrôleurs d'isolement doivent être réalisés conformément à l'Annexe F de l'IEC 61010-1:2010 en tenant compte des exigences de 4.6.

6.2.14 Essai de compatibilité électromagnétique (CEM)

L'essai CEM doit être réalisé conformément à 4.5.

6.2.15 Inspection du marquage et des instructions de fonctionnement

Les exigences de l'Article 5 doivent être vérifiées.

6.2.16 Essais mécaniques

6.2.16.1 Essai de chocs et de vibrations

Les essais de chocs et de vibrations doivent être réalisés pour vérifier les exigences de 4.8.2.

6.2.16.2 Essai des exigences IP

Les exigences de 4.8.3 doivent être vérifiées par examen visuel.

6.3 Essais individuels de série

6.3.1 Généralités

Des essais individuels de série doivent être réalisés sur chaque CPI.

S'il s'avère par analyse de défaillance technique et/ou analyse statistique pendant la production en série qu'un faible taux de défaillance peut être vérifié, les essais individuels de série peuvent être limités aux essais de prélèvement à la place des essais de production. Il convient de réaliser tous les essais individuels de série soit pendant le processus de fabrication, soit à la fin.

6.3.2 Essai des valeurs de réponse

Les essais individuels de série de l'incertitude en pourcentage relative des valeurs de réponse doivent être réalisés.

Pour cet essai, les conditions suivantes s'appliquent:

- température ambiante (23 ± 3) °C à 1,0 fois U_n et à 1,0 fois U_S ou la valeur assignée la plus faible et la plus élevée de U_n et U_S pour un appareil à plusieurs tensions assignées ou une plage de tensions assignées;
- au minimum trois réglages, y compris la valeur minimale, la valeur maximale et une valeur au centre du réglage de la sensibilité de réponse pour les appareils à sensibilité de réponse réglable en permanence;
- à chaque palier pour les appareils à réglage par palier de la sensibilité de réponse.

Au cours de cet essai, les limites doivent être réduites dans une mesure telle qu'elles satisfassent aux exigences.

La fonction d'alarme de défaut d'isolement selon 4.2.2.2 et 4.2.2.3 doit être soumise à essai.

6.3.3 Essai d'efficacité de la fonction d'essai

Si le dispositif d'essai interne et le dispositif d'essai externe existent, leur fonctionnement correct et leur conformité aux exigences doivent être soumis à essai.

6.3.4 Essai du moyen d'indiquer la résistance d'isolement R_F

Lorsque, conformément à 4.4.7, le CPI comprend des moyens d'indiquer la résistance d'isolement R_F , un essai doit être réalisé afin de vérifier si les limites d'incertitude en pourcentage relative indiquées par le fabricant sont respectées.

6.3.5 Essais de tension

Les essais de tension pour les CPI doivent être réalisés conformément à l'Annexe F de l'IEC 61010-1:2010 en tenant compte de 4.6.2.

6.3.6 Conformité aux essais de 6.3

Il convient d'enregistrer la conformité aux essais de 6.3.

7 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les CPI

Le Tableau 7 donne une vue d'ensemble des exigences et des essais à réaliser pour les CPI.

Tableau 7 – Exigences et essais applicables aux CPI

Caractéristiques	Exigences	Essais de type	Essais individuels de série
Types des CPI	4.2	6.2	Non applicable
Valeurs de réponse spécifiées R_{an}	4.4.1	6.2.2	6.3.2
Capacité de fuite du réseau C_e	4.4.2	6.2.2, 6.2.3	Non applicable
Fonction d'alarme de défaut d'isolement	4.2.2.1	6.2.2	6.3.2
Fonction d'essai	4.2.3	6.2.8	6.3.3
Incertitude (en pourcentage) relative	4.4.3	6.2.7	Non applicable
Temps de réponse t_{an}	4.4.4	6.2.3	Non applicable
Tension de mesure U_m et courant de mesure I_m	4.4.5	6.2.4 6.2.4	Non applicable
Résistance interne R_i et impédance interne Z_i	4.4.6	6.2.6	Non applicable
Indication de la valeur de la résistance d'isolement R_F	4.4.7	6.2.7	6.3.4
Tension nominale admissible en permanence U_n	4.4.8	6.2.9	Non applicable
Tension continue extérieure admissible en permanence U_{fg}	4.4.9	6.2.10	Non applicable
Tension d'alimentation U_s	4.4.10	6.2.11	Non applicable
Classe de protection et connexion PE	4.6.3	Non applicable	Non applicable
Fonctions facultatives assurées par un CPI	4.3	6.2.12	Non applicable
Distances d'isolement et lignes de fuite	4.6.2	6.2.13	6.3.5
CEM	4.5	6.2.14	Non applicable
Conditions climatiques ambiantes	4.7	6.1, 6.2	Non applicable
Exigences mécaniques	4.8	6.2.16	Non applicable
Marquage et instructions de fonctionnement	Article 5	6.2.15	Non applicable

Annexe A (normative)

Contrôleurs d'isolement médicaux (MED-CPI)

A.1 Domaine d'application et objet

La présente Annexe spécifie les exigences pour les contrôleurs d'isolement (MED-CPI) qui surveillent en permanence la résistance d'isolement par rapport à la terre des réseaux IT médicaux à courant alternatif non reliés à la terre dans des locaux à usages médicaux du groupe 2 selon 710.413.1.5 de l'IEC 60364-7-710:2002.

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

A.2 Exigences

A.2.1 Généralités

En complément à l'Article 4, les exigences ou modifications détaillées en A.2.2 et A.2.5 s'appliquent.

A.2.2 Types des MED-CPI

Les types suivants de MED-CPI peuvent être utilisés dans les schémas IT médicaux:

- MED-CPI de type AC pour les schémas IT médicaux à courant alternatif purs,
- MED-CPI de type AC/DC pour les schémas IT médicaux à courant alternatif équipés de redresseurs directement reliés, pour les réseaux IT à courant continu purs et pour les réseaux IT à courant continu équipés d'onduleurs à courant alternatif directement reliés.

Si le réseau IT inclut des circuits à courant continu reliés galvaniquement, le dispositif doit être en mesure de détecter les résistances d'isolement R_F à l'intérieur du réseau IT entier, comme spécifié dans la présente norme, même en cas de défaut d'isolement du côté courant continu (CPI de type AC/DC).

Pour couvrir tous les types de dispositifs connectés, il est recommandé d'utiliser les MED-CPI de type AC/DC.

A.2.3 Fonctions obligatoires assurées par un MED-CPI

A.2.3.1 Généralités

Les fonctions obligatoires ci-après doivent être assurées par un MED-CPI en complément ou à la place des exigences définies en 4.3 comme défini en A.2.3.

L'indication de l'alarme de défaut d'isolement doit se produire au plus tard lorsque la résistance d'isolement R_F a chuté à 50 k Ω . Un dispositif d'essai doit être fourni selon 4.2.3 de la présente norme. Pour les MED-CPI ayant une valeur de réponse réglable, la valeur de réglage la plus basse doit être ≥ 50 k Ω .

A.2.3.2 Alarme locale de défaut d'isolement (LIW)

Cette fonction doit comprendre le mesurage de la résistance d'isolement R_F d'un réseau IT, y compris les composantes symétriques et asymétriques, une évaluation de cette résistance d'isolement R_F et une alarme locale.

Pour chaque schéma IT médical, un système d'alarme sonore et visuelle incorporant les composants suivants doit être disposé à un endroit approprié, de sorte qu'il puisse être surveillé en permanence (signaux sonores et visuels) par le personnel médical:

- une lampe témoin verte pour indiquer un fonctionnement normal;
- une lampe témoin jaune qui s'allume lorsque l'indication d'alarme du contrôleur d'isolement se déclenche. Il ne doit pas être possible d'annuler ou de déconnecter cette lampe témoin;
- une alarme sonore qui retentit, lorsque la valeur minimale réglée pour la résistance d'isolement R_F est atteinte. Cette alarme sonore peut être équipée pour être mise sous silence dans des conditions d'alarme;
- le témoin jaune et l'alarme sonore doivent être annulés lorsque le défaut est éliminé et quand la condition normale est rétablie.

A.2.3.3 Alarme distante de défaut d'isolement (RIW)

Cette fonction doit comprendre le mesurage de la résistance d'isolement R_F d'un réseau IT, y compris les composantes symétriques et asymétriques, une évaluation de cette résistance et une sortie d'alarme.

La sortie d'alarme doit être rapportée à distance avec un signal de sortie.

Il est possible d'utiliser une sortie de contact de relais ou une sortie de commutation électronique ou un protocole de communication pour rapporter à distance l'alarme de défaut d'isolement.

Pour chaque schéma IT médical, un système d'alarme sonore et visuelle (à l'extérieur du MED-CPI), incorporant les composants suivants doit être disposé à un endroit approprié, de sorte qu'il puisse être surveillé en permanence (signaux sonores et visuels) par le personnel médical:

- une lampe témoin verte pour indiquer un fonctionnement normal;
- une lampe témoin jaune qui s'allume lorsque l'indication d'alarme du contrôleur d'isolement se déclenche. Il ne doit pas être possible d'annuler ou de déconnecter cette lampe témoin;
- une alarme sonore qui retentit, lorsque la valeur minimale réglée pour la résistance d'isolement R_F est atteinte. Cette alarme sonore peut être équipée pour être mise sous silence dans des conditions d'alarme;
- le témoin jaune et l'alarme sonore doivent être annulés lorsque le défaut est éliminé et quand la condition normale est rétablie.

A.2.3.4 Indication de l'interruption de la connexion au réseau à surveiller

Une indication de la perte de la connexion au réseau à surveiller et de la connexion entre le CPI et la terre doit être fournie.

NOTE La fonction de surveillance n'est plus assurée comme conséquence de la perte de la connexion du CPI au réseau à surveiller ou à la terre.

A.2.3.5 Informations concernant la valeur de la résistance d'isolement

Le MED-CPI doit fournir des informations concernant la valeur de la résistance d'isolement.

Les informations peuvent être fournies par un compteur, un affichage ou par communication de données.

A.2.4 Exigences de performance

A.2.4.1 Valeur de réponse spécifiée R_{an}

La valeur de réponse spécifiée d'un MED-CPI doit être:

- établie en permanence à la valeur fixe de 50 k Ω ; ou
- réglable dans la plage de réponse, mais avec une valeur minimale de 50 k Ω . Lorsque la valeur de réponse spécifiée R_{an} du MED-CPI est réglable, il doit être conçu de façon à rendre impossible toute modification des réglages, à moins d'utiliser une clé, un outil ou un mot de passe.

Les valeurs de réponse réglables peuvent être des valeurs réglables en continu ou par paliers.

A.2.4.2 Temps de réponse t_{an}

Le temps de réponse t_{an} doit être inférieur à 5 s pour une résistance d'isolement R_F de 25 k Ω (50 % de 50 k Ω), si l'application est soudaine.

Pour une résistance d'isolement R_F augmentant de manière soudaine de 25 k Ω à 10 M Ω , le temps d'arrêt de l'alarme permettant l'élimination du défaut doit être inférieur à 5 s.

Pour une capacité de fuite du réseau allant jusqu'à 0,5 μ F, les temps de réponse et d'arrêt de l'alarme doivent être respectés.

Si la capacité de fuite du réseau dans le schéma IT médical est supérieure à 0,5 μ F, le temps de réponse t_{an} peut être supérieur à 5 s.

Pour les MED-CPI, qui réalisent un autotest périodique automatique pour des raisons de sécurité fonctionnelle, le temps de réponse t_{an} peut être prolongé pendant les autotests.

Si le CPI inclut des moyens d'indiquer la perte de la connexion à la terre ou au réseau à surveiller, le temps de réponse t_{an} pour cette fonction peut être plus long comme défini dans le présent article.

Le temps de réponse pour l'indication de la perte de la connexion doit être indiqué dans les instructions de fonctionnement.

A.2.4.3 Tension de mesure U_m et courant de mesure I_m

La tension de mesure U_m ne doit pas être supérieure à 25 V crête.

Le courant de mesure I_m ne doit pas être supérieur à 1 mA crête, même dans des conditions de défaut.

Dans l'IEC 60364-7-710, le courant de mesure I_m est désigné comme courant injecté.

A.2.4.4 Impédance interne (Z_i)

L'impédance interne en courant alternatif Z_i doit être au moins de 100 k Ω .

A.2.5 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les exigences CEM selon l'IEC 61326-2-4 sont applicables.

Les émissions conduites et rayonnées doivent être soumises à essai selon le Tableau A.2.

A.3 Marquage et instructions de fonctionnement

En complément aux informations données à l'Article 5, les informations suivantes doivent être portées sur le MED-CPI.

Les MED-CPI doivent être marqués d'un pictogramme selon la Figure A.1 et, en plus, du pictogramme pour le type respectif de CPI selon 5.1, Tableau 4.

Si le MED-CPI est conçu pour satisfaire aux exigences de l'Annexe B, il convient de fournir des instructions de fonctionnement selon l'Article B.2.



Figure A.1 – Pictogramme pour le marquage d'un MED-CPI

A.4 Essais

A.4.1 Généralités

Outre l'Article 6, les essais détaillés aux Articles A.4 et A.5 doivent être effectués.

A.4.2 Essais de type

A.4.2.1 Essai de la valeur maximale de la tension de mesure U_m et du courant de mesure I_m

Les essais de 6.2.4 et 6.2.5 doivent être réalisés avec les exigences de A.2.4.

A.4.2.2 Essai de la fonction de l'indication de l'interruption de la connexion au réseau à surveiller

L'indication que la connexion de terre est perdue et la connexion au réseau à surveiller est perdue doit être soumise à essai.

Une alarme doit se déclencher si la connexion FE ou la connexion au réseau ou toutes les connexions ensemble sont déconnectées.

A.5 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les MED-CPI

Le Tableau A.1 donne une vue d'ensemble des exigences et essais complémentaires qui sont applicables aux MED-CPI.

Le Tableau A.2 donne une vue d'ensemble des essais d'émission exigés pour les MED-CPI.

Tableau A.1 – Résumé des exigences et essais complémentaires applicables aux MED-CPI

Caractéristique	Exigences	Essais de type	Essais individuels de série
Valeur de réponse spécifiée R_{an}	A.2.4.1	6.2.2	6.3.2
Temps de réponse t_{an}	A.2.4.2	6.2.3	Non applicable
Tension de mesure U_m	A.2.4.3	A.4.2.1	Non applicable
Courant de mesure I_m	A.2.4.3	A.4.2.2	Non applicable
Impédance interne Z_i	A.2.4.4	A.2.4.4	Non applicable
Alarme de défaut d'isolement	A.2.3.2, A.2.3.3	A.2.3.2 A.2.3.3	A.2.3.2, A.2.3.3
Essais d'immunité CEM	A.2.5	A.2.5	Non applicable

Tableau A.2 – Essai d'émission pour les MED-CPI

Essai N°	Accès	Essai	Spécification	Classe	Observations	Norme fondamentale
1	Dispositif complet	Émission de perturbation rayonnée	30 MHz à 230 MHz 230 MHz à 1 000 MHz	B	À tension assignée	CISPR 11
2	Raccordement au réseau et principales connexions	Émission de perturbation conduite	de 150 kHz à 30 MHz	B	À tension assignée	CISPR 11

Annexe B (informative)

Surveillance du courant de surcharge et de la surchauffe

B.1 Domaine d'application et objet

La présente Annexe spécifie les exigences facultatives relatives aux dispositifs conçus pour surveiller le courant de surcharge et l'échauffement du transformateur IT médical selon 710.413.1.5 de l'IEC 60364-7-710: 2002.

Ces fonctions peuvent être incorporées, comme options, dans les MED-CPI.

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

B.2 Exigences

B.2.1 Généralités

Il convient que les fonctions suivantes soient fournies pour surveiller le courant de surcharge et la surchauffe.

B.2.2 Alerte locale de surveillance du transformateur (LTMW) et/ou alerte distante de surveillance du transformateur (RTMW)

Les LTMW et RTMW comprennent la surveillance du courant de surcharge et de la surchauffe.

Il convient que l'alerte soit émise comme alerte locale de surveillance du transformateur (LTMW) et/ou comme alerte distante de surveillance du transformateur (RTMW).

En plus de 4.3.2 et 4.3.3, il convient de tenir compte des exigences suivantes.

B.2.3 Surveillance du courant de surcharge

Il convient que l'indication d'alerte se produise au plus tard quand le courant de charge dépasse le courant de sortie assigné du transformateur.

Il est recommandé que la valeur de réponse pour la surveillance du courant de charge soit réglable et que la valeur de déclenchement puisse être réglée en dessous du courant de sortie assigné du transformateur, pour tenir compte des marges de sécurité individuelles.

Il est également recommandé d'avoir une indication en cas d'ouverture ou de court-circuit de la connexion au capteur de courant de charge.

Il convient de mesurer la valeur efficace du courant de charge avec un facteur de crête au moins égal à 2.

B.2.4 Surveillance de la surchauffe du transformateur de réseau IT

Il convient que l'indication d'alerte se produise si le dispositif sensible à la température (bimétal, à coefficient de température positif (CTP) ou similaire) dans le transformateur d'isolement pour l'alimentation des locaux à usages médicaux signale une surchauffe.

Il est également recommandé d'avoir une indication en cas d'ouverture ou de court-circuit de la connexion au capteur de courant de charge.

Il est également recommandé d'avoir une indication si la connexion au capteur de surchauffe est ouverte.

B.3 Instructions de fonctionnement

Outre 5.2, il convient que les informations suivantes soient fournies dans les instructions de fonctionnement:

- la valeur de réponse spécifiée ou la plage des valeurs de réponse spécifiées pour la surveillance du courant de charge;
- le type de capteur de courant de charge extérieur; incertitude en pourcentage relative du mesurage du courant de charge;
- le type de dispositif sensible à la température selon l'IEC 60691 dans le transformateur d'isolement pour l'alimentation des locaux à usages médicaux qui peuvent être connectés;
- le temps de réponse pour l'alarme d'échauffement et de courant de surcharge ainsi que l'alarme de connexion pour ces fonctions.

B.4 Essais

B.4.1 Généralités

Outre les essais selon l'IEC 61557-1, il convient de réaliser les essais suivants.

B.4.2 Essai de surveillance du courant de surcharge et de la surchauffe

Il convient que la valeur de déclenchement pour l'indication de courant de surcharge, indiquée par le fabricant, soit soumise à essai par simulation du courant de charge correspondant.

Il convient que l'alarme de surchauffe soit soumise à essai par simulation de surchauffe via le dispositif sensible à la température correspondant (bimétal, à coefficient de température positif (CTP) ou similaire).

Annexe C (normative)

Contrôleurs d'isolement pour systèmes photovoltaïques (PV-CPI)

C.1 Domaine d'application et objet

La présente Annexe spécifie les exigences relatives aux contrôleurs d'isolement qui surveillent en permanence la résistance d'isolement R_F par rapport à la terre des systèmes IT photovoltaïques non reliés à la terre.

NOTE Le système IT photovoltaïque non relié à la terre comprend le champ PV avec des modules PV qui génèrent une tension et un courant continu, l'onduleur qui convertit le courant continu en courant alternatif et le transformateur qui relie la partie en courant alternatif du système PV au secteur.

Les informations et les exigences de la présente Annexe remplacent ou complètent les articles et paragraphes correspondants de la présente norme, comme indiqué.

C.2 Exigences pour les PV-CPI des installations PV

C.2.1 Généralités

Les exigences de l'Article 4, de l'Article 5 et de l'Article 6 s'appliquent aux PV-CPI, et en plus les exigences suivantes s'appliquent.

Les PV-CPI doivent être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F de ces installations en tenant compte de leurs conditions spécifiques.

NOTE 1 La valeur de la capacité de fuite du réseau C_e dépend des facteurs d'influence suivants:

- puissance du système PV,
- technologie des modules,
- conditions d'environnement,
- topologie de circuit,
- jour ou nuit,
- vieillissement,
- capacité de fuite à l'intérieur du ou des onduleurs,
- capacités de fuite du filtre.

Les mesurages effectués sur plusieurs sites montrent que les valeurs de la capacité de fuite du réseau C_e ne dépassent pas 5 nF/kW crête dans les conditions favorables (pendant le jour, par exemple) et ne dépassent pas 150 nF/kW crête dans des conditions moins favorables (par exemple, tôt le matin, dans des conditions de gel).

NOTE 2 Habituellement, la valeur mesurée de la résistance d'isolement R_F est: $\geq 1 \text{ k}\Omega$ dans des conditions moins favorables dans les systèmes PV d'environ 1 MW crête tandis qu'elle est $\geq 100 \text{ k}\Omega$ dans des conditions moins favorables dans les systèmes PV d'environ 100 kW crête. Dans des conditions favorables, R_F se situe entre 10 fois et 100 fois la valeur correspondant aux conditions moins favorables.

La résistance d'isolement dépend des facteurs d'influence suivants:

- puissance du système PV,
- technologie des modules,
- conditions d'environnement,
- topologie de circuit,
- jour ou nuit,
- vieillissement.

NOTE 3 D'autres conditions spécifiques dans les systèmes PV sont:

- différentes conditions de mise à la terre des modules PV,

- tension continue au champ PV,
- tension alternative à la sortie de l'onduleur,
- fluctuations de tension élevées et dynamiques des réseaux IT surveillés, dues aux ombres du système PV.

Lorsque les PV-CPI sont utilisés en combinaison avec des dispositifs de Localisation de défaut d'isolement DLD, (Insulation Fault Location System (IFLS)) selon l'IEC 61557-9, des parties de la fonctionnalité du DLD peuvent être intégrées dans le PV-CPI.

Les PV-CPI doivent donner une alarme si la résistance d'isolement R_F entre le système PV et la terre chute en dessous d'une valeur préétablie.

C.2.2 Types de PV-CPI

Les PV-CPI doivent être de type AC/DC ou de type DC, en fonction du type de convertisseur.

Les PV-CPI doivent être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F des installations PV, y compris l'allocation des composantes symétriques et asymétriques de la résistance d'isolement R_F , et de donner une alarme si la résistance d'isolement R_F entre l'installation PV et la terre chute en dessous d'une valeur préétablie.

Le principe de mesure du PV-CPI doit être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F lorsque le PV-CPI est connecté au côté courant continu ou au côté courant alternatif.

C.2.3 Fonctions obligatoires assurées par les PV-CPI

C.2.3.1 Alarme locale de surveillance de défaut d'isolement (LIW) et alarme distante de surveillance de défaut d'isolement (RIW)

Les PV-CPI doivent fournir un moyen pour l'alarme locale de surveillance de défaut d'isolement et pour l'alarme distante de défaut d'isolement.

Comme solution de remplacement de la RIW selon 4.2.2.3, la sortie distante peut être utilisée pour signaler une valeur de mesure réelle.

NOTE Dans ce cas, la valeur de mesure est traitée de manière plus approfondie dans le système externe de gestion de données PV.

C.2.3.2 Fonction d'essai

Les exigences de 4.2.3 ainsi que les exigences suivantes s'appliquent.

Le PV-CPI doit mettre en œuvre une fonction d'autotest automatique. L'autotest automatique doit réaliser les essais selon 4.2.3 à des intervalles de temps appropriés. Si une défaillance est détectée au cours de l'autotest, une indication d'alarme doit être donnée:

- sur le dispositif; et/ou
- sous forme d'un signal électronique pour l'indication distante.

NOTE Les systèmes PV ne sont généralement pas surveillés en continu au cours de l'exploitation par le personnel sur site. L'autotest automatique du PV-CPI est une partie intégrante de la surveillance automatique et de l'acquisition de données du système PV tout entier.

C.2.4 Exigences de performance

C.2.4.1 Valeurs de réponse spécifiées R_{an}

Les valeurs de réponse des PV-CPI doivent être réglables. La plage de réglage doit être spécifiée par le fabricant. Les réglages ne doivent pas pouvoir être modifiés sans l'aide d'un outil, d'une clé ou d'un mot de passe.

C.2.4.2 Capacité de fuite du réseau C_e

Le PV-CPI doit être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F en fonction de la capacité de fuite du réseau C_e désignée par le fabricant.

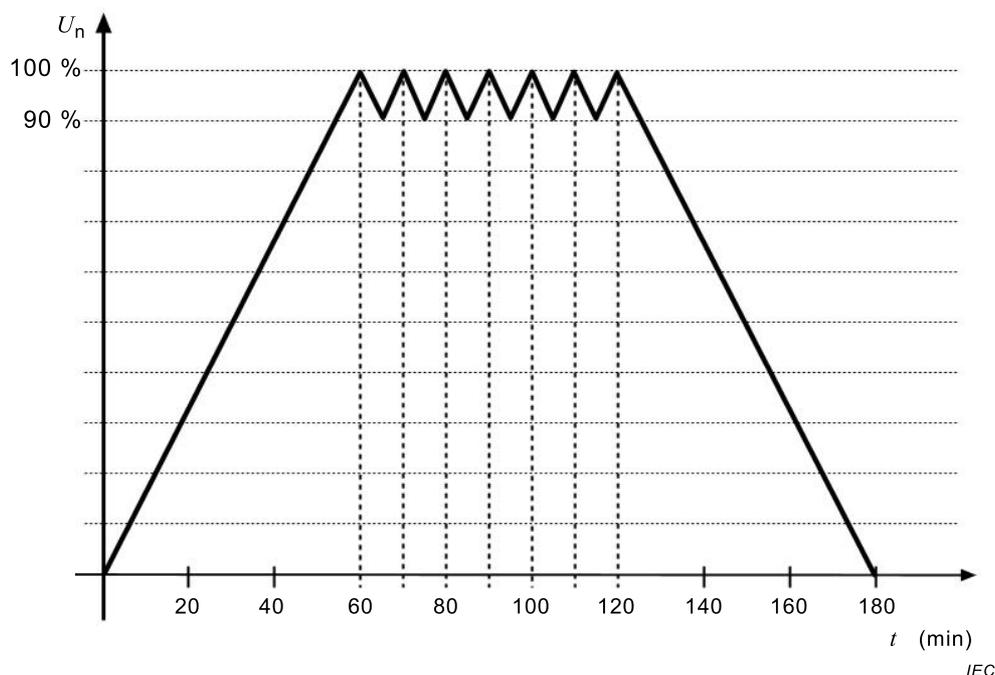
Le PV-CPI ne doit pas passer à l'état d'alarme dans des conditions sans défauts avec les fluctuations de la capacité de fuite du réseau C_e pendant le fonctionnement du système PV.

NOTE 1 Habituellement, la résistance d'isolement en l'absence de défauts R_F est relativement faible dans les installations PV de grandes dimensions à forte capacité de fuite du réseau et elle est élevée dans les installations PV de petites dimensions à faible capacité de fuite du réseau.

NOTE 2 Pendant la durée de fonctionnement, la capacité de fuite du réseau C_e des systèmes PV peut généralement fluctuer fortement mais lentement.

C.2.4.3 Tension nominale admissible en permanence U_n et caractéristiques de la tension du système PV à courant continu

En complément aux exigences de 4.4.8, le PV-CPI doit se comporter comme prévu avec les caractéristiques de référence dynamiques de la tension continue du système PV.



NOTE Les caractéristiques de référence dynamiques représentent les fluctuations de la tension continue du champ PV pendant la période de démarrage le matin et d'arrêt le soir.

Figure C.1 – Caractéristiques de référence dynamiques de la tension du système PV à courant continu

Le PV-CPI ne doit pas passer à l'état d'alarme dans des conditions sans défauts avec les variations de tension de la caractéristique de référence de la Figure C.1.

Le PV-CPI doit fonctionner normalement avec les variations de tension de la caractéristique de référence de la Figure C.1:

- Il ne doit pas passer à l'état d'alarme dans des conditions sans défauts.
- Il ne doit pas passer à l'état sans alarme dans des conditions de défaut.
- Il doit détecter un défaut d'isolement dans le temps de réponse spécifié et passer à l'état d'alarme.

- Il doit passer à l'état sans alarme lorsque l'alarme disparaît.

C.3 Marquage et instructions de fonctionnement

C.3.1 Marquage

Les exigences de 5.1 ainsi que les exigences suivantes s'appliquent.

Outre le marquage avec un pictogramme selon 5.1, le PV-CPI doit être marqué du pictogramme selon la Figure C.2.

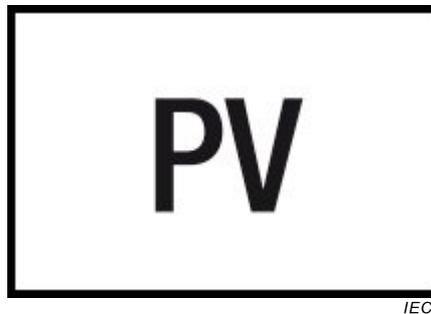


Figure C.2 – Pictogramme pour le marquage d'un PV-CPI

C.3.2 Instructions de fonctionnement

Les exigences de 5.2 de la présente norme ainsi que les exigences suivantes s'appliquent.

- une explication de la fonction de l'autotest automatique doit être incluse dans les instructions de fonctionnement. Cela doit comprendre les intervalles de temps dans lesquels l'autotest automatique est réalisé et les alarmes qui sont émises en cas d'échec de l'autotest;
- une explication de la fonction d'alarme distante doit être incluse dans les instructions de fonctionnement.

C.4 Essais

C.4.1 Généralités

Les essais de l'Article 6 ainsi que les essais de type et les essais individuels de série suivants doivent être réalisés.

C.4.2 Essais de type complémentaires

C.4.2.1 Généralités

Les essais de 6.2 de la présente norme s'appliquent et, en plus ou en remplacement, les essais de type suivants s'appliquent.

C.4.2.2 Essai de la fonction d'alarme

L'essai de 6.2.2 s'applique et, en plus, la fonction d'alarme distante doit être vérifiée.

C.4.2.3 Essai de la fonction d'essai

Outre les essais de la fonction d'essai selon 6.2.8, la fonction de l'autotest automatique selon C.2.3.2 doit être vérifiée.

C.4.2.4 Essai de la tension nominale admissible en permanence U_n et de la caractéristique de la tension du système PV à courant continu

Outre les essais de 6.2.2 et 6.2.3, l'essai suivant doit être réalisé.

Le PV-CPI doit être connecté à une source de tension qui simule la caractéristique de référence de la tension continue selon la Figure C.1.

Le PV-CPI ne doit pas passer à l'état d'alarme pendant les variations de tension selon la Figure C.1 et dans les conditions suivantes:

- capacité de fuite du système $C_e = C_{e-max}$ et
- résistance d'isolement $R_F = 2 \cdot R_{an}$.

NOTE C_{e-max} est la capacité maximale de fuite du réseau pour laquelle le PV-CPI est désigné par le fabricant.

C.4.2.5 Inspection du marquage et des instructions de fonctionnement

Les exigences des Articles 5 et de C.3 doivent être vérifiées.

C.4.3 Essais individuels de série complémentaires

C.4.3.1 Essai de la fonction d'alarme

Les essais de 6.3.3 s'appliquent et en plus les exigences de C.2.3.1 doivent être testées.

C.4.3.2 Essai de la fonction d'essai

Les essais de 6.3.3 s'appliquent et en plus les exigences de C.2.3.2 doivent être testées.

C.5 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les PV-CPI

Le Tableau C.1 donne une vue d'ensemble des exigences et des essais à réaliser pour les PV-CPI.

Tableau C.1 – Exigences et essais pour les PV-CPI

Caractéristique	Exigences	Essais de type	Essais individuels de série
Principe de mesure	C.2.2	C.2.2	Non applicable
Valeur de réponse spécifiée R_{an}	C.2.4.1	6.2.2	6.3.2
Capacité de fuite du réseau C_e	C.2.4.2	6.2.2, 6.2.3	Non applicable
Fonction d'alarme de défaut d'isolement	C.2.3.1	C.4.2.2	C.4.3.1
Fonction d'essai	C.2.3.2	C.4.2.3	C.4.3.2
Tension nominale admissible en permanence U_n et caractéristiques de la tension PV à courant continu	C.2.4.3	C.4.2.4	Non applicable
Marquage et instructions de fonctionnement	C.3	C.4.2.5	Non applicable

Annexe D (normative)

Fonction de surveillance de défaut d'isolement d'un onduleur photovoltaïque (PV-IMF) ou dans un contrôleur de charge

D.1 Domaine d'application et objet

La présente Annexe spécifie les exigences relatives à la fonction de surveillance de défaut d'isolement qui est intégrée dans un onduleur PV (PV-IMF) selon l'IEC 62109-2.

L'IEC 62109-2 spécifie l'utilisation des PV-IMF pour les onduleurs pour champs non reliés à la terre et pour les onduleurs pour champs fonctionnellement reliés à la terre. La PV-IMF surveille la résistance d'isolement par rapport à la terre des champs PV à courant continu non reliés à la terre. La réponse de la PV-IMF est traitée à l'intérieur de l'onduleur.

NOTE 1 Dans l'IEC 62109-2, les CPI sont appelés "dispositifs pour la détection de la résistance d'isolement de champ").

NOTE 2 Selon l'IEC 62109, la PV-IMF mesure la résistance d'isolement sur le côté courant continu (champ PV) par rapport à la terre avant de commencer l'exploitation (connexion au côté courant alternatif). Un défaut d'isolement est traité à l'intérieur de l'onduleur PV ce qui signifie raccordement ou non-raccordement de l'onduleur PV au secteur qui dépend de la résistance d'isolement dans le système.

NOTE 3 Pour information: Les termes en anglais 'grounded' et 'ungrounded' correspondent à l'anglais américain des États-Unis et sont équivalents aux termes 'earthed' et 'unearthed' en anglais britannique de l'IEC.

D.2 Exigences pour les PV-IMF

D.2.1 Exigences générales pour les PV-IMF

Pour les fonctions de surveillance de défaut d'isolement des onduleurs PV, les exigences de l'Article 4, de l'Article 5 et de l'Article 6 s'appliquent. En plus ou exclusivement, les exigences de la présente Annexe s'appliquent telles que spécifiées.

Les fonctions de surveillance de défaut d'isolement des onduleurs PV (PV-IMF) doivent être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F du champ PV à courant continu auquel l'onduleur est connecté par rapport à la terre en prenant en compte les conditions spécifiques de l'installation PV.

NOTE 1 La valeur de la capacité de fuite du réseau C_e dépend des facteurs d'influence suivants:

- puissance du système PV,
- technologie des modules,
- conditions d'environnement,
- topologie de circuit,
- jour ou nuit,
- vieillissement,
- capacité de fuite à l'intérieur du ou des onduleurs,
- capacité de fuite du filtre.

Les mesures effectuées sur plusieurs sites montrent que les valeurs de la capacité de fuite du réseau C_e ne dépassent pas 5 nF/kW crête dans les conditions favorables (pendant le jour, par exemple) et ne dépassent pas 150 nF/kW crête dans des conditions moins favorables (par exemple, tôt le matin, dans des conditions de gel).

NOTE 2 Habituellement, la valeur mesurée de la résistance d'isolement R_F est: $\geq 1 \text{ k}\Omega$ dans des conditions moins favorables dans les systèmes PV d'environ 1 MW crête tandis qu'elle est $\geq 100 \text{ k}\Omega$ dans des conditions moins favorables dans les systèmes PV d'environ 100 kW crête. Dans des conditions favorables, R_F se situe entre 10 fois et 100 fois la valeur correspondant aux conditions moins favorables.

La résistance d'isolement dépend des facteurs d'influence suivants:

- puissance du système PV,
- technologie des modules,
- conditions d'environnement,
- topologie de circuit,
- jour ou nuit,
- vieillissement.

NOTE 3 D'autres conditions spécifiques dans les systèmes PV sont:

- différentes conditions de mise à la terre des modules PV,
- tension continue au champ PV,
- tension alternative à la sortie de l'onduleur,
- fluctuations de tension élevées et dynamiques des réseaux IT surveillés, dues aux ombres du système PV.

NOTE 4 La PV-IMF peut être désignée comme:

- module électronique séparé qui peut être adapté à l'intérieur de l'onduleur,
- fonction qui peut être intégrée dans l'électronique de l'onduleur.

La PV-IMF doit fournir des signaux de sortie concernant la résistance d'isolement mesurée R_F et/ou la réponse de la fonction de surveillance de défaut d'isolement à une valeur de réponse fixe ou variable à l'onduleur qui peut être traitée de manière plus approfondie à l'intérieur de l'onduleur.

NOTE 5 Lorsqu'une PV-IMF est utilisée en combinaison avec un système pour le Dispositif de Localisation de Défaut (DLD) d'isolement (Insulation Fault Location System (IFLS)) selon l'IEC 61557-9, des parties de la fonctionnalité du DLD peuvent être intégrées dans la PV-IMF.

D.2.2 Types des PV-IMFs

La PV-IMF doit être de type DC ou de type AC/DC.

La PV-IMF doit être en mesure de surveiller la résistance d'isolement R_F des champs PV à courant continu par rapport à la terre, y compris l'allocation des composantes symétriques et asymétriques de la résistance d'isolement R_F et de signaler les informations pertinentes relatives à la résistance d'isolement R_F à l'onduleur PV.

Le principe de mesure de la PV-IMF doit être capable de surveiller la résistance d'isolement R_F de l'installation PV non reliée à la terre sur le côté courant continu, y compris une superposition de composantes alternatives sur la tension continue.

Les informations de sortie pertinentes sont:

- signal analogique ou numérique représentant la résistance d'isolement R_F ; et/ou
- signal numérique représentant la situation de réponse et de non-réponse.

Le principe de mesure de la PV-IMF doit être capable de réaliser le mesurage dans des conditions spécifiques des champs PV, y compris la superposition du courant alternatif avec la fréquence du secteur et avec de plus hautes fréquences d'onduleur sur la tension continue.

NOTE 1 Dans les installations PV non reliées à la terre avec isolement par transformateur par rapport au secteur (réseau IT), la PV-IMF peut être utilisée pour surveiller la résistance d'isolement du réseau IT tout entier, y compris la partie en courant alternatif.

NOTE 2 Généralement, la PV-IMF est connectée à l'intérieur de l'onduleur entre l'entrée en courant continu de l'onduleur et la terre.

D.2.3 Fonctions obligatoires assurées par une PV-IMF

D.2.3.1 Alarme distante de défaut d'isolement (RIW)

La réponse suivante à des défauts d'isolement doit être signalée de la PV-IMF vers l'onduleur:

- signal d'alarme numérique si la résistance d'isolement R_F chute en dessous de la valeur de réponse (contact de relais ou sortie électronique); et/ou
- signal analogique représentant la valeur de la résistance d'isolement R_F ,
- signalisation d'alarme ou de la valeur de la résistance d'isolement R_F par l'intermédiaire d'une interface de bus.

La fonction d'alarme selon 4.2.2.2 et 4.2.2.3 doit être réalisée par l'onduleur.

Conformément à 3.9 de l'IEC 62109-2:2011, la fonction d'alarme suivante de PV-IMF doit être disponible sur l'onduleur:

- une indication visuelle ou sonore, intégrée à l'onduleur et détectable à partir de l'extérieur de l'onduleur;
- et
- une indication électrique ou électronique qui peut être atteinte à distance et être utilisée.

D.2.3.2 Fonction d'autotest

La PV-IMF doit être équipée d'une fonction d'autotest pour détecter si, oui ou non, la fonction de surveillance de défaut d'isolement est en mesure de remplir sa fonction de surveillance. Le réseau à surveiller ne doit pas être relié directement à la terre. Cet essai ne sert pas à vérifier l'exactitude de la valeur de réponse.

La fonction d'autotest doit être mise en œuvre comme suit:

- fonction d'essai initiée par un signal électronique issu de l'onduleur; et/ou
- exécution automatique de l'essai commandée par la PV-IMF à des intervalles de temps raisonnables.

Si une défaillance est détectée au cours de l'autotest, une indication d'alarme doit être émise par l'onduleur.

NOTE Les systèmes PV ne sont généralement pas surveillés en continu au cours de l'exploitation par le personnel sur site. L'autotest automatique de la PV-IMF est une partie intégrante de la surveillance automatique et de l'acquisition de données du système PV tout entier.

D.2.4 Exigences de performance pour les PV-IMF

D.2.4.1 Valeurs de réponse spécifiées R_{an}

Les valeurs de réponse de la PV-IMF doivent être représentées par:

- une valeur fixe établie à l'intérieur de la PV-IMF; et/ou
- une valeur variable établie par un signal d'interface issu de l'onduleur; et/ou
- un signal analogique ou numérique représentant la valeur de la résistance d'isolement R_F , signalée de la PV-IMF vers l'onduleur.

La valeur de réponse doit être réglée fixe dans la PV-IMF ou doit être choisie à partir de l'électronique de l'onduleur par l'intermédiaire d'une interface électronique. Les réglages sur l'onduleur ne doivent pas pouvoir être modifiés sans l'aide d'un outil, d'une clé ou d'un mot de passe.

NOTE Conformément à l'IEC 62109, la valeur de réponse est $R_{an} = \frac{V_{max-pv}}{30mA}$.

Par conséquent, V_{max-pv} est la tension d'entrée la plus élevée de l'onduleur. Cela signifie que pour une tension d'entrée de 600 V, la valeur de réponse est de 20 k Ω alors que pour une tension d'entrée de 1 000 V, la valeur de réponse est de 33 k Ω .

D.2.4.2 Capacité de fuite du réseau C_e

Les exigences de performance de C.2.4.2 s'appliquent.

D.2.4.3 Indication de la valeur de la résistance d'isolement R_F

Les exigences de performance de 4.4.7 s'appliquent, mais l'indication doit être disponible sur l'onduleur.

D.2.4.4 Tension nominale admissible en permanence U_n et caractéristiques de la tension du système PV à courant continu

Les exigences de performance de C.2.4.3 s'appliquent avec l'exception que la tension nominale admissible en permanence U_n correspond à la tension nominale admissible en permanence U_n de l'onduleur.

D.2.4.5 Tension d'alimentation U_S

Le paragraphe 4.4.10 de la présente norme s'applique avec l'exception suivante.

Si la tension d'alimentation U_S de la PV-IMF est fournie intérieurement à partir de l'onduleur, la plage de fonctionnement de la tension d'alimentation doit être égale à la plage de tension interne.

D.2.5 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 4.5 de la présente norme s'applique avec l'exception que les exigences CEM doivent être compatibles avec les exigences CEM pour l'onduleur. Les critères de performance de l'IEC 61324-2-4 s'appliquent.

D.2.6 Exigences de sécurité

D.2.6.1 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les exigences de 4.6.2 de la présente norme s'appliquent avec les différences suivantes:

- Si l'onduleur inclut des mesures pour limiter la surtension à des catégories en dessous de la catégorie de surtension III selon l'IEC 61010-1, la catégorie de surtension pour la PV-IMF est réduite à la catégorie II;
- le degré de pollution correspond au degré à l'intérieur de l'onduleur.

D.2.7 Conditions climatiques ambiantes

Les exigences de 4.7 de la présente norme s'appliquent avec l'exception suivante:

- les classes climatiques de la PV-IMF doivent être adaptées aux classes climatiques à l'intérieur de l'onduleur.

D.2.8 Exigences mécaniques

Les exigences de 4.8 de la présente norme s'appliquent avec l'exception suivante:

- la robustesse mécanique du produit doit être adaptée à la classe de protection requise à l'intérieur de l'onduleur,
- la classe de protection IP doit être adaptée à la classe de protection requise à l'intérieur de l'onduleur.

D.3 Marquage et instructions de fonctionnement

D.3.1 Marquage

Les exigences de 5.1 de la présente norme s'appliquent avec les exceptions suivantes:

- les modules de PV-IMF doivent être marqués au moins de la dénomination de type et du code d'identification du fabricant;
- le marquage n'est pas requis pour les PV-IMF intégrées dans l'électronique de l'onduleur.

D.3.2 Instructions de fonctionnement

Les exigences de 5.2 de la présente norme s'appliquent avec l'exception suivante:

- les instructions de fonctionnement pour les PV-IMF peuvent être incluses dans les instructions de fonctionnement pour l'onduleur.

D.4 Essais

D.4.1 Généralités

Les essais à l'Article 6 s'appliquent, mais doivent être réalisés avec la PV-IMF intégrée dans l'onduleur et avec les modifications suivantes.

L'essai de type doit être réalisé avec la PV-IMF intégrée dans l'onduleur.

En variante, les essais de type sur les modules de PV-IMFs peuvent être réalisés sans l'onduleur, si la fonction d'onduleur relative à la PV-IMF est simulée avec un montage d'essai correspondant.

D.4.2 Essais de type

D.4.2.1 Essai des valeurs de réponse R_{an}

Pour une valeur de réponse fixe, l'essai de 6.2.2 doit être réalisé.

Pour une valeur de réponse variable, l'essai de 6.2.2 doit être réalisé et on doit faire varier la valeur de réponse par l'onduleur.

D.4.2.2 Essai de la fonction d'alarme

Les exigences de D.2.3.1 doivent être vérifiées.

D.4.2.3 Essai de la fonction d'essai

Les exigences de D.2.3.2 doivent être vérifiées.

D.4.2.4 Essai de la tension nominale admissible en permanence U_n et de la caractéristique de la tension du système PV

Les essais en C.4.2.4 doivent être réalisés en tenant compte de D.2.4.4.

D.4.2.5 Essai de la tension d'alimentation U_S

L'essai de 6.2.11 doit être réalisé en tenant compte des exigences de D.2.4.5.

D.4.2.6 Essai de tension

Les essais de 6.2.13 doivent être réalisés en tenant compte de D.2.6.1.

D.4.2.7 Essai de la compatibilité électromagnétique (CEM)

L'essai de 6.2.14 doit être réalisé en tenant compte de D.2.5.

D.4.2.8 Essai dans des conditions climatiques ambiantes spécifiques

L'essai dans des conditions climatiques ambiantes spécifiques doit être réalisé en tenant compte des exigences de D.2.7.

D.4.2.9 Inspection du marquage et des instructions de fonctionnement

L'essai de 6.2.15 doit être réalisé en tenant compte des exigences de D.3.

D.4.2.10 Essai mécanique

Les essais mécaniques doivent être réalisés avec la PV-IMF intégrée dans l'onduleur. Les exigences de D.2.8 doivent être vérifiées.

D.4.3 Essais individuels de série**D.4.3.1 Essai des valeurs de réponse**

Les exigences de 6.2.2 s'appliquent en tenant compte des exigences de D.4.2.1.

D.4.3.2 Essai de la fonction d'alarme

Les exigences de D.4.3 s'appliquent.

D.4.3.3 Essai de la fonction d'essai

Les exigences de D.4.2.3 s'appliquent.

D.4.3.4 Essai de tension

Les exigences de D.4.2.6 s'appliquent.

D.5 Vue d'ensemble des exigences et des essais pour les PV-IMF

Le Tableau D.1 donne une vue d'ensemble des exigences et des essais à réaliser pour les PV-IMF.

Tableau D.1 – Exigences et essais pour les PV-IMF intégrées dans l'onduleur

Caractéristiques	Exigences	Essais de type	Essais individuels de série
Types des PV-IMF	D.2.2	6.2	Non applicable
Valeurs de réponse spécifiée R_{an}	D.2.4.1	D.2.4.1	D.4.3.1
Capacité de fuite du réseau C_e	D.2.4.2	6.2.1, D.4.2.2	Non applicable
Alarme de défaut d'isolement	D.2.3.1	D.4.2.2	D.4.3.2
Fonction d'autotest	D.2.3.2	D.4.2.3	D.4.3.3
Tension nominale admissible en permanence U_n	D.2.4.4	D.4.2.4	Non applicable
Variation de la tension nominale U_n et de la caractéristique de la tension du système PV	C.2.4.3	D.4.2.4	Non applicable
Tension d'alimentation U_s	D.2.4.5	D.4.2.5	Non applicable
Distances d'isolement et lignes de fuite	D.2.6.1	D.4.2.6	D.4.3.4
CEM	D.2.5	D.4.2.7	Non applicable
Marquage et instructions de fonctionnement	D.3	D.4.2.9	Non applicable
Exigences mécaniques	D.2.8	D.4.2.10	Non applicable

Bibliographie

IEC 60027-7, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 7: Production, transport et distribution de l'énergie électrique*

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

IEC 60364-7-712, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7-712: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV)*

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

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

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

IEC 61557-9, *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*

KEREKES, T., TEODORESCU, R. and BORUP, U. *Transformerless Photovoltaic Inverters Connected to the Grid*. 22nd Annual IEEE Applied Power Electronics Conference (APEC 2007), pp. 1733-1737.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch