

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

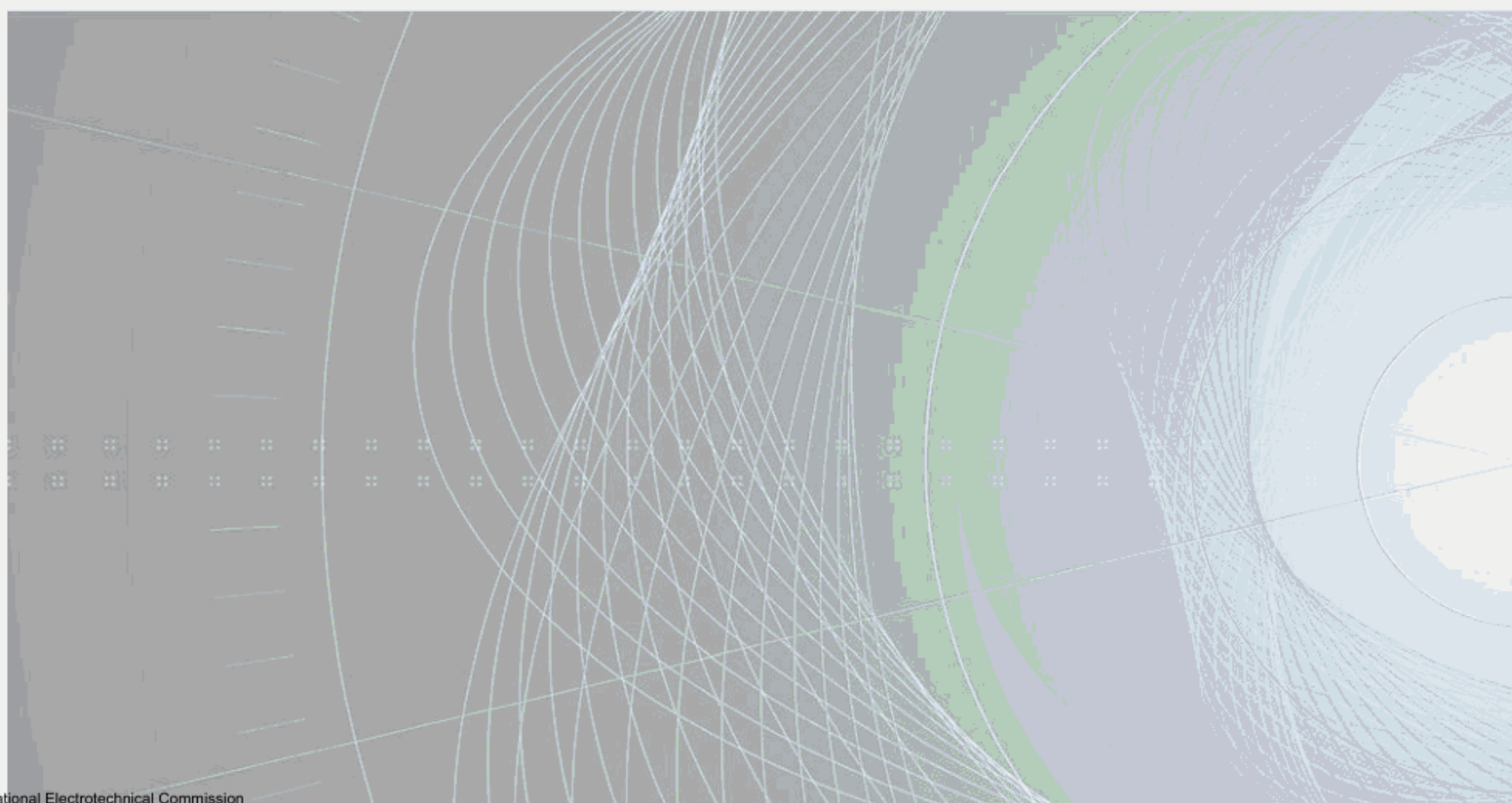


BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to
conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux
perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz
à 150 kHz**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2015 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 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 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 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 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.



IEC 61000-4-16

Edition 2.0 2015-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to
conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux
perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz
à 150 kHz**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-8322-3036-7

<p>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.</p>
--



IEC 61000-4-16

Edition 2.0 2015-12

Copyright International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions.....	8
4 General.....	9
5 Test levels.....	9
5.1 General.....	9
5.2 Test levels at mains frequency.....	10
5.3 Test levels in the frequency range 15 Hz-150 kHz.....	10
6 Test equipment	11
6.1 Test generators.....	11
6.1.1 General.....	11
6.1.2 Characteristics and performance of the generator for d.c. tests.....	11
6.1.3 Characteristics and performance of the generator for tests at mains frequency: 16 ^{2/3} Hz, 50 Hz and 60 Hz.....	12
6.1.4 Characteristics and performance of the generator for tests in the frequency range 15 Hz to 150 kHz	12
6.2 Verification of the characteristics of the test generators	13
6.3 Coupling/decoupling networks	13
6.3.1 General.....	13
6.3.2 Coupling networks	13
6.3.3 Decoupling devices	14
7 Test set-up.....	14
7.1 General.....	14
7.2 Earthing connections.....	15
7.3 Equipment under test.....	15
7.4 Test generators.....	15
7.5 Decoupling/isolation devices	15
8 Test procedure.....	15
8.1 General.....	15
8.2 Laboratory reference conditions	16
8.2.1 General.....	16
8.2.2 Climatic conditions.....	16
8.2.3 Electromagnetic conditions	16
8.3 Execution of the test.....	16
9 Evaluation of test results	17
10 Test report	18
Annex A (informative) Sources of disturbances and coupling mechanisms	23
A.1 Sources of disturbances.....	23
A.2 Coupling mechanisms	23
Annex B (informative) Selection of test levels	25
Bibliography	26
Figure 1 – Example of equipment ports and configuration.....	19



IEC 61000-4-16

Figure 2 – Profile of the test voltage 19

Figure 3 – Example of the generator for d.c. and frequency voltage tests 15 Hz up to 150 kHz 20

Figure 4 – Example of the generator for tests at mains frequency ($16^{2/3}$ Hz, 50 Hz and 60 Hz) 20

Figure 5 – Schematic circuit of the coupling T network for communication ports and other ports intended for connection to highly balanced pairs 21

Figure 6 – Schematic circuit for type tests 22

Table 1 – Levels for continuous disturbance 10

Table 2 – Levels for short duration disturbance 10

Table 3 – Test levels in the frequency range 15 Hz to 150 kHz 11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4-16: Testing and measurement techniques –
Test for immunity to conducted, common mode disturbances
in the frequency range 0 Hz to 150 kHz**

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 61000-4-16 has been prepared by subcommittee 77A: Low-frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms part 4-16 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998, Amendment 1:2001 and Amendment 2:2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) clarification and complement of test generators' specifications and performances.

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

FDIS	Report on voting
77A/905/FDIS	77A/917/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.

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, 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 website 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.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

INTRODUCTION

This standard is part of the IEC 61000 series, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards or as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: IEC 61000-6-1).

This part is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to conducted, common mode disturbances in the range d.c. to 150 kHz.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz

1 Scope

This part of IEC 61000 relates to the immunity requirements and test methods for electrical and electronic equipment to conducted, common mode disturbances in the range d.c. to 150 kHz.

The object of this standard is to establish a common and reproducible basis for testing electrical and electronic equipment with the application of common mode disturbances to power supply, control, signal and communication ports.

This standard defines

- test voltage and current waveform;
- range of test levels;
- test equipment;
- test set-up;
- test procedures.

For some types of ports, for example ports intended to be used with highly balanced lines, additional test provisions may be established by product committee specifications.

The test is intended to demonstrate the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to conducted, common mode disturbances such as those originating from power line currents and return leakage currents in the earthing/grounding system.

The disturbances produced by 400 Hz mains systems are not included in the scope of this standard.

Actual interference due to these disturbance phenomena is relatively rare, except in industrial plants. Product committees should therefore consider whether there is a justification for applying this standard in their product/product family standards (see also Clause 4).

This test is not relevant for equipment ports intended to be connected to short cables, having a length less than 20 m or less.

The immunity to harmonics and interharmonics, including mains signalling, on a.c. power ports (in differential mode) is not included in the scope of this standard and is covered by IEC 61000-4-13 and IEC 61000-4-19.

The immunity to conducted disturbances generated by intentional radio-frequency transmitters is not included in the scope of this standard and is covered by IEC 61000-4-6.

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.

Void.

3 Terms and definitions

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

NOTE Not all of the definitions given in Clause 3 are included in IEC 60050-161.

3.1

EUT

equipment under test

equipment (devices, appliances and systems) subjected to tests

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.2

auxiliary equipment

AE

equipment that is necessary for setting up all functions and assessing the correct performance (operation) of the EUT during the test

3.3

port

particular interface of the specified equipment with the external electromagnetic environment

SEE: Figure 1.

3.4

coupling

interaction between circuits, transferring energy from one circuit to another

3.5

coupling network

electrical circuit for the purpose of transferring energy from one circuit to another

3.6

decoupling network

electrical circuit for the purpose of preventing test voltage applied to the equipment under test from affecting other devices, equipment or systems which are not under test

3.7

immunity (to a disturbance)

ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-20]

3.8

source impedance of the test generator

ratio between the open circuit voltage and the short circuit current, expressed as:

V_{oc} open circuit voltage / I_{sc} short circuit current

4 General

The conducted, common mode disturbances in the frequency range d.c. to 150 kHz may influence the reliable operation of equipment and systems installed in residential areas, industrial areas and electrical plants.

Only those ports of an EUT which are likely to be subjected to the disturbances dealt with by this standard shall be considered for the application of its requirements.

The disturbances are typically generated by

- the power distribution system, with its fundamental frequency, significant harmonics and interharmonics;
- power electronic equipment (e.g. power convertors), which may inject disturbances into the ground conductors and earthing system (through stray capacitance or filters), or generate disturbances in signal and control lines by induction.

At the mains frequency and harmonics of the mains frequency, the disturbances are usually generated by the power distribution system (fault and leakage currents in the ground and earthing systems).

At frequencies above the range of harmonics of the mains frequency (up to 150 kHz) the disturbances are usually generated by power electronic equipment, which is often found in industrial and electrical plants.

The coupling of the source of disturbances with the power supply, signal, control and communication cables, transfer these disturbances to the ports of the equipment under test.

Because the coupling mechanisms defined above cannot be completely eliminated, it is necessary for equipment to have adequate immunity to the disturbances.

Depending on the type of installation, the disturbances may be classified as follows:

- a) voltage/current at power frequency: d.c., $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz and 60 Hz;
- b) voltage/current in the frequency range 15 Hz to 150 kHz (including the harmonics of the mains frequency).

This standard defines the test procedures for both the categories of disturbance defined above. The applicability of the tests should be defined in the product standard.

Annex A contains more information on the phenomena.

5 Test levels

5.1 General

The preferred range of test levels, applicable to equipment ports as a function of the different types and sources of disturbances, is given in 5.2 and 5.3.

The levels are given for the tests at the mains frequency (d.c., $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz and 60 Hz) and in the frequency range 15 Hz to 150 kHz.

The applicability of each test shall be defined in the product standard.

The test voltage shall be applied in common mode to power supply, control, signal and communication ports (the differential mode voltage is dependent on the circuit unbalance).

A guide for the selection of the test levels is given in Annex B.

5.2 Test levels at mains frequency

Tables 1 and 2 define the preferred test levels.

The levels apply to test voltage at d.c. and at the mains frequencies of 16^{2/3} Hz, 50 Hz and 60 Hz.

Table 1 – Levels for continuous disturbance

Level	Open circuit test voltage V (r.m.s.)
1	1
2	3
3	10
4	30
x	Special
NOTE x is an open level. This level may be defined in the product standard.	

Table 2 – Levels for short duration disturbance

Level	Open circuit test voltage V (r.m.s.)
1	10
2	30
3	100
4	300
x	Special
NOTE x is an open level. This level may be defined in the product standard.	

For short duration disturbances, the normal duration for each applied disturbance is 1 s; however, product standards may specify different durations for specific applications.

The test shall be carried out at one or more of the following frequencies: d.c., 16^{2/3} Hz, 50 Hz or 60 Hz, according to the relevant mains frequency in the equipment location (see annex A); the test at 16^{2/3} Hz is therefore only applicable where the equipment is intended to be used in the proximity of railway systems at this frequency.

The test level shall not exceed the test voltage defined in the product standard.

Information on the proposed test levels is given in Annex B.

5.3 Test levels in the frequency range 15 Hz-150 kHz

Table 3 defines the preferred test levels.

Table 3 – Test levels in the frequency range 15 Hz to 150 kHz

Level	Profile of the test voltage (open circuit) V (r.m.s.)			
	15 Hz – 150 Hz	150 Hz – 1,5 kHz	1,5 kHz – 15 kHz	15 kHz – 150 kHz
1	1 – 0,1	0,1	0,1 – 1	1
2	3 – 0,3	0,3	0,3 – 3	3
3	10 – 1	1	1 – 10	10
4	30 – 3	3	3 – 30	30
x	x	x	x	x

NOTE 1 x is an open level. This level can be given in the product specification.

NOTE 2 The profile of the test voltage in relation to frequency (see Annex B for information) is as follows:

- starting from the frequency 15 Hz, the level decreases up to 150 Hz at 20 dB/decade;
- the level is constant from 150 Hz to 1,5 kHz;
- the level increases from 1,5 kHz to 15 kHz at 20 dB/decade;
- the level is constant from 15 kHz to 150 kHz.

The profile of the test voltage is represented in Figure 2.

No test level is defined below 15 Hz, excluding d.c., as tests in this frequency range are not considered to be relevant.

6 Test equipment

6.1 Test generators

6.1.1 General

The features of the test generators for each specific test are given in 6.1.2, 6.1.3 and 6.1.4.

The generators shall have provisions to prevent the emission of disturbances which, if injected in the power supply network, may influence the test results.

Information on the impedance of the test generators is given in Annex A.

6.1.2 Characteristics and performance of the generator for d.c. tests

The test generator typically consists of a d.c. power supply unit with variable output voltage and a time controlled switch for the short duration test.

Generator for continuous disturbance

- waveform: direct current, ripple less than 5 %;
- open circuit output voltage range (r.m.s.): 1 V, with a relative tolerance of –10 % to 30 V, with a relative tolerance of +10 %;
- source impedance: $V_{OC}/I_{SC} = 50 \, \Omega$, with a relative tolerance of $\pm 10 \, \%$.

Generator for short duration disturbance

- waveform: direct current, ripple less than 5 %;
- open circuit output voltage range: 10 V, with a relative tolerance of –10 % to 300 V, with a relative tolerance of +10 %;
- source impedance: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, with a relative tolerance of ± 10 %;
- rise and fall time of the output voltage at on/off switching: between 1 μ s and 5 μ s.

The schematic in principle of the test generator is given in Figure 3.

6.1.3 Characteristics and performance of the generator for tests at mains frequency: 16^{2/3} Hz, 50 Hz and 60 Hz

The test generator typically consists of a variable transformer (connected to the mains distribution network), an isolation transformer and a time controlled switch for the short duration test; the switch shall be synchronized at 0° of the mains voltage waveform.

Generator for continuous disturbance

- waveform: sinusoidal, total harmonic distortion less than 10 %;
- open circuit output voltage range (r.m.s.): 1 V, with a relative tolerance of –10 % to 30 V, with a relative tolerance of +10 %;
- source impedance: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, with a relative tolerance of ± 10 %;
- frequency: selected mains frequency.

Generator for short duration disturbance

- waveform: sinusoidal, total harmonic distortion less than 10 %;
- open circuit output voltage range: 10 V, with a relative tolerance of – 10 % to 300 V, with a relative tolerance of + 10 %;
- source impedance: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, with a relative tolerance of ± 10 %;
- frequency: selected mains frequency;
- on/off switching of the output voltage: synchronized at zero crossing ($0^\circ \pm 5$ %).

The schematic in principle of the test generator is given in Figure 4.

6.1.4 Characteristics and performance of the generator for tests in the frequency range 15 Hz to 150 kHz

The test generator typically consists of a waveform generator capable of covering the frequency band of interest. It shall have an automated sweep capability of 1×10^{-2} decade/s or slower or, in the case of a synthesizer, be capable of being programmed with frequency-dependent step-sizes of 10 % of the preceding frequency value. It shall also be capable of being set manually.

Specifications

- waveform: sinusoidal, total harmonic distortion less than 1 %;
- open circuit output voltage range (r.m.s.): 0,1 V, with a relative tolerance of – 10 % to 30 V, with a relative tolerance of +10 %;
- source impedance: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, with a relative tolerance of ± 10 %;
- frequency range: 15 Hz, with a relative tolerance of –10 % to 150 kHz, with a relative tolerance of +10 %.

6.2 Verification of the characteristics of the test generators

In order to make it possible to compare the results dealing with different test generators, they shall be calibrated or verified for the most essential characteristics.

The following generator characteristics shall be verified:

- output voltage waveform;
- source impedance (V_{oc} open circuit voltage / I_{sc} short circuit current). The source impedance has to be verified:
 - at highest and lowest test level for all generators: d.c.; a.c.; sweep;
 - additionally for sweep generator at frequencies: 15 Hz, 1,5 kHz, 15 kHz, 150 kHz.For the verification of the source impedance of short duration disturbance generator, the first 50 ms may be disregarded;
- frequency accuracy;
- open circuit output voltage accuracy;
- rise and fall time of the output voltage at on/off switching (where applicable).

The verifications shall be carried out with voltage and current probes together with an oscilloscope or other equivalent measurement instrumentation with 1 MHz minimum bandwidth.

The accuracy of the measuring equipment shall be better than $\pm 5\%$.

6.3 Coupling/decoupling networks

6.3.1 General

The coupling networks enable the test voltage to be applied, in common mode, to the power supply, input/output (signal and control) and communication ports of the EUT. The decoupling networks prevent the application of the test voltage to the auxiliary equipment needed to perform the test.

6.3.2 Coupling networks

6.3.2.1 Coupling network for power supply and input/output ports

For power supply and input/output ports, the coupling network for each conductor is composed of a resistor and a capacitor in series. The coupling networks of each conductor are connected in parallel to form the coupling network of the port.

Figure 6 shows a schematic circuit for a coupling network, the value of the capacitor is $C = 1,0\ \mu\text{F}$ and the resistor is $R = 100 \times n\ \Omega$ where n is the number of the conductors (n is greater than or equal to 2).

The capacitors and the resistors for each of the conductors in the coupling network for a port shall be matched with a tolerance of 1 %.

For the d.c. voltage test the $1,0\ \mu\text{F}$ capacitors shall be short-circuited.

NOTE When performing the d.c. voltage test on a signal port, the impedance of the coupling network may cause the operating signal to be degraded.

For screened cables, the test signal is injected directly onto the cable shield, so no coupling network is required (see Figure 6).

6.3.2.2 Coupling networks for communication ports

For communication ports and other ports intended for connection to balanced pairs (single or multiple pairs), the coupling network is a T network.

Figure 5 shows a schematic circuit for a T network. The value of the capacitor is $C = 4,7 \mu\text{F}$, the resistor is $R = 200 \Omega$ and the inductor is $L = 2 \times 38 \text{ mH}$ (bifilar winding).

The components of the T network shall be matched with a tolerance such that the T network does not significantly degrade the common mode rejection ratio of the EUT.

It may be possible to produce T networks suitable for use with common mode rejection ratios greater than 80 dB, in which case the product standard should define an alternative coupling method.

6.3.3 Decoupling devices

6.3.3.1 General characteristics

The function of the decoupling device is to isolate the AE and/or simulator from the EUT port under test and thereby prevent the application of the test voltage to the AE and/or simulator.

The most important characteristic of a decoupling device is its common mode attenuation over the frequency range 0 Hz to 150 kHz.

Both active and passive isolation devices are available; examples of active devices include amplifiers and opto-isolators, while examples of passive devices include isolation transformers.

6.3.3.2 Specifications

The isolation and decoupling specifications, applicable to all the devices for all the types of operating signals, are:

- input to output and input/output to ground insulation withstand capability: 1 kV, 50/60 Hz, 1 min;
- common mode decoupling (attenuation) in the range 15 Hz to 150 kHz: 60 dB.

Decoupling devices with reduced insulation withstand capability may be used when testing at levels below level 4.

The common mode rejection of the decoupling device shall be as high as possible in order to minimize the degradation of the common mode rejection ratio of the EUT port.

The requirements of 6.3.3.2 also apply to complex devices, such as a power supply unit composed by an isolation transformer and an a.c. to d.c. converter.

For balanced lines the T network specified in 6.3.2.2 provides effective decoupling into the frequency range 10 kHz to 150 kHz. A decoupling device is still required for frequencies below 10 kHz.

7 Test set-up

7.1 General

The test set-up specifications are given for

- earthing connections;

- equipment under test;
- test generator;
- coupling and decoupling network (decoupling/isolation devices).

7.2 Earthing connections

The safety earthing requirements of the EUT, of the auxiliary equipment (AE) and of the test equipment shall be complied with at all times.

The EUT shall be connected to the earthing system in accordance with the manufacturer's specifications. The test generator, the coupling networks and the decoupling devices shall be connected to a ground reference plane (GRP) or to a common earth terminal. The earth connection to the GRP or to the common earth terminal shall be less than 1 m in length.

7.3 Equipment under test

The equipment under test shall be arranged and connected according to the equipment installation specifications.

The power supply, input/output and communication ports shall be connected to the sources of power supply, control and signals via the decoupling/isolation devices (see 6.3.3).

The operating signals for exercising the EUT may be provided by the auxiliary equipment or simulator.

The cables specified by the equipment manufacturer shall be used; in the absence of specifications, unshielded cables shall be adopted, of the type suitable for the signals involved.

The cable length is not relevant for the test, except in the case of shielded cables (see 8.3). For shielded cables, where the manufacturer specifies a maximum cable length, this length shall be used; in all other cases, the cable length shall be 20 m.

7.4 Test generators

The test generator shall be connected to the coupling network or coupling resistor, as specified in Clause 8.

7.5 Decoupling/isolation devices

The decoupling/isolation devices shall be connected between all the EUT's ports to be tested and the corresponding signal or power source.

Dedicated decoupling/isolation devices are not required if the AE or the power sources are isolated.

The decoupling/isolation devices should be located on the side of the cables near to the auxiliary equipment port, in order to use the normal terminations provided with the cables without the need to cut them.

In the case of shielded lines (e.g. coaxial cables), the generator shall be directly connected to the shields (no additional series resistor and capacitor are required).

8 Test procedure

8.1 General

The test procedure includes

- preliminary verification of the correct operation of the equipment;
- execution of the test.

8.2 Laboratory reference conditions

8.2.1 General

In order to minimize the impact of environmental parameters on test results, the tests shall be carried out in climatic and electromagnetic reference conditions as specified in 8.2.2 and 8.2.3.

8.2.2 Climatic conditions

Unless otherwise specified by the committee responsible for the generic or product standard, the climatic conditions in the laboratory shall be within any limits specified for the operation of the EUT and the test equipment by their respective manufacturers.

Tests shall not be performed if the relative humidity is so high as to cause condensation on the EUT or the test equipment.

Where it is considered that there is sufficient evidence to demonstrate that the effects of the phenomenon covered by this standard are influenced by climatic conditions, this should be brought to the attention of the committee responsible for this standard.

8.2.3 Electromagnetic conditions

The electromagnetic conditions of the laboratory shall not influence the test results.

8.3 Execution of the test

The EUT shall be configured for its normal operating conditions.

The tests shall be performed according to a test plan that shall specify

- the type of test;
- the test level;
- the test duration;
- the EUT's ports to be tested;
- the representative operating conditions of the EUT;
- the auxiliary equipment.

The power supply, signal and other functional electrical quantities shall be applied within their rated range. If the actual operating signal sources are not available, they may be simulated.

The main steps of the test procedure are as follows:

- preliminary verification of equipment performances;
- connection of the coupling networks and decoupling devices to the EUT's ports to be tested;
- verification of the operating performances of input signals, if necessary;
- application of the test voltage.

The test configuration can affect the operating conditions of the I/O ports of the EUT. These new conditions shall be considered as references in the evaluation of the test voltage influence.

The test voltage shall be applied for a period of time sufficient to allow a complete verification of the EUT's operating performance. For short duration tests (of typically 1 s duration), the test voltage shall be applied repeatedly until this criterion has been met.

The test in the frequency range 15 Hz to 150 kHz starts from 15 Hz; the rate of sweep shall not exceed 1×10^{-2} decade/s. Where the frequency is swept incrementally, the step size shall not exceed 10 % of the start and thereafter 10 % of the preceding frequency value.

The performance of the EUT shall be continuously monitored, and any degradation shall be recorded in the test report.

The test generator shall be connected to each port in turn. Ports not under test shall have the input terminals of their respective coupling network connected to ground (see Figure 6).

If the apparatus has a large number of similar ports, then a sufficient number shall be selected so that all different types of termination are covered.

The ports provided by unshielded cables shall be tested by applying the test voltage directly to the port's terminals.

In the case of shielded lines (e.g. coaxial cables), the generator output shall be directly connected to the screen (no additional series resistor and capacitor are required).

To test ports with more than two terminals (e.g. grouping), the test voltage shall be applied simultaneously between all the terminals of the port and ground (common mode).

For ports intended to be connected to balanced lines, the test voltage shall be applied using the T network specified in 6.3.2.2.

During the test with application of d.c. voltage, the polarity of the test voltage shall be reversed.

A general schematic for the application of the test voltage is given in figure 6.

The test voltage shall be applied in common mode to the following ports:

- power supply;
- input and output;
- communication.

No specific test is required for the earth port.

The performances of the EUT shall be verified against the requirements of the plan.

The test can produce unsafe situations due to the test voltage involved or the leakage current to earth: adequate safety precautions are essential to avoid risks to operators.

9 Evaluation of test results

The test results shall be classified in terms of the loss of function or degradation of performance of the equipment under test, relative to a performance level defined by its manufacturer or the requestor of the test, or agreed between the manufacturer and the purchaser of the product. The recommended classification is as follows:

- a) normal performance within limits specified by the manufacturer, requestor or purchaser;

- b) temporary loss of function or degradation of performance which ceases after the disturbance ceases, and from which the equipment under test recovers its normal performance, without operator intervention;
- c) temporary loss of function or degradation of performance, the correction of which requires operator intervention;
- d) loss of function or degradation of performance which is not recoverable, owing to damage to hardware or software, or loss of data.

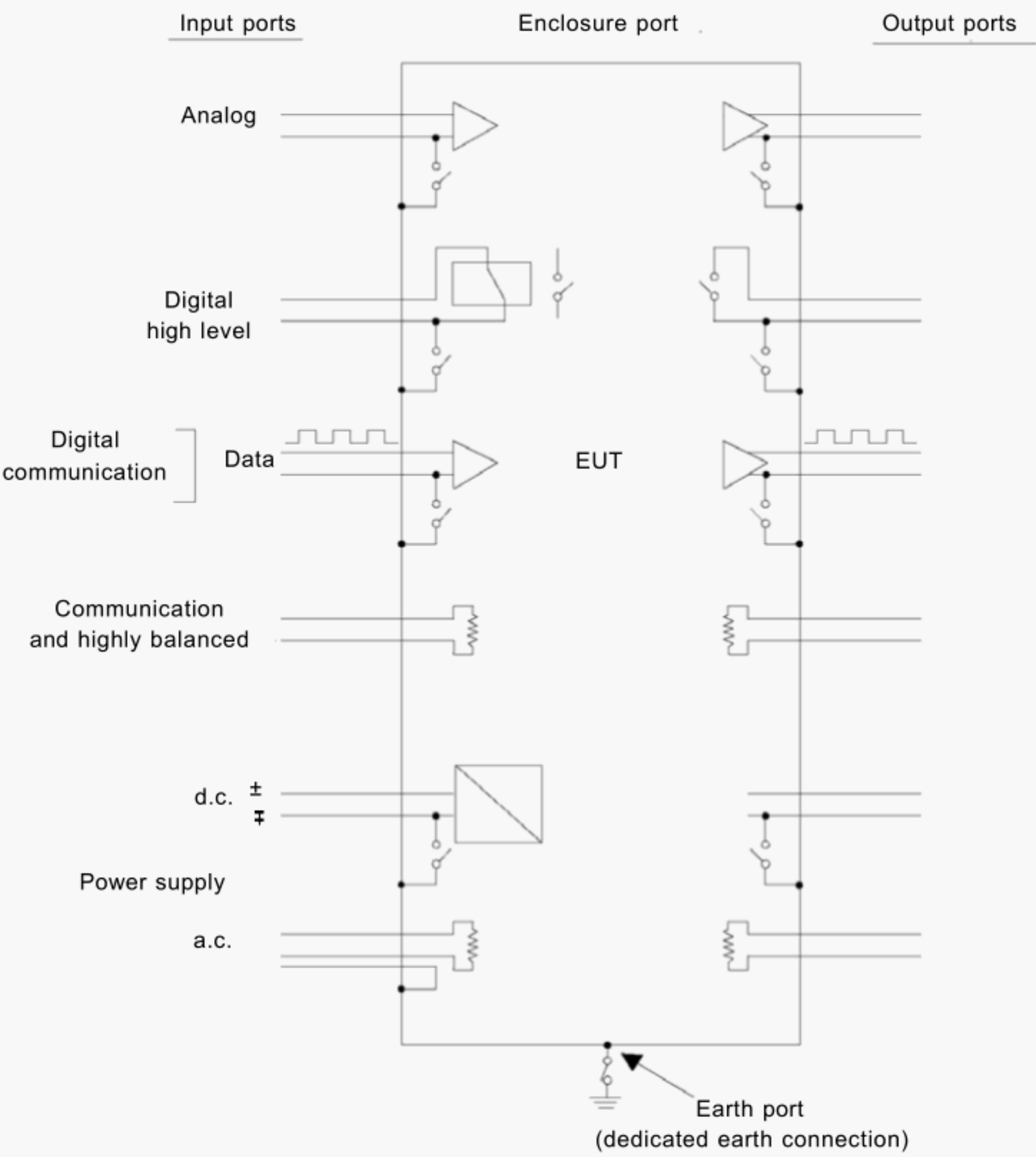
The manufacturer's specification may define effects on the EUT which may be considered insignificant, and therefore acceptable.

This classification may be used as a guide in formulating performance criteria, by committees responsible for generic, product and product-family standards, or as a framework for the agreement on performance criteria between the manufacturer and the purchaser, for example where no suitable generic, product or product-family standard exists.

10 Test report

The test report shall contain all the information necessary to reproduce the test. In particular, the following shall be recorded:

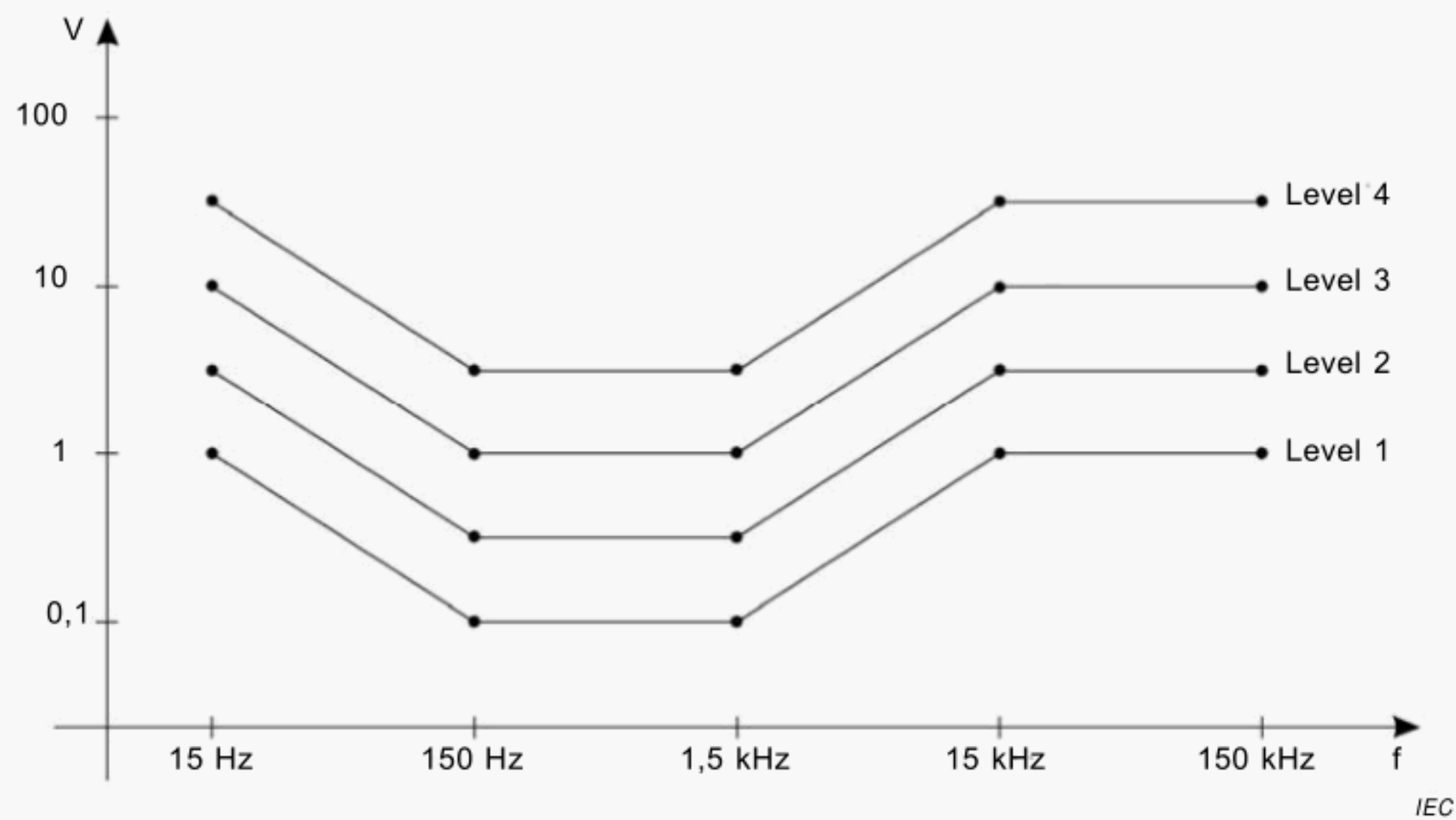
- the items specified in the test plan required by Clause 8 of this standard;
- identification of the EUT and any associated equipment, for example, brand name, product type, serial number;
- identification of the test equipment, for example, brand name, product type, serial number;
- any special environmental conditions in which the test was performed, for example, shielded enclosure;
- any specific conditions necessary to enable the test to be performed;
- performance level defined by the manufacturer, requestor or purchaser;
- performance criterion specified in the generic, product or product-family standard;
- any effects on the EUT observed during or after the application of the test disturbance, and the duration for which these effects persist;
- the rationale for the pass/fail decision (based on the performance criterion specified in the generic, product or product-family standard, or agreed between the manufacturer and the purchaser);
- any specific conditions of use, for example cable length and type, shielding or grounding, or EUT operating conditions, which are required to achieve compliance.



IEC

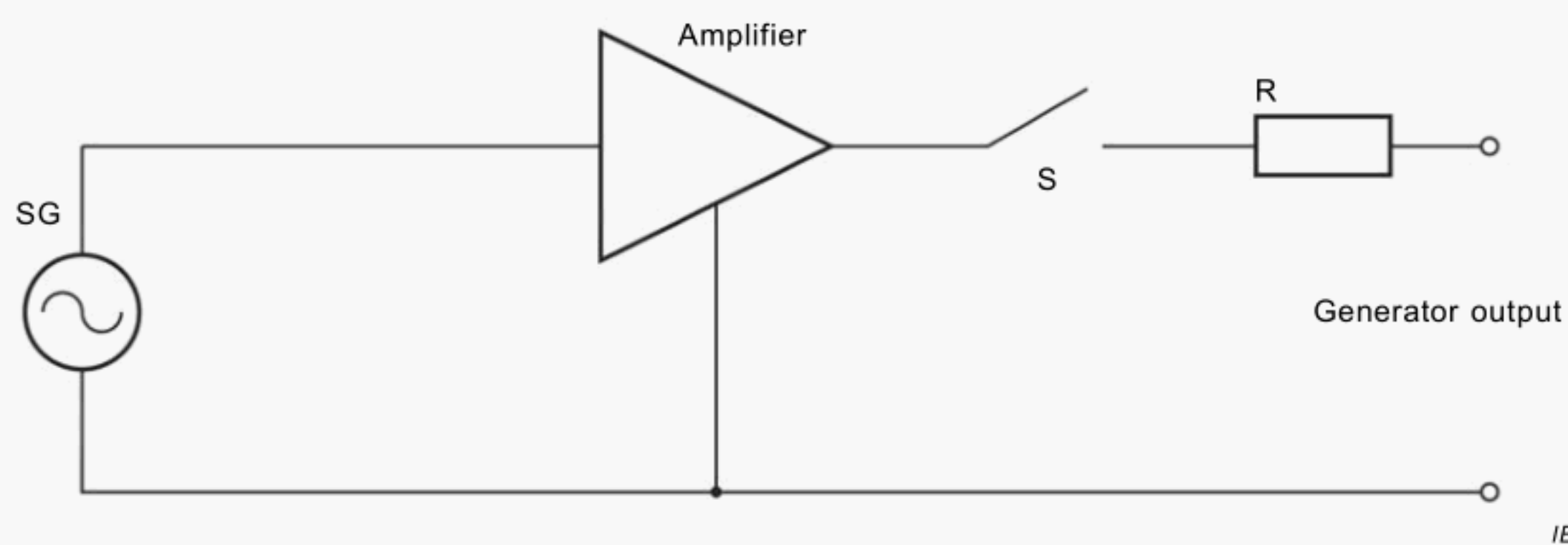
NOTE The switch position is related to the possible configuration of the ports: single-ended, isolated, etc.

Figure 1 – Example of equipment ports and configuration



IEC

Figure 2 – Profile of the test voltage

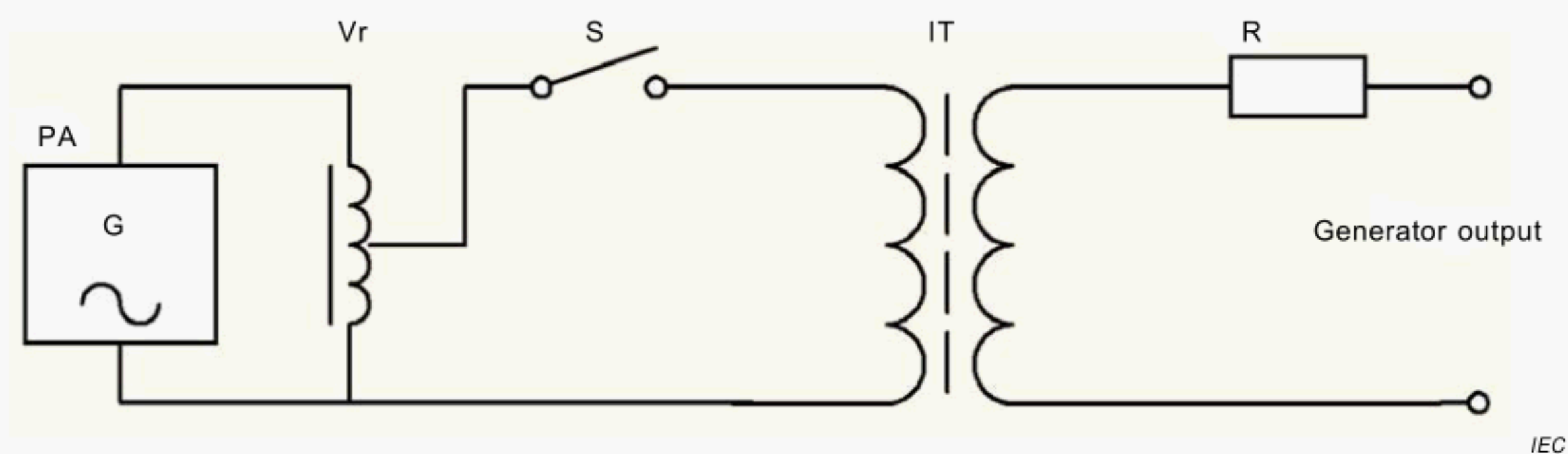


SG: signal generator

S: switch and control circuit

R: network resistor

Figure 3 – Example of the generator for d.c. and frequency voltage tests 15 Hz up to 150 kHz



PA: Power amplifier $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz, 60 Hz

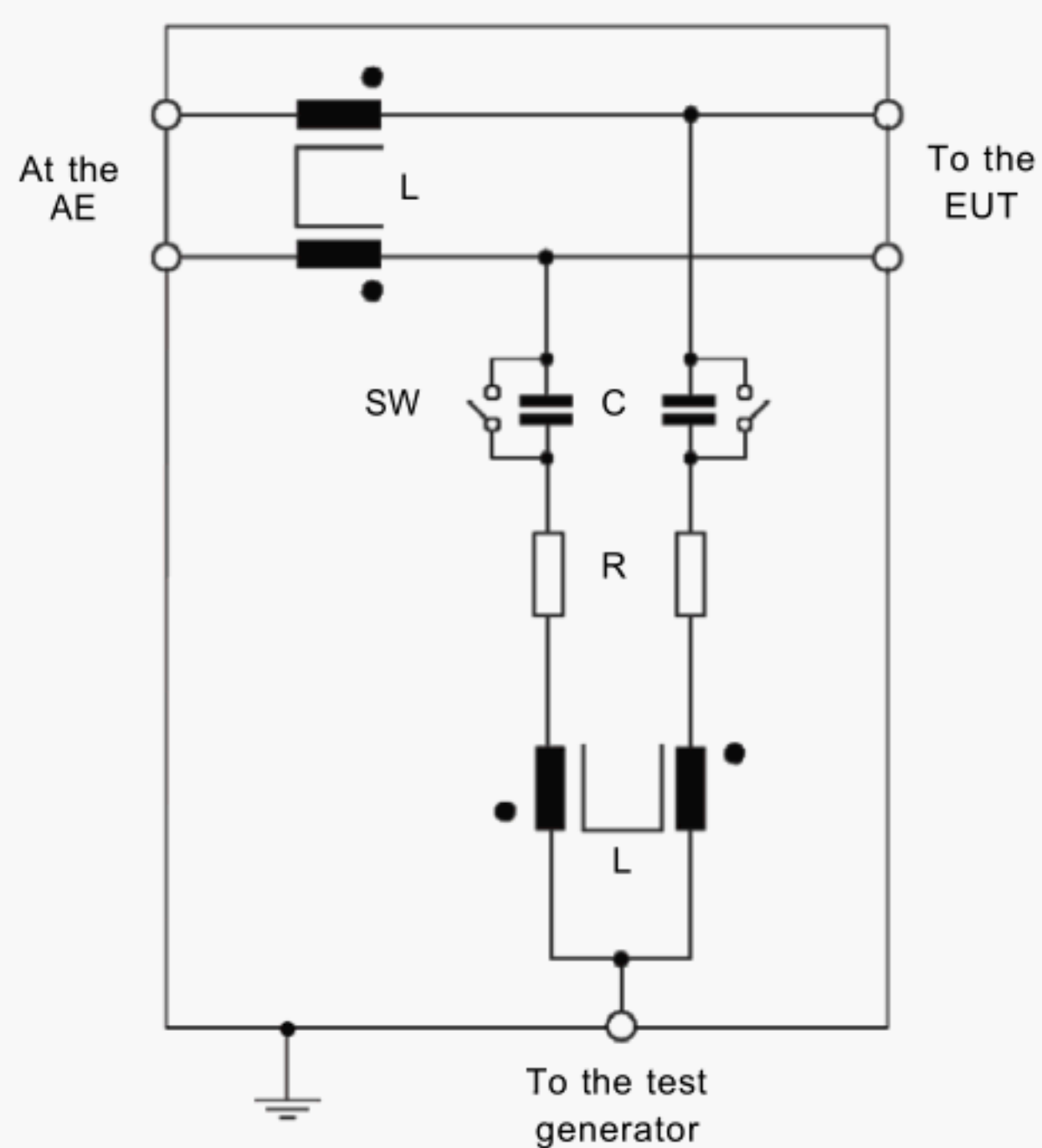
Vr: voltage regulation

S: switch, control circuit

IT: isolation transformer

R: network resistor

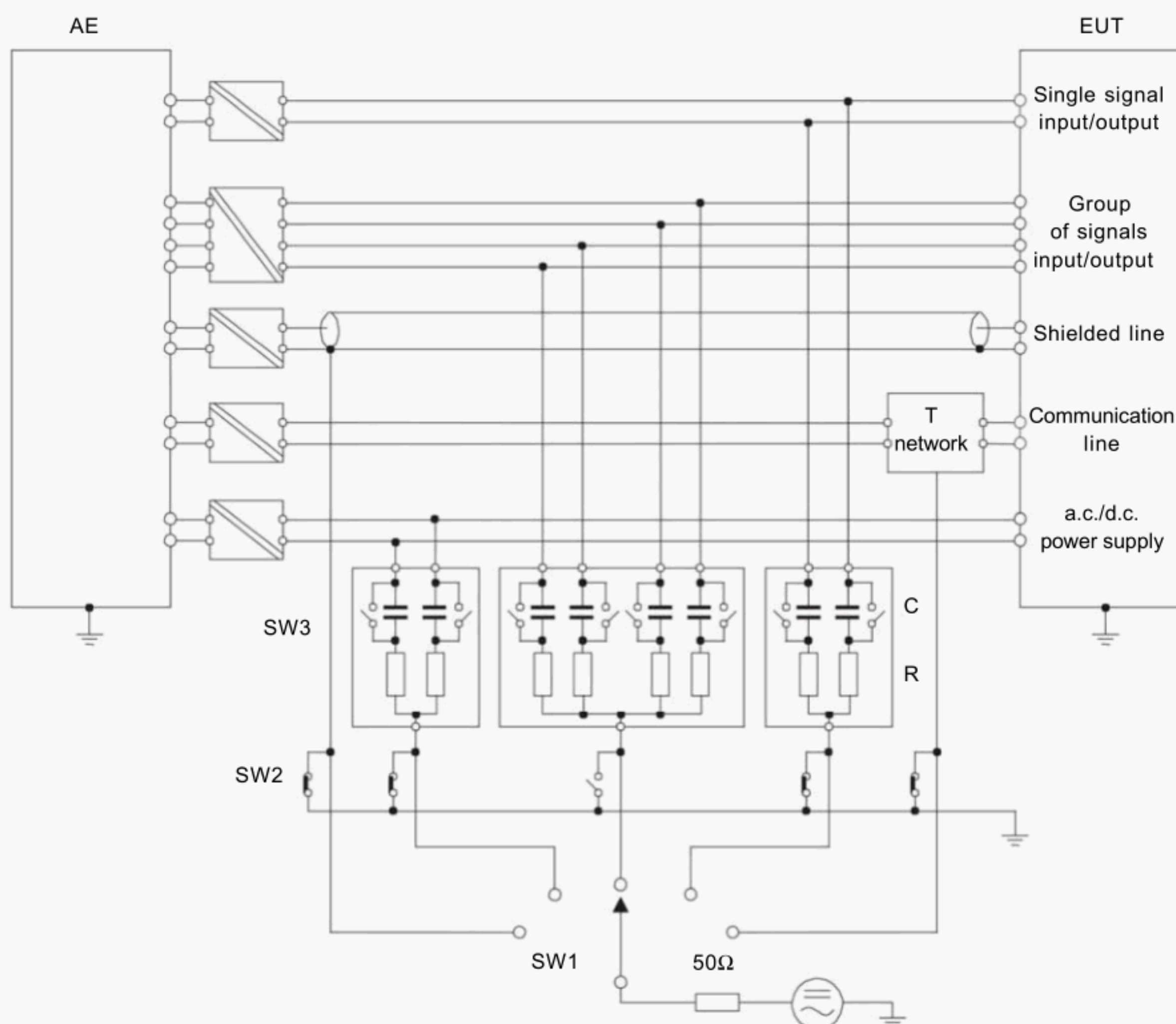
Figure 4 – Example of the generator for tests at mains frequency ($16^{2/3}$ Hz, 50 Hz and 60 Hz)



IEC

- R: 200 Ω
 C: 4,7 μF , to be short-circuited for d.c. voltage test (SW)
 L: 2 \times 38 mH (bifilar winding)

Figure 5 – Schematic circuit of the coupling T network for communication ports and other ports intended for connection to highly balanced pairs



IEC

$C = 1,0 \mu\text{F}$, to be short-circuited for d.c. voltage test (SW3)

$R = 100 \Omega \times n$ conductors belonging to the port concerned

Example for $n = 4$: $R = 400 \Omega$

NOTE Switch SW2 is used to connect all input terminals to ground, other than under test (see 8.3).

Figure 6 – Schematic circuit for type tests

Annex A (informative)

Sources of disturbances and coupling mechanisms

A.1 Sources of disturbances

The conducted, common mode disturbances at mains frequency and their harmonics may be generated by faults on the mains power distribution system and leakage currents flowing into the earth system.

The d.c. power supply network used in industrial, electrical plants and telecommunication centres may also generate d.c. common mode disturbances, particularly when either the positive or negative terminal is connected to earth.

Electrified railways will also generate disturbances at their frequency of operation (typically $16^{2/3}$ Hz).

The induced disturbances are described in detail in IEC 61000-2-3 and IEC TR 61000-2-5. The different types of disturbances may be present simultaneously but at different levels. Furthermore, if the power system develops a fault, the disturbance levels may be up to 10 times the reference levels given for normal operating conditions, however the fault condition disturbances are typically present for short durations only (up to about 1 s).

The disturbances at mains frequency and harmonics may affect signal ports of equipment where insufficient common mode rejection is available.

Disturbances up to 1 kHz to 2 kHz are mainly due to the harmonics of the power mains.

At higher frequencies the disturbances are mostly related to power electronic equipment, which may produce switching currents involving the ground system, giving rise to conducted, common mode disturbances.

A.2 Coupling mechanisms

The coupling mechanisms considered in Clause A.2 include the capacitive, inductive and resistive coupling. Details on the different coupling mechanisms are reported in IEC 61000-2-3. Capacitive coupling is not relevant where the signal lines have a reference to ground, e.g. due to a termination to earth or to the presence of capacitive filters.

Inductive coupling, due to the magnetic fields generated by the source of disturbances (e.g. power line, ground circuits), often produces significant disturbances in signal cables.

Resistive (or common impedance) coupling can directly affect signal lines, as in the case of earthed signal source, or can inject current into the shield of a signal cable. This type of coupling can appear the most relevant and sometimes may be considered inclusive of the effects of capacitive and inductive coupling.

The equivalent impedance of the coupling mechanisms may have a wide range of values, depending on the layout of the victim and of the source.

In the worst case of common impedance coupling, the equivalent coupling impedance may have values in the order of few ohms. In other cases the impedance may present values higher by several orders of magnitude, as in the case of balanced lines subjected to capacitive coupling.

Experience in laboratory has shown that the immunity tests on the different ports of the equipment can be efficiently performed with a single representative source impedance having the value of 150 Ω . This value may also represent the common mode characteristic impedance of a power or signal line in the field, and is in accordance with the approach adopted by other basic standards in the IEC 61000-4 series.

Annex B (informative)

Selection of test levels

This standard describes different tests. The applicability of each test, the test level and the related acceptance criteria shall be defined in the product standards.

The test levels should be selected in accordance with the most realistic installation and environmental conditions.

A guideline for the applicability of the tests and the selection of the levels for various installations is given in IEC TR 61000-2-5. The latter gives a range of disturbance levels for different locations.

Based on common installation practices, the following practical rules may be used to classify the environment:

Level 1: Well protected environment

The installation is characterized by the following attributes:

- separation of the internal power supply network from the mains network, for example by dedicated isolation transformers;
- electronic equipment earthed to a dedicated earthing collector, connected to the earthing system (ground network) of the installation.

A computer room may be representative of this environment.

Level 2: Protected environment

The installation is characterized by the following attributes:

- direct connection to the low voltage mains network;
- electronic equipment earthed to the earthing system of the installation.

A control room or terminal room located in a dedicated building of industrial plants and power plants may be representative of this environment.

Level 3: Typical industrial environment

The installation is characterized by the following attributes:

- direct connection to the low voltage or medium voltage mains network;
- electronic equipment earthed to the earthing system of the installation (ground network);
- use of power convertors injecting stray currents into the ground network.

Industrial installations and power plants may be representative of this environment.

Level 4: Severe industrial environment

The installation is characterized by the following attributes:

- direct connection to the low voltage or medium voltage mains network;
- electronic equipment connected to the earthing system of the installation (ground network) common to HV equipment and systems;
- use of power convertors injecting stray currents into the ground network.

GIS and open-air HV substations, and the related power plant, may be representative of this environment.

Level 5: Special situations, to be analyzed

Special installation conditions may be analyzed or investigated, and consequently immunity requirements higher or lower than specified for the different class may be defined.

Bibliography

- [1] IEC 60381-2, *Analogue signals for process control systems – Part 2: Direct voltage signals*
 - [2] IEC 61000-2-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 3: Description of the environment – Radiated and non-network-frequency-related conducted phenomena*
 - [3] IEC TR 61000-2-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic environments*
 - [4] IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
 - [5] IEC 61000-4-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*
 - [6] IEC 61000-4-19, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*
 - [7] IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
 - [8] IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 161: Electromagnetic compatibility*
 - [9] IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4XX: Testing and measurement techniques*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives.....	34
3 Termes et définitions	34
4 Généralités.....	35
5 Niveaux d'essai	35
5.1 Généralités	35
5.2 Niveaux d'essai à la fréquence du réseau.....	36
5.3 Niveaux d'essai dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz	36
6 Équipement d'essai	37
6.1 Générateurs d'essai.....	37
6.1.1 Généralités	37
6.1.2 Caractéristiques et performances du générateur pour essais en courant continu.....	37
6.1.3 Caractéristiques et performances du générateur pour essais à la fréquence du réseau: 16 ^{2/3} Hz, 50 Hz et 60 Hz	38
6.1.4 Caractéristiques et performances du générateur pour essais dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz	38
6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai.....	39
6.3 Réseaux de couplage/découplage	39
6.3.1 Généralités	39
6.3.2 Réseaux de couplage.....	39
6.3.3 Dispositifs de découplage	40
7 Installation d'essai	41
7.1 Généralités	41
7.2 Connexions de mise à la terre	41
7.3 Équipement en essai	41
7.4 Générateurs d'essai.....	42
7.5 Dispositifs de découplage/d'isolement	42
8 Mode opératoire d'essai	42
8.1 Généralités	42
8.2 Conditions de référence en laboratoire	42
8.2.1 Généralités	42
8.2.2 Conditions climatiques	42
8.2.3 Conditions électromagnétiques.....	42
8.3 Exécution de l'essai.....	43
9 Évaluation des résultats d'essai.....	44
10 Rapport d'essai	44
Annexe A (informative) Sources de perturbations et mécanismes de couplage	49
A.1 Sources de perturbations.....	49
A.2 Mécanismes de couplage	49
Annexe B (informative) Choix des niveaux d'essai	51
Bibliographie.....	53

Figure 1 – Exemple d'accès de l'équipement et configuration	45
Figure 2 – Profil de la tension d'essai	46
Figure 3 – Exemple de générateur pour les essais de tension de fréquence et de courant continu 15 Hz jusqu'à 150 kHz	46
Figure 4 – Exemple de générateur pour essais à la fréquence du réseau ($16^{2/3}$ Hz, 50 Hz et 60 Hz)	47
Figure 5 – Schéma de circuit du réseau de couplage en T pour les accès de communication et pour les autres accès destinés à être connectés à des paires fortement symétriques	47
Figure 6 – Schéma de circuit pour essais de type	48
 Tableau 1 – Niveaux pour perturbations continues	 36
Tableau 2 – Niveaux pour perturbation de courte durée	36
Tableau 3 – Niveaux d'essai dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz	37

.....

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz à 150 kHz

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 61000-4-16 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la partie 4-16 de l'IEC 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de l'IEC.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1998, l'Amendement 1:2001 et l'Amendement 2:2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) clarification et complément des caractéristiques et performances des générateurs d'essai.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77A/905/FDIS	77A/917/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.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, 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.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente norme fait partie de la série IEC 61000, structurée comme suit:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produits)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Principes d'installation et d'atténuation

Principes d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en plusieurs parties, publiées soit sous forme de normes internationales, soit sous forme de spécifications ou de rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées en tant que sections. D'autres seront publiées avec un tiret à la suite du numéro de partie suivi d'un second numéro pour identifier la subdivision (exemple: IEC 61000-6-1).

La présente partie constitue une Norme internationale indiquant les exigences en matière d'immunité et les modes opératoires d'essai relatifs aux perturbations conduites en mode commun, dans la plage du courant continu à 150 kHz.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz à 150 kHz

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61000 traite des exigences en matière d'immunité et des méthodes d'essai relatives aux équipements électriques et électroniques soumis à des perturbations conduites en mode commun dans la plage du courant continu à 150 kHz.

L'objet de la présente Norme est d'établir une base commune et reproductible destinée à soumettre à essai les performances des équipements électriques et électroniques lorsque ceux-ci sont soumis à des perturbations conduites en mode commun, appliquées aux accès d'alimentation, de commande, de signal et de communication.

La présente Norme définit

- la tension d'essai et la forme d'onde du courant;
- les plages de niveaux d'essai;
- l'équipement d'essai;
- le montage d'essai;
- les modes opératoires d'essais.

Pour certains types d'accès, concernant, par exemple, des accès prévus pour être utilisés avec des lignes fortement symétriques, des dispositions d'essais supplémentaires peuvent être définies dans les spécifications des comités de produit.

L'essai vise à démontrer l'immunité des équipements électriques et électroniques soumis à des perturbations conduites en mode commun telles que celles provenant des courants de lignes d'alimentation et des retours de courants de fuite dans les dispositifs de mise à la terre/à la masse.

Les perturbations dues au réseau 400 Hz ne font pas partie du domaine d'application de la présente Norme.

De réelles interférences dues à ces phénomènes de perturbations sont relativement rares, excepté dans les installations industrielles. Il convient donc que les comités de produit étudient si l'application de la présente Norme à leurs normes de produit/famille de produits est justifiée (voir aussi l'Article 4).

Cet essai n'est pas pertinent pour les accès d'équipements destinés à être raccordés à des câbles courts (20 m au maximum).

L'immunité aux harmoniques et interharmoniques, y compris les signaux transmis sur le réseau, sur les accès d'alimentation en courant alternatif (en mode différentiel) ne fait pas partie du domaine d'application de la présente Norme, mais est traitée par l'IEC 61000-4-13 et l'IEC 61000-4-19.

L'immunité aux perturbations conduites provenant d'émetteurs radioélectriques intentionnels ne fait pas partie du domaine d'application de la présente Norme, mais est traitée par l'IEC 61000-4-6.

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).

Vide.

3 Termes et définitions

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

NOTE Les définitions données dans l'Article 3 ne figurent pas toutes dans l'IEC 60050-161.

3.1

EUT

équipement en essai

équipement (dispositifs, appareils et systèmes) assujettis aux essais

Note 1 à l'article: L'abréviation "EUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "equipment under test"

3.2

équipement auxiliaire

EA

équipement nécessaire pour installer toutes les fonctions et évaluer les performances correctes (fonctionnement) de l'EUT au cours de l'essai

3.3

accès

interface particulière entre l'équipement spécifié et l'environnement électromagnétique extérieur

VOIR: Figure 1.

3.4

couplage

interaction entre les circuits, assurant le transfert de l'énergie d'un circuit à l'autre

3.5

réseau de couplage

circuit électrique destiné au transfert de l'énergie d'un circuit à l'autre

3.6

réseau de découplage

circuit électrique destiné à éviter que la tension d'essai appliquée à l'équipement en essai n'affecte d'autres dispositifs, équipements ou systèmes n'étant pas en essai

3.7

immunité (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-20]

3.8

impédance de source du générateur d'essai

rapport entre la tension de circuit ouvert et le courant de court-circuit, exprimé par:

V_{oc} tension de circuit ouvert / I_{sc} tension de court-circuit

4 Généralités

Les perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences du courant continu à 150 kHz peuvent avoir une influence sur la fiabilité de fonctionnement des équipements et systèmes installés dans les zones résidentielles ou industrielles et dans les unités de production électriques.

Seuls les accès d'un EUT susceptibles d'être soumis à des perturbations traitées dans la présente Norme doivent être pris en compte pour l'application de ses exigences.

Les perturbations sont souvent générées par

- le réseau de distribution d'énergie, avec sa fréquence fondamentale, ses harmoniques et interharmoniques significatifs;
- les équipements électroniques de puissance (les convertisseurs de puissance, par exemple) qui peuvent injecter des perturbations dans les conducteurs de terre et les installations de mise à la terre (via la capacité parasite et les filtres) ou bien provoquer une perturbation par induction dans les lignes de commande et de signal.

À la fréquence du réseau et à ses harmoniques, les perturbations sont principalement générées par le réseau de distribution d'énergie (courants de défaut et de fuite dans les installations de mise à la terre/à la masse) de l'installation.

Les perturbations à une fréquence supérieure à la plage des harmoniques de la fréquence du réseau (jusqu'à 150 kHz) sont principalement générées par des équipements électroniques de puissance, souvent présents dans les unités de production industrielles et électriques.

Le couplage entre la source des perturbations et les câbles d'alimentation, de signal, de commande et de communication transfère ces perturbations vers les accès de l'équipement en essai.

Étant donné que les mécanismes de couplage ci-dessus ne peuvent pas être complètement évités, l'équipement doit être pourvu d'une immunité adaptée à ces perturbations.

Suivant le type d'installation, les perturbations peuvent être classées comme suit:

- a) tension/courant à la fréquence d'alimentation: courant continu, 16^{2/3} Hz, 50 Hz et 60 Hz;
- b) tension/courant dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz (y compris les harmoniques de la fréquence du réseau).

La présente Norme fournit les modes opératoires d'essai pour les deux catégories de perturbations. Il convient de définir l'applicabilité des essais définie dans la norme de produit.

Pour plus d'informations concernant ces phénomènes, voir l'annexe A.

5 Niveaux d'essai

5.1 Généralités

La plage préférentielle des niveaux d'essai, applicable aux accès d'équipements en fonction des différents types et sources de perturbations, est indiquée en 5.2 et en 5.3.

Les niveaux sont donnés pour les essais à la fréquence du réseau (courant continu, 16^{2/3} Hz, 50 Hz et 60 Hz) et dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz.

L'applicabilité de chaque essai doit être établie dans la norme de produit.

La tension d'essai doit être appliquée en mode commun aux accès d'alimentation, de commande, de signal et de communication (la tension en mode différentiel dépend du déséquilibre du circuit).

L'Annexe B contient une aide à la sélection des niveaux d'essai.

5.2 Niveaux d'essai à la fréquence du réseau

Le Tableau 1 et le Tableau 2 définissent les niveaux d'essais préférentiels.

Les niveaux s'appliquent à la tension d'essai en courant continu et aux fréquences du réseau 16^{2/3} Hz, 50 Hz et 60 Hz.

Tableau 1 – Niveaux pour perturbations continues

Niveau	Tension d'essai en circuit ouvert V (eff)
1	1
2	3
3	10
4	30
x	Spécial
NOTE x est un niveau ouvert. Ce niveau peut être défini dans la norme de produit.	

Tableau 2 – Niveaux pour perturbation de courte durée

Niveau	Tension d'essai en circuit ouvert V (eff)
1	10
2	30
3	100
4	300
x	Spécial
NOTE x est un niveau ouvert. Ce niveau peut être défini dans la norme de produit.	

Pour des perturbations de courte durée, la durée normale de chaque perturbation appliquée est de 1 s. Toutefois, les normes de produit peuvent spécifier des durées différentes pour des applications spécifiques.

L'essai doit être réalisé à l'une ou plusieurs des fréquences suivantes: courant continu, 16^{2/3} Hz, 50 Hz ou 60 Hz, selon la fréquence du réseau applicable à l'emplacement de l'équipement (voir l'Annexe A). L'essai à 16^{2/3} Hz n'est applicable que si l'équipement concerné est destiné à être utilisé à proximité de réseaux de voies ferrées opérant à cette fréquence.

Le niveau d'essai ne doit pas dépasser la tension d'essai définie dans la norme de produit.

Pour obtenir des informations relatives aux niveaux d'essai proposés, voir l'Annexe B.

5.3 Niveaux d'essai dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz

Les niveaux d'essai préférentiels sont indiqués au Tableau 3.

Tableau 3 – Niveaux d'essai dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz

Niveau	Profil de la tension d'essai (en circuit ouvert) V (eff)			
	15 Hz – 150 Hz	150 Hz – 1,5 kHz	1,5 kHz – 15 kHz	15 kHz – 150 kHz
1	1 – 0,1	0,1	0,1 – 1	1
2	3 – 0,3	0,3	0,3 – 3	3
3	10 – 1	1	1 – 10	10
4	30 – 3	3	3 – 30	30
x	x	x	x	x

NOTE 1 x est un niveau ouvert. Ce niveau peut être donné dans la spécification du produit.

NOTE 2 Le profil de la tension d'essai par rapport à la fréquence (voir l'Annexe B pour information) est le suivant:

- à partir de la fréquence 15 Hz, le niveau diminue jusqu'à 150 Hz à raison de 20 dB/décade;
- le niveau est constant entre 150 Hz et 1,5 kHz;
- le niveau augmente entre 1,5 kHz et 15 kHz à raison de 20 dB/décade;
- le niveau est constant entre 15 kHz et 150 kHz.

Le profil de la tension d'essai est représenté à la Figure 2.

Aucun niveau d'essai n'est défini en dessous de 15 Hz, à l'exclusion du courant continu, car les essais réalisés dans cette plage de fréquences ne sont pas considérés comme étant pertinents.

6 Équipement d'essai

6.1 Générateurs d'essai

6.1.1 Généralités

Les caractéristiques des générateurs d'essai pour chaque essai spécifique sont données en 6.1.2, en 6.1.3 et en 6.1.4.

Les générateurs doivent être en mesure d'éviter l'émission de perturbations qui peuvent avoir une influence sur le résultat des essais si elles étaient injectées dans le réseau d'alimentation.

Pour obtenir des informations relatives à l'impédance des générateurs d'essai, voir l'Annexe A.

6.1.2 Caractéristiques et performances du générateur pour essais en courant continu

Ce générateur d'essai se compose généralement d'un bloc d'alimentation en courant continu à tension de sortie variable et d'un interrupteur temporisé pour les essais de courte durée.

Générateur pour perturbations continues

- forme d'onde: courant continu, ondulation inférieure à 5 %;
- plage de tensions de sortie en circuit ouvert (valeur efficace): 1 V, avec une tolérance relative de –10 % à 30 V, avec une tolérance relative de +10 %;
- impédance de source: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \, \Omega$, avec une tolérance relative de $\pm 10 \, \%$.

Générateur pour perturbations de courte durée

- forme d'onde: courant continu, ondulation inférieure à 5 %;
- plage de tensions de sortie en circuit ouvert: 10 V, avec une tolérance relative de –10 % à 300 V, avec une tolérance relative de +10 %;
- impédance de source: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, avec une tolérance relative de ± 10 %;
- temps de montée et de descente de la tension de sortie à la mise sous tension/hors tension: entre 1 et 5 μ s.

Le schéma de principe du générateur d'essai se trouve à la figure 3.

6.1.3 Caractéristiques et performances du générateur pour essais à la fréquence du réseau: 16^{2/3} Hz, 50 Hz et 60 Hz

Le générateur d'essai se compose généralement d'un transformateur variable (raccordé au réseau de distribution), d'un transformateur d'isolement et d'un interrupteur temporisé pour les essais de courte durée. L'interrupteur doit être synchronisé à 0° de l'onde de tension du réseau.

Générateur pour perturbations continues

- forme d'onde: sinusoïdale, distorsion harmonique totale inférieure à 10 %;
- plage de tensions de sortie en circuit ouvert (valeur efficace): 1 V, avec une tolérance relative de –10 % à 30 V, avec une tolérance relative de +10 %;
- impédance de source: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, avec une tolérance relative de ± 10 %;
- fréquence: fréquence du réseau sélectionnée.

Générateur pour perturbations de courte durée

- forme d'onde: sinusoïdale, distorsion harmonique totale inférieure à 10 %;
- plage de tensions de sortie en circuit ouvert: 10 V, avec une tolérance relative de –10 % à 300 V, avec une tolérance relative de +10 %;
- impédance de source: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, avec une tolérance relative de ± 10 %;
- fréquence: fréquence du réseau sélectionnée;
- activation/désactivation de la tension de sortie: synchronisé au passage par zéro ($0^\circ \pm 5^\circ$).

Le schéma de principe du générateur d'essai est donné à la Figure 4.

6.1.4 Caractéristiques et performances du générateur pour essais dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz

Le générateur d'essai se compose généralement d'un générateur de signaux capable de couvrir la bande de fréquences concernée. Il doit avoir une fonctionnalité de balayage automatisé de 1×10^{-2} décade/s ou plus lentes ou, dans le cas d'un synthétiseur, pouvoir être programmé en fonction de la fréquence par pas correspondant à 10 % de la précédente valeur de fréquence. Il doit également pouvoir être réglé manuellement.

Spécifications

- forme d'onde: sinusoïdale, distorsion harmonique totale inférieure à 1 %;
- plage de tensions de sortie en circuit ouvert (valeur efficace): 0,1 V, avec une tolérance relative de – 10 % à 30 V, avec une tolérance relative de + 10 %;
- impédance de source: $V_{oc}/I_{sc} = 50 \Omega$, avec une tolérance relative de $\pm 10 \%$;
- plage de fréquences: 15 Hz, avec une tolérance relative de – 10 % à 150 kHz, avec une tolérance relative de + 10 %.

6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai

Afin de pouvoir comparer les résultats de différents générateurs d'essai, ils doivent être étalonnés ou vérifiés pour les caractéristiques les plus importantes.

Les caractéristiques suivantes doivent être vérifiées:

- forme d'onde de la tension de sortie;
- impédance de source (V_{oc} tension de circuit ouvert/ I_{sc} courant de court-circuit). L'impédance de source doit être vérifiée:
 - aux niveaux d'essai le plus élevé et le moins élevé pour tous les générateurs: courant continu; courant alternatif; balayage;
 - de plus, pour le générateur de balayage aux fréquences suivantes: 15 Hz, 1,5 kHz, 15 kHz, 150 kHz.

Pour la vérification de l'impédance de source du générateur de perturbations de courte durée, les 50 premières ms peuvent être ignorées;

- précision de la fréquence;
- précision de la tension de sortie en circuit ouvert;
- temps de montée et de descente de la tension de sortie à la mise sous/hors tension (si applicable).

Les vérifications doivent être effectuées à l'aide de sondes de tension et de courant et d'un oscilloscope ou d'un autre instrument de mesure équivalent présentant une largeur de bande minimale de 1 MHz.

La précision de l'équipement de mesure doit être meilleure que $\pm 5 \%$.

6.3 Réseaux de couplage/découplage

6.3.1 Généralités

Les réseaux de couplage permettent d'appliquer la tension d'essai, en mode commun, aux accès d'alimentation, d'entrée/de sortie (signal et commande) et de communication de l'EUT. Les réseaux de découplage empêchent d'appliquer la tension d'essai à l'équipement auxiliaire nécessaire à la réalisation de l'essai.

6.3.2 Réseaux de couplage

6.3.2.1 Réseau de couplage pour accès d'alimentation et d'entrée/de sortie

Pour l'alimentation secteur et les accès d'entrée/de sortie, le réseau de couplage se compose, pour chaque conducteur, d'une résistance et d'un condensateur en série. Les réseaux de couplage de chaque conducteur sont connectés en parallèle de façon à former le réseau de couplage de l'accès.

La Figure 6 présente le schéma de circuit d'un réseau de couplage, la valeur du condensateur est de $C = 1,0 \mu\text{F}$, celle de la résistance étant de $R = 100 \times n \Omega$ où n est le nombre de conducteurs (n est supérieur ou égal à 2).

Les condensateurs et les résistances pour chaque conducteur du réseau de couplage d'un accès doivent être équilibrés avec une tolérance de 1 %.

Pour l'essai de tension en courant continu, les condensateurs de $1,0 \mu\text{F}$ doivent être mis en court-circuit.

NOTE Pour l'essai de tension en courant continu sur un accès par les bornes de signaux, l'impédance du réseau de couplage peut être la cause d'une dégradation du signal utile.

Pour les câbles blindés, le signal d'essai est injecté directement sur le blindage du câble, aussi aucun réseau de couplage n'est exigé (voir la Figure 6).

6.3.2.2 Réseaux de couplage pour accès de communication

Pour les accès de communication et autres accès destinés à la connexion à des paires symétriques (paires simples ou multiples), le réseau de couplage est un réseau en T.

La Figure 5 présente le schéma de circuit d'un réseau en T. La valeur du condensateur est $C = 4,7 \mu\text{F}$, celle de la résistance est $R = 200 \Omega$ et celle de l'inductance est $L = 2 \times 38 \text{ mH}$ (enroulement bifilaire).

Les composants du réseau en T doivent être équilibrés avec une tolérance telle que le réseau en T ne dégrade pas significativement le rapport de réjection en mode commun de l'EUT.

Des réseaux en T aptes à l'utilisation avec un rapport de réjection en mode commun supérieur à 80 dB peuvent être produits, auquel cas, il convient que la norme de produit propose un autre mode de couplage.

6.3.3 Dispositifs de découplage

6.3.3.1 Caractéristiques générales

La fonction d'un dispositif de découplage est d'isoler l'EA et/ou le simulateur de l'accès en essai de l'EUT et, par ce moyen, d'empêcher l'application de la tension d'essai à l'EA et/ou au simulateur.

La plus importante caractéristique d'un dispositif de découplage est son atténuation de mode commun dans la plage de fréquences comprise entre 0 Hz et 150 kHz.

Des dispositifs d'isolement actifs et passifs sont disponibles. Les dispositifs actifs incluent, par exemple, des amplificateurs et des photocoupleurs. Les dispositifs passifs incluent, par exemple, des transformateurs d'isolement.

6.3.3.2 Spécifications

Les spécifications d'isolement et de découplage, applicables à tous les dispositifs pour tous les types de signaux fonctionnels, sont:

- capacité de tenue d'isolement entre entrée et sortie et entre entrée/sortie et la terre: 1 kV, 50/60 Hz, 1 min;
- découplage en mode commun (atténuation) dans la plage comprise entre 15 Hz et 150 kHz: 60 dB.

Les dispositifs de découplage à tenue d'isolement réduit peuvent être utilisés dans le cadre d'un essai à un niveau inférieur au niveau 4.

La réjection en mode commun du dispositif de découplage doit être aussi importante que possible pour réduire le plus possible la dégradation du rapport de réjection en mode commun de l'accès de l'EUT.

Les exigences de 6.3.3.2 s'appliquent également à certains dispositifs complexes (les blocs d'alimentation composés d'un transformateur d'isolement et d'un convertisseur alternatif/continu, par exemple).

S'agissant des lignes symétriques, le réseau en T spécifié en 6.3.2.2 fournit un découplage effectif dans la plage de fréquences comprise entre 10 kHz et 150 kHz. Au-dessous de 10 kHz, un dispositif de découplage est encore exigé.

7 Installation d'essai

7.1 Généralités

Les spécifications de l'installation d'essai sont données pour:

- les connexions de mise à la terre;
- l'équipement en essai (EUT);
- le générateur d'essai;
- le réseau de couplage et de découplage (dispositifs de découplage/d'isolement).

7.2 Connexions de mise à la terre

Les exigences de mise à la terre de sécurité de l'EUT, de l'équipement auxiliaire (EA) et de l'équipement d'essai doivent toujours être satisfaites.

L'EUT doit être connecté à l'installation de mise à la terre conformément aux spécifications du fabricant. Le générateur d'essai, les réseaux de couplage et les dispositifs de découplage doivent être raccordés à un plan de sol ou à une borne de terre commune. La longueur de la connexion de mise à la terre au plan de sol ou à la prise de terre commune doit être inférieure à 1 m.

7.3 Équipement en essai

L'équipement en essai doit être disposé et raccordé conformément aux spécifications d'installation de l'équipement.

Les accès d'alimentation, d'entrée/sortie et de communication doivent être raccordés aux sources d'alimentation, de commande et de signaux par l'intermédiaire des dispositifs de découplage/d'isolement (voir 6.3.3).

Les signaux d'exploitation destinés à faire fonctionner l'EUT peuvent être fournis par l'équipement auxiliaire ou par un simulateur.

Les câbles spécifiés par le fabricant de l'équipement doivent être utilisés. En l'absence de spécification, des câbles non blindés du type approprié aux signaux concernés doivent être adoptés.

La longueur des câbles n'est pas pertinente pour l'essai, sauf dans le cas des câbles blindés (voir 8.3). Pour les câbles blindés, si le fabricant spécifie la longueur maximale du câble, cette longueur doit être utilisée. Dans tous les autres cas, un câble de 20 m doit être utilisé.

8.3 Exécution de l'essai

L'EUT doit être placé dans des conditions de fonctionnement normal.

Les essais doivent avoir lieu selon un programme d'essais qui doit indiquer

- le type d'essai;
- le niveau d'essai;
- la durée de l'essai;
- les accès de l'EUT à soumettre à essai;
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EUT;
- l'équipement auxiliaire.

L'alimentation, les signaux et les autres grandeurs électriques fonctionnelles doivent être appliquées dans les limites de leurs plages assignées. Si les sources réelles des signaux d'exploitation ne sont pas disponibles, elles peuvent être simulées.

Les principales étapes du mode opératoire d'essai sont les suivantes:

- vérification préliminaire des performances de l'équipement;
- connexion des réseaux de couplage et des dispositifs de découplage aux accès à soumettre à essai de l'EUT;
- vérification des performances de fonctionnement des signaux d'entrée, si nécessaire;
- application de la tension d'essai.

La configuration d'essai peut affecter les conditions de fonctionnement des accès d'entrée/de sortie de l'EUT. Ces nouvelles conditions doivent être considérées comme la référence dans l'évaluation de l'influence de la tension d'essai.

La tension d'essai doit être appliquée pendant une durée suffisante permettant de procéder à une vérification complète des performances de fonctionnement de l'EUT. Pour des essais de courte durée, (en général de 1 s), la tension d'essai doit être appliquée de manière répétée jusqu'à ce que ce critère soit respecté.

L'essai est réalisé dans la plage de fréquences comprise entre 15 Hz et 150 kHz, en commençant à 15 Hz. La vitesse de balayage ne doit pas dépasser 1×10^{-2} décade/s. Si la fréquence est balayée de manière incrémentielle, la taille de pas ne doit pas dépasser 10 % de la valeur de départ et 10 % de la précédente valeur de fréquence.

La performance de l'EUT doit faire l'objet d'une surveillance constante, toute dégradation devant être mentionnée dans le rapport d'essai.

Le générateur d'essai doit être raccordé à chaque accès, l'un après l'autre. Pour les accès qui ne sont pas en essai, les bornes d'entrée de leur réseau de couplage respectif doivent être connectées à la terre (voir la Figure 6).

Si l'appareil dispose d'un grand nombre d'accès similaires, un nombre suffisant doit être choisi de manière à représenter tous les types d'extrémités.

Les accès connectés à des câbles non blindés doivent être soumis à essai en appliquant la tension d'essai directement aux bornes de l'accès.

Dans le cas de lignes blindées (les câbles coaxiaux, par exemple), la sortie du générateur doit être directement reliée à l'écran (aucune résistance ni aucun condensateur en série supplémentaire n'est exigé(e)).

Pour soumettre à essai des accès dotés de plus de deux bornes (un groupement, par exemple), la tension d'essai doit être appliquée simultanément entre toutes les bornes de l'accès et la terre (mode commun).

Pour les accès destinés à être connectés à des lignes symétriques, la tension d'essai doit être appliquée à l'aide du réseau en T indiqué en 6.3.2.2.

Durant l'essai avec application de tension continue, la polarité de la tension d'essai doit être inversée.

Un schéma général relatif à l'application de la tension d'essai est donné à la Figure 6.

La tension d'essai doit être appliquée en mode commun aux accès suivants:

- alimentation;
- entrée et sortie;
- communication.

Aucun essai spécifique n'est exigé pour l'accès de terre.

Les performances de l'EUT doivent être vérifiées conformément aux exigences du plan.

L'essai peut produire des situations dangereuses dues à la tension d'essai utilisée ou au courant de fuite à la terre: des dispositions de sécurité adéquates sont nécessaires afin d'éviter tout risque pour les opérateurs.

9 Évaluation des résultats d'essai

Les résultats d'essai doivent être classés en tenant compte de la perte de fonction ou de la dégradation des performances de l'équipement soumis à essai, par rapport à un niveau de performances défini par son fabricant ou par le demandeur de l'essai, ou en accord entre le fabricant et l'acheteur du produit. La classification recommandée est la suivante:

- a) fonctionnement normal dans les limites spécifiées par le fabricant, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- b) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire des performances cessant après la disparition de la perturbation. L'équipement soumis à essai retrouve alors son fonctionnement normal sans l'intervention d'un opérateur;
- c) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire des performances exigeant l'intervention d'un opérateur;
- d) perte de fonction ou dégradation des performances non récupérable, due à une avarie du matériel ou du logiciel ou à une perte de données.

La spécification du fabricant peut définir des effets sur l'EUT qui peuvent être considérés comme négligeables et donc acceptables.

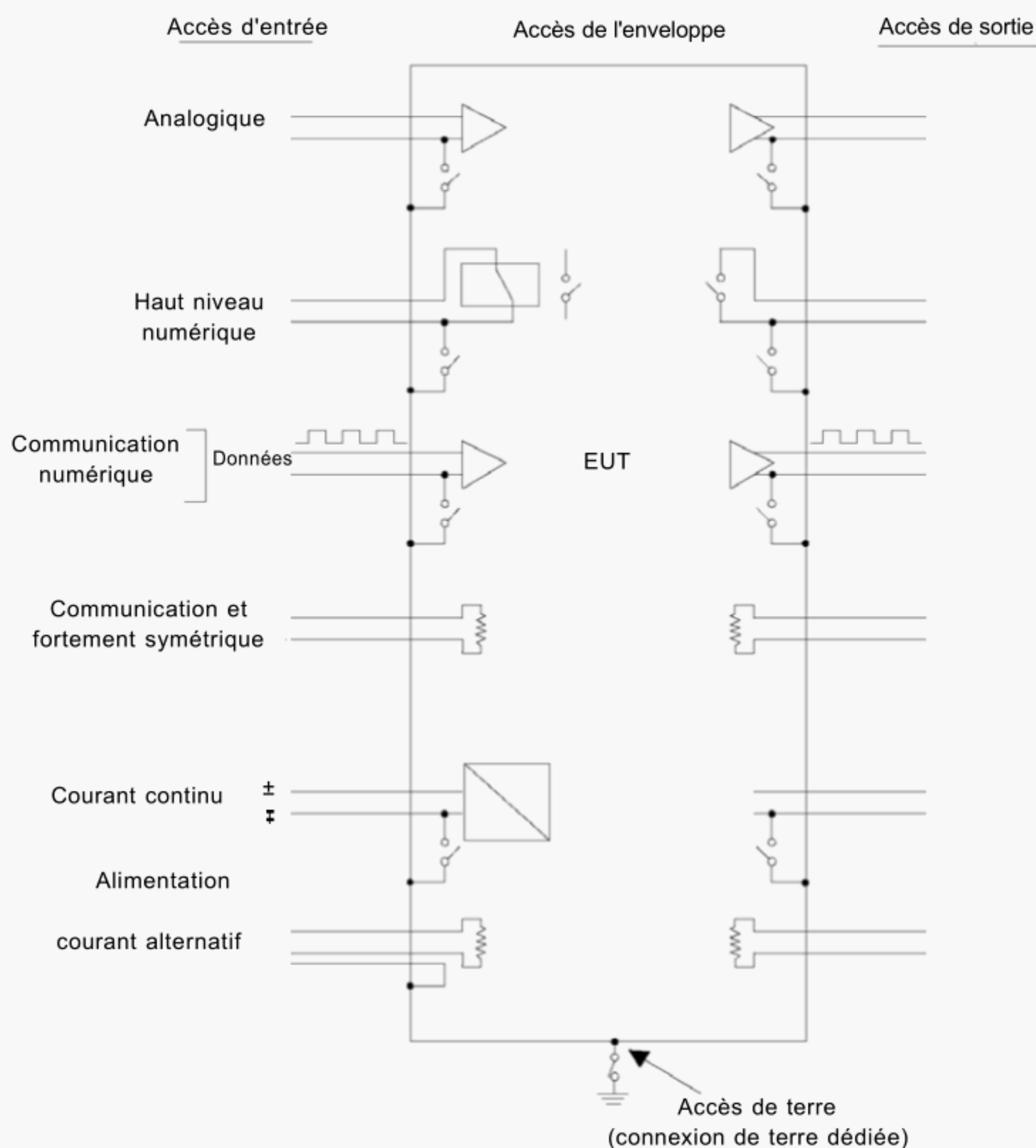
Cette classification peut être utilisée comme un guide pour l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables pour les normes génériques, de produit ou de famille de produits, ou comme un cadre pour l'accord sur les critères d'aptitude à la fonction entre le fabricant et l'acheteur, par exemple lorsqu'il n'existe aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations nécessaires pour reproduire l'essai. En particulier, ce qui suit doit être enregistré:

- les points spécifiés dans le plan d'essai exigé par l'Article 8 de la présente Norme;

- l'identification de l'EUT et de tous les équipements associés (marque, type, numéro de série, par exemple);
- l'identification de l'équipement d'essai (marque, type, numéro de série, par exemple);
- toutes les conditions ambiantes spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé (enceinte blindée, par exemple);
- toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;
- le niveau de performances défini par le fabricant, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- le critère de performances spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;
- tous les effets observés sur l'EUT pendant ou après l'application de la perturbation d'essai, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;
- la justification de la décision de succès/d'échec (reposant sur le critère de performances spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits ou dans l'accord entre le fabricant et l'acheteur);
- toutes les conditions spécifiques d'utilisation (la longueur et le type de câble, de blindage ou de raccordement à la terre, par exemple) ou les conditions de fonctionnement de l'EUT, qui sont exigées pour assurer la conformité.



IEC

NOTE La position des interrupteurs est fonction de la configuration possible des accès: sortie unique, isolée, etc.

Figure 1 – Exemple d'accès de l'équipement et configuration

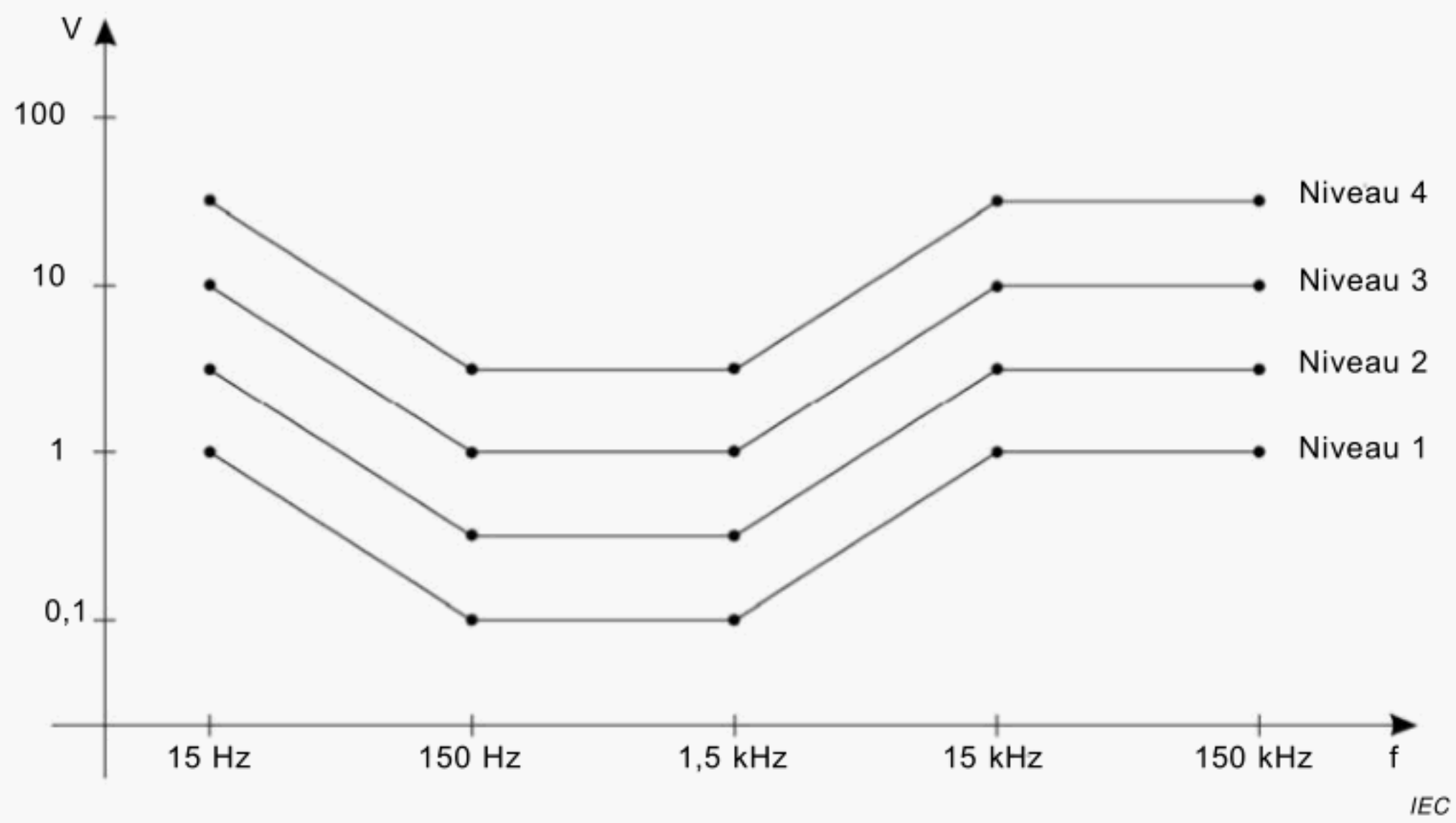
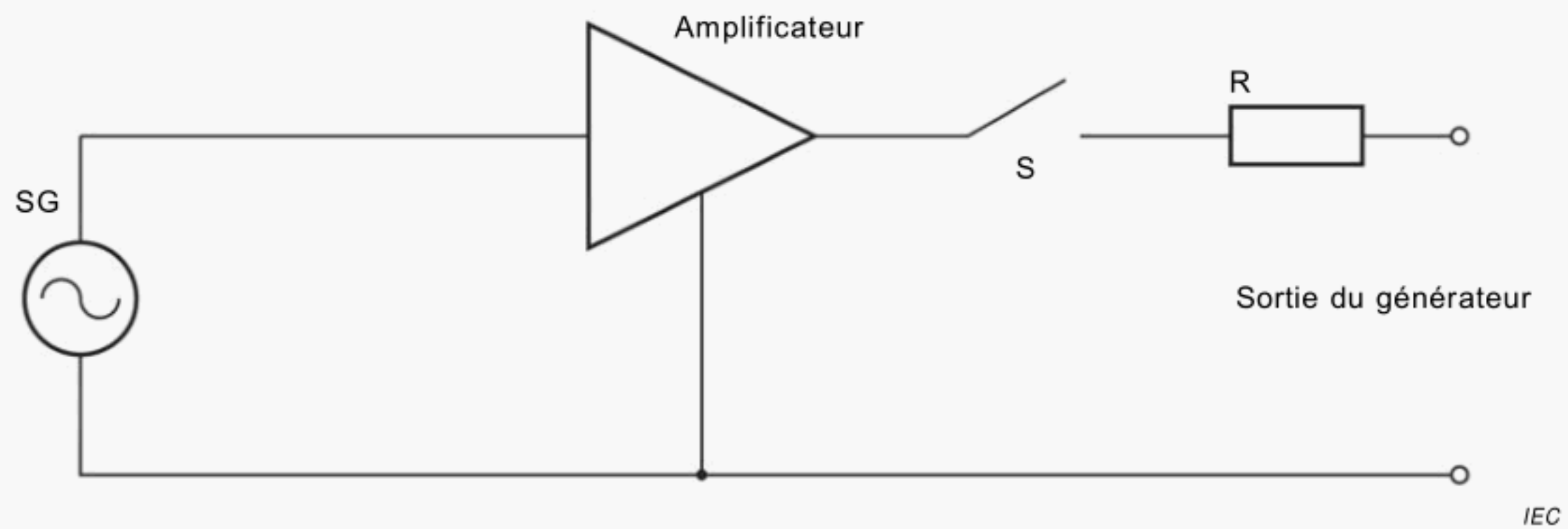
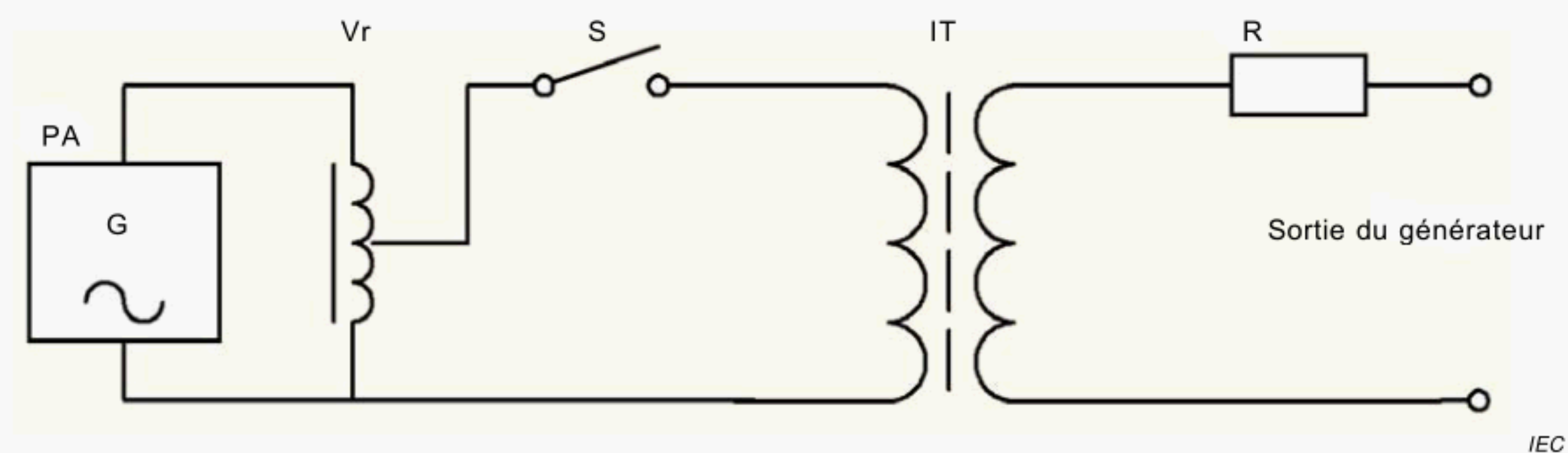


Figure 2 – Profil de la tension d'essai



- SG: générateur de signal
 S: interrupteur et circuit de commande
 R: résistance de réseau

Figure 3 – Exemple de générateur pour les essais de tension de fréquence et de courant continu 15 Hz jusqu'à 150 kHz



PA: amplificateur de puissance $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz, 60 Hz

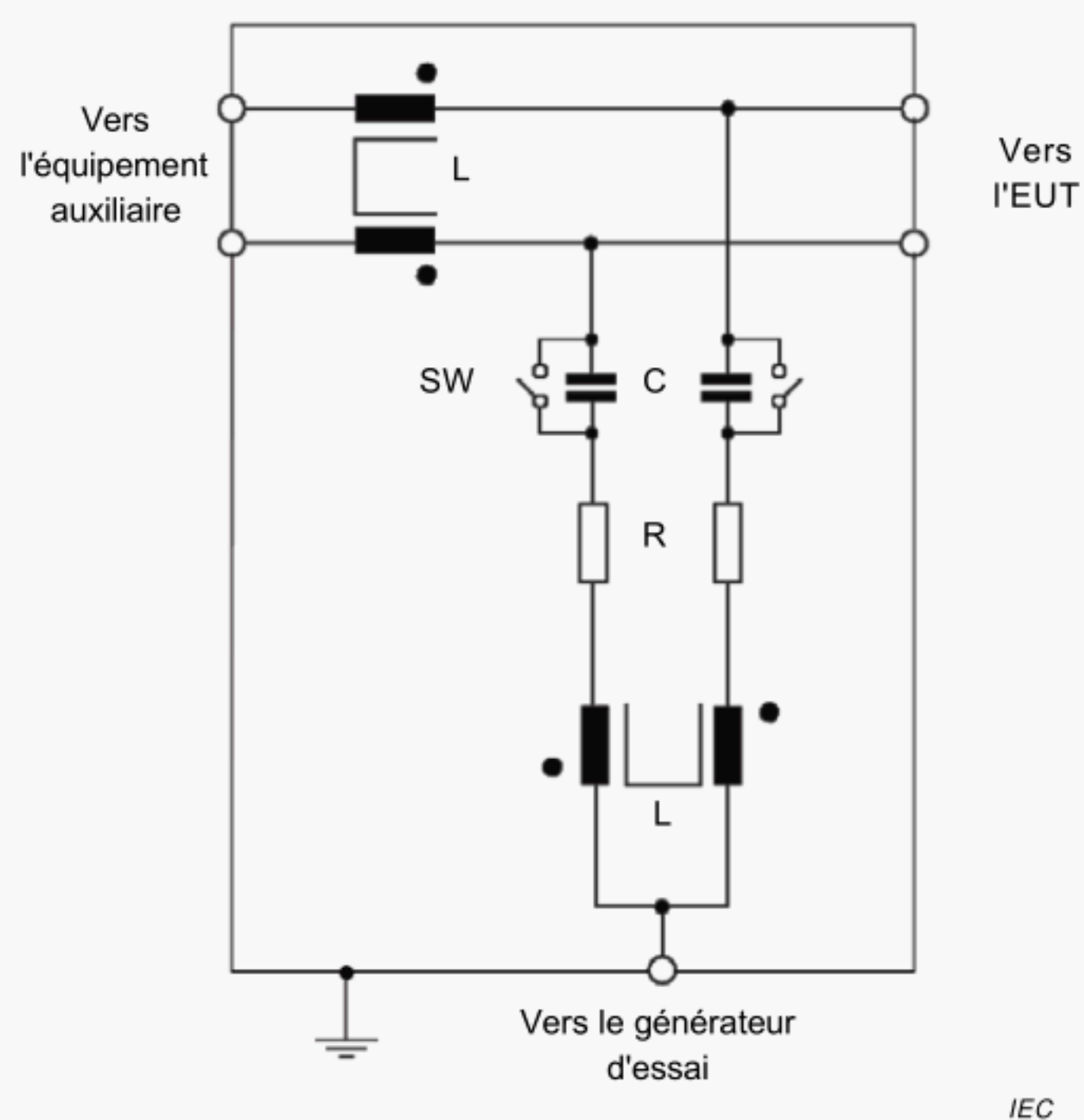
Vr: régulation de tension

S: interrupteur, circuit de commande

IT: transformateur d'isolement

R: résistance de réseau

Figure 4 – Exemple de générateur pour essais à la fréquence du réseau ($16^{2/3}$ Hz, 50 Hz et 60 Hz)

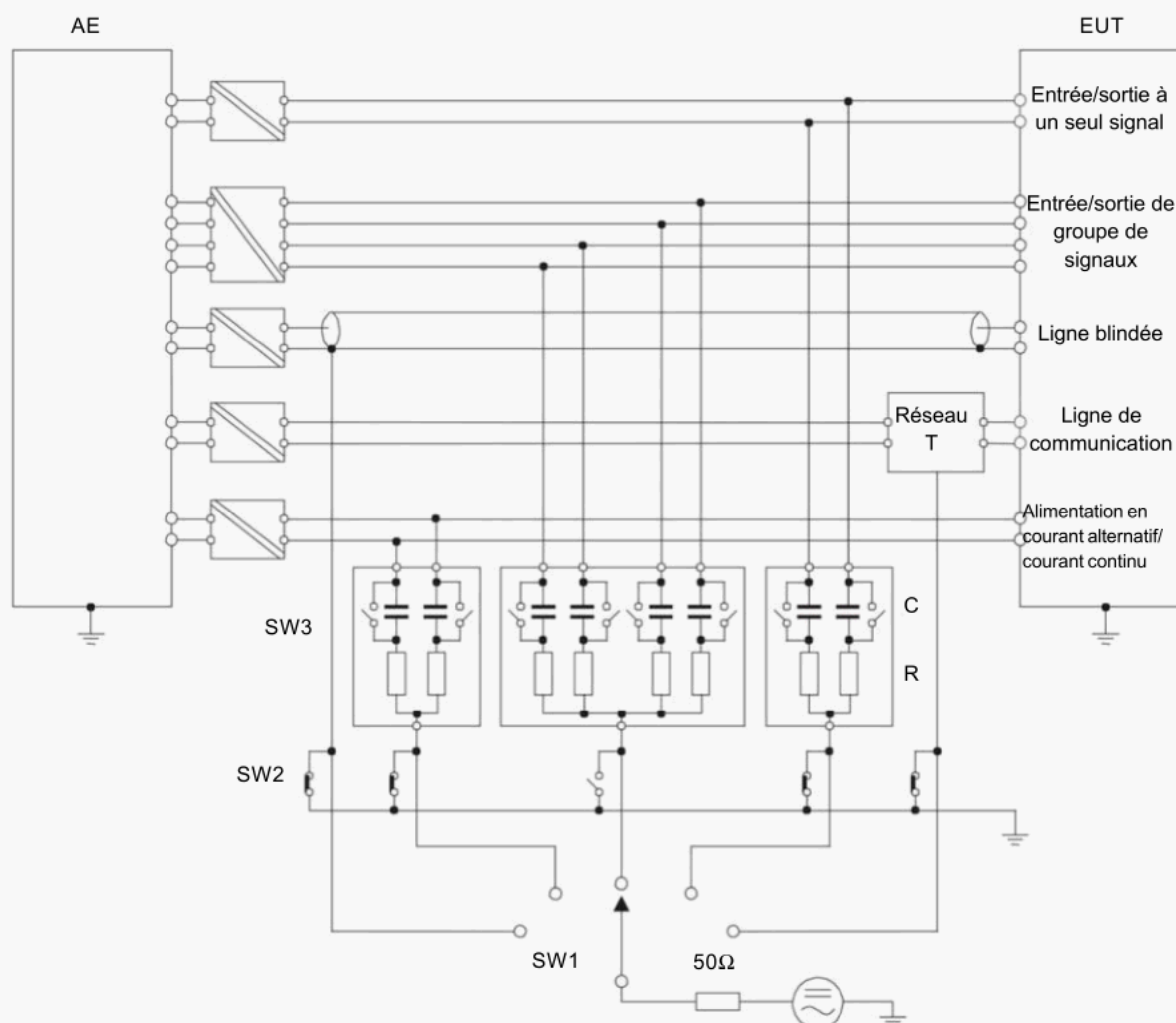


R: 200 Ω

C: 4,7 μ F, à court-circuiter pour l'essai de tension en courant continu (SW)

L: 2 \times 38 mH (enroulement bifilaire)

Figure 5 – Schéma de circuit du réseau de couplage en T pour les accès de communication et pour les autres accès destinés à être connectés à des paires fortement symétriques



IEC

$C = 1,0 \mu\text{F}$, à court-circuiter pour les essais en courant continu (SW3)

$R = 100 \Omega \times n$ conducteurs appartenant à l'accès concerné

Exemple pour $n = 4$: $R = 400 \Omega$

NOTE L'interrupteur SW2 est utilisé pour connecter à la terre toutes les bornes d'entrée autres que celle qui est soumise à essai (voir 8.3).

Figure 6 – Schéma de circuit pour essais de type

Annexe A **(informative)**

Sources de perturbations et mécanismes de couplage

A.1 Sources de perturbations

Les perturbations conduites en mode commun à la fréquence du réseau et leurs fréquences harmoniques peuvent être générées par des défauts sur le réseau de distribution d'énergie et par des courants de fuite dans le réseau de terre.

Le réseau d'alimentation en courant continu dans des installations industrielles, électriques et des centres de télécommunication peut aussi générer des perturbations en mode commun en courant continu, particulièrement quand la borne positive ou la borne négative est connectée à la terre.

La traction électrique génère aussi des perturbations à la fréquence utilisée (en général $16^{2/3}$ Hz).

Les perturbations induites sont décrites en détail dans l'IEC 61000-2-3 et l'IEC TR 61000-2-5. Les différents types de perturbations peuvent être présents simultanément, mais à des niveaux différents. De plus, si le réseau d'alimentation développe un défaut, les niveaux de perturbation peuvent être jusqu'à 10 fois supérieurs aux niveaux de référence donnés dans les conditions normales de fonctionnement. Toutefois, les perturbations dues aux conditions de défaut sont en général présentes pour de courtes durées (jusqu'à environ 1 s).

Les perturbations à la fréquence du réseau et les harmoniques peuvent affecter les accès par les bornes de signaux des équipements dont la réjection en mode commun est insuffisante.

Les perturbations jusqu'à 1 kHz à 2 kHz sont essentiellement dues aux harmoniques de la fréquence du réseau.

À plus haute fréquence, les perturbations sont principalement dues aux équipements électroniques de puissance, qui peuvent produire des courants de coupure allant dans le réseau de terre, donnant lieu à des perturbations conduites en mode commun.

A.2 Mécanismes de couplage

Les mécanismes de couplage considérés dans l'Article A.2 comprennent les couplages capacitif, inductif et résistif. Les détails relatifs aux mécanismes de couplage sont présentés dans l'IEC 61000-2-3. Il n'y a pas de couplage capacitif si la ligne de signal est référencée à la terre, en raison d'une extrémité à la terre ou de la présence de filtres capacitifs, par exemple.

Le couplage inductif, dû à des champs magnétiques générés par la source de perturbations (ligne d'alimentation, circuits de terre, par exemple), produit souvent des perturbations significatives dans les câbles de signal.

Le couplage résistif (ou par impédance commune) peut directement affecter les lignes de signal, comme dans le cas d'une source de signal référencée à la terre ou peut injecter du courant dans le blindage du câble de signal. Ce type de couplage peut apparaître comme le plus important, et peut quelquefois être considéré comme inclusif des effets du couplage capacitif et inductif.

La plage de valeurs de l'impédance équivalente des mécanismes de couplage peut être étendue, en fonction du positionnement de la victime et de la source.

Dans le cas le plus défavorable de couplage par impédance commune, l'impédance de couplage équivalente peut avoir des valeurs de l'ordre de quelques ohms. Dans d'autres cas, l'impédance peut présenter des valeurs supérieures de plusieurs ordres de grandeur, comme dans le cas de lignes symétriques exposées au couplage capacitif.

L'expérience en laboratoire a montré que les essais d'immunité réalisés sur les différents accès de l'équipement peuvent l'être efficacement à l'aide d'une seule impédance de source représentative d'une valeur de 150 Ω . Cette valeur peut aussi représenter l'impédance caractéristique de mode commun d'une ligne de puissance ou de signal sur site, et est en accord avec l'approche adoptée par d'autres normes fondamentales de la série IEC 61000-4.

Annexe B (informative)

Choix des niveaux d'essai

La présente Norme décrit différents essais. L'applicabilité de chaque essai, le niveau d'essai et le critère d'aptitude à la fonction correspondante doivent être définis dans les normes de produit/famille de produits.

Il convient de choisir les niveaux d'essai en fonction des conditions ambiantes et d'installation les plus réalistes.

Un guide d'applicabilité des essais et de sélection des niveaux pour différentes installations est donné dans l'IEC TR 61000-2-5. Cette dernière donne une plage de niveaux de perturbations pour différents emplacements.

Les règles pratiques suivantes, basées sur la pratique en matière d'installations, peuvent être utilisées pour classer l'environnement:

Niveau 1: Environnement bien protégé

L'installation est caractérisée par les attributs suivants:

- séparation du réseau d'alimentation interne et du réseau secteur (avec transformateur d'isolement dédié, par exemple);
- équipement électronique mis à la terre par un collecteur de terre dédié, relié à l'installation de mise à la terre (réseau de terre) de l'installation.

Une salle des ordinateurs peut être représentative de cet environnement.

Niveau 2: Environnement protégé

L'installation est caractérisée par les attributs suivants:

- connexion directe au réseau d'alimentation basse tension;
- équipement électronique mis à la terre par l'installation de mise à la terre de l'installation.

Une salle de commande ou une salle de terminaux située dans un bâtiment dédié à une usine industrielle ou à une centrale de production peut être représentative de cet environnement.

Niveau 3: Environnement industriel type

L'installation est caractérisée par les attributs suivants:

- connexion directe au réseau d'alimentation basse tension ou moyenne tension;
- équipement électronique mis à la terre par l'installation de mise à la terre de l'installation (réseau de terre);
- utilisation de convertisseurs de puissance injectant des courants vagabonds dans le réseau de terre.

Des installations industrielles et des centrales de production peuvent être représentatives de cet environnement.

Niveau 4: Environnement industriel sévère

L'installation est caractérisée par les attributs suivants:

- connexion directe au réseau d'alimentation basse tension ou moyenne tension;
- équipement électronique connecté par l'installation de mise à la terre de l'installation (réseau de terre) commune aux équipements et aux systèmes HT;

- utilisation de convertisseurs de puissance injectant des courants vagabonds dans le réseau de terre.

Les centrales de production, leurs postes HT blindés ou à l'air libre, peuvent être représentatifs de cet environnement.

Niveau 5: Situations particulières, à analyser

Des conditions d'installation spéciales peuvent être analysées ou étudiées et, par conséquent, des exigences d'immunité plus hautes ou plus basses que celles spécifiées dans les différentes classes peuvent être définies.

Bibliographie

- [1] IEC 60381-2, *Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus – Deuxième partie: Signaux en tension continue*
 - [2] IEC 61000-2-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 3: Description de l'environnement – Phénomènes rayonnés et phénomènes conduits à des fréquences autres que celles du réseau*
 - [3] IEC TR 61000-2-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-5: Environnement – Description et classification des environnements électromagnétiques*
 - [4] IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*
 - [5] IEC 61000-4-13, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesures – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*
 - [6] IEC 61000-4-19, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-19: Techniques d'essai et de mesure – Essai pour l'immunité aux perturbations conduites en mode différentiel et à la signalisation dans la gamme de fréquences de 2 kHz à 150 kHz, aux accès de puissance à courant alternatif*
 - [7] IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*
 - [8] IEC 60050-161, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 161: Compatibilité électromagnétique*
 - [9] IEC 61000-4 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4XX: Techniques d'essai et de mesure*
-

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