

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

61000-4-16

Première édition
First edition
1998-01

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4-16:

Techniques d'essai et de mesure –

**Essai d'immunité aux perturbations conduites
en mode commun dans la gamme
de fréquences de 0 Hz à 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**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61000-4-16:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

61000-4-16

Première édition
First edition
1998-01

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4-16:

Techniques d'essai et de mesure –

Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 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

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	10
3 Généralités	10
4 Définitions.....	12
5 Niveaux d'essai.....	14
5.1 Niveaux d'essai à la fréquence du secteur.....	14
5.2 Niveaux d'essai dans la gamme de fréquences 15 Hz-150 kHz.....	16
6 Matériels d'essai	16
6.1 Générateurs d'essai	16
6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai	20
6.3 Réseaux de couplage/découplage	20
7 Installation d'essai	22
7.1 Connexions de mise à la terre	24
7.2 Matériels en cours d'essai.....	24
7.3 Générateurs d'essai	24
7.4 Dispositifs de découplage/isolément.....	24
8 Procédure d'essai.....	24
8.1 Conditions de référence en laboratoire	26
8.2 Exécution de l'essai	26
9 Résultats des essais et rapport d'essai.....	28
Figures	
1 Exemple d'accès de matériels et configuration	32
2 Profil de la tension d'essai	34
3 Schéma de principe du générateur pour les essais en courant continu.....	34
4 Schéma de principe du générateur pour essais à la fréquence du réseau	34
5 Schéma du réseau de couplage en T pour les accès de communication et pour les autres accès prévus pour être connectés à des paires fortement symétriques	36
6 Circuit schématique pour essais de type.....	38
Annexes	
A Sources de perturbations et mécanismes de couplage.....	40
B Choix des niveaux d'essai	44
C Bibliographie	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	11
3 General	11
4 Definitions	13
5 Test levels	15
5.1 Test levels at mains frequency	15
5.2 Test levels in the frequency range 15 Hz-150 kHz	17
6 Test equipment	17
6.1 Test generators	17
6.2 Verification of the characteristics of the test generators	21
6.3 Coupling/decoupling networks	21
7 Test set-up	23
7.1 Earthing connections	25
7.2 Equipment under test	25
7.3 Test generators	25
7.4 Decoupling/isolation devices	25
8 Test procedure	25
8.1 Laboratory reference conditions	27
8.2 Execution of the test	27
9 Test results and test report	29
Figures	
1 Example of equipment ports and configuration	33
2 Profile of the test voltage	35
3 Schematic in principle of the generator for d.c. voltage tests	35
4 Schematic in principle of the generator for tests at mains frequency	35
5 Schematic circuit of the coupling T network for communication ports and other ports intended for connection to highly balanced pairs	37
6 Schematic circuit for type tests	39
Annexes	
A Sources of disturbances and coupling mechanisms	41
B Selection of test levels	45
C Bibliography	49

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 gamme de fréquences de 0 Hz à 150 kHz

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifiée de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61000-4-16 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77A/201/FDIS	77A/221/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.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

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 IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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.

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

FDIS	Report on voting
77A/201/FDIS	77A/221/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.

Annexes A, B and C are for information only.

INTRODUCTION

La présente norme fait partie de la série CEI 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

Certaines parties sont à leur tour subdivisées en sections qui doivent être publiées soit sous forme de normes internationales soit sous forme de rapports techniques.

La présente partie constitue une norme internationale indiquant les exigences en matière d'immunité et les procédures d'essai relatives aux perturbations de conduction en mode commun, dans la gamme du courant continu à 150 kHz.

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

Some parts are further subdivided into sections which are to be published either as international standards or as technical reports.

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.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

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

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 61000 traite des exigences en matière d'immunité et des méthodes d'essai relatives aux matériels électriques et électroniques soumis à des perturbations par conduction en mode commun dans la gamme du courant continu à 150 kHz.

L'objet de la présente norme est d'établir une base commune et reproductible destinée à essayer les performances des matériels électriques et électroniques lorsque ceux-ci sont soumis à des perturbations par conduction 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 du courant;
- les plages de niveaux d'essai;
- le matériel d'essai;
- le circuit d'essai;
- les procédures d'essais.

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

L'essai vise à démontrer l'immunité des matériels électriques et électroniques soumis à des perturbations de conduction 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 est recommandé que les comités de produit étudient si l'application de la présente norme à leurs normes produit/famille de produit est justifiée (voir aussi l'article 3).

Cet essai n'est pas approprié pour les accès de matériels devant être raccordés à des câbles courts (20 m ou moins).

L'immunité aux harmoniques et interharmoniques, y compris les courants porteurs de ligne, 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 la CEI 61000-4-13.

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

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 3).

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.

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.

Certaines recommandations de l'UIT-T telles que la K17, K20 et K21 définissent des méthodes similaires pour tester la résistance des matériels. Cependant, elles ne concernent que les accès de télécommunication et traitent de l'induction de puissance à la fréquence du secteur en courant alternatif ou des chemins de fer électrifiés.

Il est suggéré aux comités de produit de prendre en compte, autant que possible, les recommandations ci-dessus lors de la définition de leurs normes produit.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61000. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61000 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60068-1: 1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

3 Généralités

Les perturbations par conduction en mode commun dans la gamme de fréquence du courant continu à 150 kHz peuvent avoir une influence sur la fiabilité de fonctionnement des matériels et systèmes installés dans les zones résidentielles ou industrielles et dans les unités de production électriques.

Seuls les accès d'un EST 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 typiquement générées par

- le réseau de distribution d'énergie, avec sa fréquence fondamentale, ses harmoniques et interharmoniques significatifs;
- les matériels électroniques de puissance (tels que les convertisseurs de puissance), qui peuvent injecter des perturbations dans les conducteurs de masse et les réseaux 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.

Les perturbations à la fréquence du secteur et les harmoniques sont principalement générées par le réseau de distribution d'énergie (courants de défaut et de fuite dans les systèmes de mise à la terre/à la masse).

Les perturbations à une fréquence supérieure à la gamme des harmoniques (jusqu'à 150 kHz) sont principalement générées par des matériels électroniques de puissance, que l'on trouve souvent 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 du matériel en cours d'essai.

Etant donné que les couplages ci-dessus ne peuvent pas être complètement évités, une certaine immunité adéquate des matériels et systèmes est nécessaire contre de telles perturbations.

Some ITU-T Recommendations, e.g. K17, K20 and K21, establish similar methods for testing the resistibility of equipment; however, they are dedicated to telecommunication ports and deal with power induction at frequency of the a.c. mains or electric railways.

Product Committees are advised to consider the Recommendations above, as far as applicable, in preparing their product standards.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61000. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61000 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60068-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

3 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.

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

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

La présente norme fournit les procédures d'essai pour les deux catégories de perturbations. Il est recommandé de définir l'applicabilité des essais dans la norme produit.

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

4 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61000, les définitions suivantes sont utilisées et s'appliquent au domaine restreint des perturbations par conduction en mode commun, dans la gamme du courant continu à 150 kHz (ces définitions ne figurent pas toutes dans la CEI 60050-161).

4.1

EST

matériel soumis à l'essai

4.2

matériel auxiliaire (EA)

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

4.3

accès

interface particulière entre les matériels spécifiés et l'environnement électromagnétique extérieur (voir figure 1)

4.4

couplage

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

4.5

réseau de couplage

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

4.6

réseau de découplage

circuit électrique destiné à éviter que la tension d'essai appliquée au matériel en cours d'essai n'affecte d'autres dispositifs, matériels ou systèmes ne se trouvant pas en cours d'essai

4.7

immunité (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un équipement ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique [VEI 161-01-20]

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-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.

4 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61000, the following definitions are used and apply to the restricted field of conducted, common mode disturbances in the range d.c. to 150 kHz (not all of these definitions are included in IEC 60050-161).

4.1

EUT

equipment under test

4.2

auxiliary equipment (AE)

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

4.3

port

particular interface of the specified equipment with the external electromagnetic environment (see figure 1)

4.4

coupling

interaction between circuits, transferring energy from one circuit to another

4.5

coupling network

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

4.6

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

4.7

immunity (to a disturbance)

ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance [IEV 161-01-20]

5 Niveaux d'essai

La gamme préférentielle des niveaux d'essai, applicable aux accès des matériels en fonction des différents types et sources de perturbations, est indiquée dans les paragraphes 5.1 et 5.2.

Les niveaux sont donnés pour les essais à la fréquence du secteur (courant continu, $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz et 60 Hz) et dans la gamme de fréquences 15 Hz-150 kHz en profil continu.

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

On trouvera en annexe B un guide de sélection des niveaux d'essai.

5.1 Niveaux d'essai à la fréquence du secteur

Les tableaux 1 et 2 définissent les niveaux d'essais préférentiels.

Les niveaux s'appliquent à la tension d'essai en courant continu et aux fréquences du secteur telles que $16^{2/3}$ 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 donné dans la norme 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 donné dans la norme produit.	

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

L'essai doit être effectué à l'une ou plusieurs des fréquences suivantes: courant continu, $16^{2/3}$ Hz, 50 Hz ou 60 Hz, selon la fréquence secteur applicable à l'emplacement du matériel (voir annexe A); l'essai à $16^{2/3}$ Hz n'est applicable que si le matériel concerné est destiné à être utilisé près de réseaux de voies ferrées opérant à cette fréquence.

Le niveau d'essai ne doit jamais dépasser la tension d'essai indiquée dans la norme produit.

Pour toute information concernant les niveaux d'essai proposés, voir l'annexe B.

5 Test levels

The preferred range of test levels, applicable to equipment ports as a function of the different types and sources of disturbances, is given in 5.1 and 5.2.

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-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.

5.1 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.

5.2 Niveaux d'essai dans la gamme de fréquences 15 Hz-150 kHz

Les niveaux d'essai préférentiels sont indiqués dans le tableau 3.

Tableau 3 – Niveaux d'essai dans la gamme de fréquences 15 Hz-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 – x est un niveau ouvert. Ce niveau peut être donné dans la spécification du produit.

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 un essai dans cette gamme de fréquence n'est pas considéré comme utile.

6 Matériels d'essai

6.1 Générateurs d'essai

Les caractéristiques des générateurs d'essai pour chacun des essais sont données aux paragraphes 6.1.1, 6.1.2 et 6.1.3.

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

Pour toute information sur l'impédance des générateurs d'essai, voir l'annexe A.

6.1.1 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 %;
- gamme de tension de sortie en circuit ouvert: 1 V (–10 %) à 30 V (+10 %);
- impédance: 50 Ω (± 10 %).

5.2 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-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 – x is an open level. This level can be given in the product specification.

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

The features of the test generators for each specific test are given in 6.1.1, 6.1.2 and 6.1.3.

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.

6.1.1 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: 1 V (–10 %) to 30 V (+10 %);
- impedance: 50 Ω (± 10 %);

Générateur pour perturbations de courte durée

- forme d'onde: courant continu, ondulation inférieure à 5 %;
- gamme de tension de sortie en circuit ouvert: 10 V (–10 %) à 300 V (+10 %);
- impédance: 50 Ω (± 10 %);
- temps de montée et de descente de la tension de sortie à la mise en marche/à l'arrêt: entre 1 et 5 μ s.

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

6.1.2 Caractéristiques et performances du générateur pour essais à la fréquence secteur: 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 sur la tension secteur à 0°.

Générateur pour perturbations continues

- forme d'onde: sinusoïdale, distorsion harmonique totale inférieure à 10 %;
- gamme de tension de sortie en circuit ouvert (efficace): 1 V (–10 %) à 30 V (+10 %);
- impédance: 50 Ω (± 10 %);
- fréquence: fréquence secteur sélectionnée.

Générateur pour perturbations de courte durée

- forme d'onde: sinusoïdale, distorsion harmonique totale inférieure à 10 %;
- gamme de tension de sortie en circuit ouvert (efficace): 10 V (–10 %) à 300 V (+10 %);
- impédance: 50 Ω (± 10 %);
- fréquence: fréquence secteur sélectionnée;
- marche/arrêt de la tension de sortie: synchronisé au passage par zéro ($0^\circ \pm 5^\circ$).

Le schéma de principe du générateur d'essai se trouve à la figure 4.

6.1.3 Caractéristiques et performances du générateur pour essais dans la gamme de fréquences 15 Hz-150 kHz

Le générateur d'essai se compose généralement d'un générateur de signaux capable de couvrir la bande de fréquence concernée. Il doit avoir des possibilités de balayage automatisé de 1×10^{-2} décade/s ou plus lentes ou, dans le cas d'un synthétiseur, il doit pouvoir être programmé par pas liés à la fréquence et égaux 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 %;
- gamme de tension de sortie en circuit ouvert (eff): 0,1 V (–10 %) à 30 V (+10 %);
- impédance: 50 Ω (± 10 %);
- gamme de fréquence: 15 Hz (–10 %) à 150 kHz (+10 %).

Generator for short duration disturbance

- waveform: direct current, ripple less than 5 %;
- open circuit output voltage range: 10 V (–10 %) to 300 V (+10 %);
- impedance: 50 Ω (± 10 %);
- rise and fall time of the output voltage at on/off switching: between 1 to 5 μ s.

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

6.1.2 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 (–10 %) to 30 V (+10 %);
- impedance: 50 Ω (± 10 %);
- frequency: selected mains frequency.

Generator for short duration disturbance

- waveform: sinusoidal, total harmonic distortion less than 10 %;
- open circuit output voltage range (r.m.s.): 10 V (–10 %) to 300 V (+10 %);
- impedance: 50 Ω (± 10 %);
- frequency: selected mains frequency;
- on/off switching of the output voltage: synchronized at zero crossing (0° $\pm$ 5 %).

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

6.1.3 Characteristics and performance of the generator for tests in the frequency range 15 Hz-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 (–10 %) to 30 V (+10 %);
- impedance: 50 Ω (± 10 %);
- frequency range: 15 Hz (–10 %) to 150 kHz (+10 %).

6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai

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

Les caractéristiques suivantes doivent être vérifiées:

- forme d'onde de la tension de sortie;
- impédance du générateur;
- 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 en/hors tension (si applicable).

Les vérifications doivent être effectuées à l'aide d'une sonde de tension et d'un oscilloscope, ou de tout autre instrument de mesure équivalent disposant d'une largeur de bande minimale de 1 MHz.

La précision du matériel de mesure doit être d'au moins $\pm 5\%$.

6.3 Réseaux de couplage/découplage

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

6.3.1 Réseaux de couplage

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

Pour l'alimentation secteur et les accès d'entrée/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 montre un schéma de circuit d'un réseau de couplage, la valeur du condensateur est de $C = 1,0 \mu\text{F}$ et de la résistance est de $R = 100 \Omega \times n$, où n est le nombre de conducteurs ($n \geq 2$).

Les condensateurs et les résistances pour chaque conducteur dans le réseaux 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 de signal, 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 nécessaire (voir figure 6).

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 must be calibrated or verified for the most essential characteristics.

The following generator characteristics must be verified:

- output voltage waveform;
- generator impedance;
- 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 probe and 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

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.

6.3.1 Coupling networks

6.3.1.1 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).

6.3.1.2 Réseaux de couplage pour accès de communication

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

La figure 5 montre un schéma de circuit pour un réseau en T. La valeur du condensateur est $C = 4,7 \mu\text{F}$, la résistance est $R = 200 \Omega$ et 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 taux de réjection en mode commun de l'EST.

NOTE – Il est possible de produire des réseaux en T aptes à l'utilisation avec un taux de réjection en mode commun supérieur à 80 dB, dans ce cas, il est recommandé que la norme produit propose un autre mode de couplage.

6.3.2 Dispositifs de découplage

6.3.2.1 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'EST 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 gamme de fréquences 0 Hz à 150 kHz.

Des dispositifs d'isolement actifs et passifs d'isolation sont disponibles; des exemples de dispositifs actifs incluent des amplificateurs et des photocoupleurs, tandis que des exemples de dispositifs passifs incluent des transformateurs d'isolement et des translateurs.

6.3.2.2 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 gamme 15 Hz-150 kHz: 60 dB.

Les dispositifs de découplage à tenue d'isolement réduit peuvent être utilisés lorsque l'essai est à un niveau inférieur au niveau 4.

La réjection de mode commun du dispositif de découplage doit être aussi importante que possible pour minimiser la dégradation de la réjection en mode commun de l'accès de l'EST.

Pour certains dispositifs complexes, tels que les coffrets d'alimentation constitués d'un transformateur d'isolement et d'un convertisseur alternatif – continu, les exigences de ce paragraphe s'appliquent également.

En ce qui concerne les lignes symétriques, le réseau en T spécifié au paragraphe 6.3.1.2 fournit un découplage effectif dans la gamme de fréquences 10 kHz à 150 kHz. Au-dessous de 10 kHz, un dispositif de découplage est encore exigé.

7 Installation d'essai

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

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

6.3.1.2 Coupling networks for communication port

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.

NOTE – 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.

6.3.2 Decoupling devices

6.3.2.1 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, whilst examples of passive devices include isolation transformers and translators.

6.3.2.2 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-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 this subclause 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 6.3.1.2 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

The test set-up specifications are given for

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

7.1 Connexions de mise à la terre

Les prescriptions de mise à la terre de sécurité des EST, des matériels auxiliaires (EA) et des matériels d'essai doivent toujours être respectées.

Les EST doivent être connectés au système 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 référence de masse (PRM) ou à une borne de terre commune. La connexion de mise à la terre du PRM ou à la prise de terre commune doit avoir moins de 1 m de long.

7.2 Matériels en cours d'essai

Les matériels en cours d'essai doivent être disposés et raccordés conformément aux spécifications d'installation des matériels.

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/isollement (voir 6.3.2).

Les signaux d'exploitation destinés à faire fonctionner les EST peuvent être fournis par les matériels auxiliaires ou par un simulateur.

On doit utiliser les câbles indiqués par le fabricant des matériels; en l'absence de spécifications, on doit adopter des câbles non blindés du type approprié aux signaux concernés.

La longueur des câbles n'a pas d'importance pour l'essai, sauf dans le cas des câbles blindés (voir 8.2). Pour les câbles blindés, si le constructeur spécifie la longueur maximale du câble, cette longueur doit être utilisée; dans tous les autres cas, un câble de 20 m doit être utilisé.

7.3 Générateurs d'essai

Le générateur d'essai doit être connecté au réseau de couplage ou à la résistance de couplage, comme indiqué à l'article 8.

7.4 Dispositifs de découplage/isollement

Les dispositifs de découplage/isollement doivent être connectés entre tous les accès des EST à essayer et la source d'alimentation ou de signal correspondante.

Des dispositifs dédiés de découplage/isollement ne sont pas exigés si l'EA ou les sources de puissance sont isolés.

NOTE – Il convient que les dispositifs de découplage/isollement soient implantés à côté des câbles, près de l'accès du matériel auxiliaire, de façon à utiliser les extrémités des câbles fournis sans devoir les couper.

Dans le cas des lignes blindées (par exemple, des câbles coaxiaux), le générateur doit être raccordé directement au blindage (des résistances ou condensateurs en série supplémentaires ne sont pas nécessaires).

8 Procédure d'essai

La procédure d'essai comprend

- la vérification préliminaire du bon fonctionnement du matériel;
- l'exécution de l'essai.

7.1 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.

7.2 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 6.3.2).

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, unless in the case of shielded cables (see 8.2). 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.

7.3 Test generators

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

7.4 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.

NOTE – 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

The test procedure includes

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

8.1 Conditions de référence en laboratoire

Afin de minimiser l'impact des paramètres liés à l'environnement sur les résultats des essais, ceux-ci doivent être réalisés dans des conditions de référence climatiques et électromagnétiques indiquées en 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

Les essais doivent être réalisés dans des conditions climatiques standard, conformément à la norme CEI 60068-1:

- température ambiante: de 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: de 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: de 86 kPa (860 mbar) à 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE – Toutes les autres valeurs sont indiquées dans la spécification produit.

Les EST doivent fonctionner dans les conditions climatiques pour lesquelles ils sont conçus.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

Les conditions électromagnétiques du laboratoire ne doivent pas influencer les résultats des essais.

8.2 Exécution de l'essai

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

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

- le type d'essai;
- le niveau d'essai;
- la durée de l'essai;
- les accès de l'EST à tester;
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- les matériels auxiliaires.

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 de la procédure d'essai sont les suivantes:

- vérification préliminaire des performances des matériels;
- connexion des réseaux de couplage et des dispositifs de découplage aux accès des EST à essayer;
- 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/sortie de l'EST. 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 d'effectuer au moins une vérification complète des performances de fonctionnement de l'EST. Pour des essais de courte durée, (de typiquement 1 s), la tension d'essai doit être appliquée de façon répétitive jusqu'à ce que ce critère soit atteint.

8.1 Laboratory reference conditions

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 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 Climatic conditions

The tests shall be carried out in standard climatic conditions in accordance with IEC 60068-1:

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- atmospheric pressure: 86 kPa (860 mbar) to 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE – Any other values are specified in the product specification.

The EUT shall be operated within its intended climatic conditions.

8.1.2 Electromagnetic conditions

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

8.2 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

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

L'essai dans la gamme de fréquences 15 Hz-150 kHz débute à 15 Hz; la vitesse de balayage ne doit pas dépasser 1×10^{-2} décade/s. Lorsque le balayage de fréquence est incrémental, la grandeur des pas ne doit pas dépasser 10 % de la valeur de départ puis 10 % de la précédente valeur de fréquence.

Les performances de l'EST doivent faire l'objet d'une surveillance constante, et toute dégradation sera mentionnée dans le rapport d'essai.

Le générateur d'essai doit être raccordé à chaque accès, l'un après l'autre. Les accès qui ne sont pas en essai doivent avoir les bornes d'entrée du réseau de couplage connectés à la terre (voir figure 6).

Si l'appareil dispose d'un grand nombre d'accès similaires, on doit en choisir un nombre suffisant pour que tous les types d'extrémités soient représentés.

NOTE – Il est recommandé qu'un examen préliminaire soit effectué en appliquant la tension d'essai à l'accès de terre de l'EST dans l'installation complète décrite pour les essais de type. Les conditions de susceptibilité, si il y en a, seront examinées accès par accès.

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

Dans le cas de lignes blindées (par exemple les câbles coaxiaux), la sortie du générateur doit être directement reliée à l'écran (des résistances ou condensateurs en série supplémentaires ne sont pas nécessaires).

En ce qui concerne les accès d'essai ayant plus de deux bornes (par exemple groupement), 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 au paragraphe 6.3.1.2.

Durant l'essai 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 se trouve à la figure 6.

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

- alimentation;
- entrée et sortie;
- communication.

Les performances de l'EST 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 Résultats des essais et rapport d'essai

Cet article sert de guide pour l'évaluation des résultats des essais et pour le rapport d'essai relatif à la présente partie de la CEI 61000.

La variété et la diversité des matériels et des systèmes à essayer rendent difficile l'établissement des effets de cet essai sur les matériels et les systèmes.

The test in the frequency range 15 Hz-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.

NOTE – A preliminary investigation should be carried out applying the test voltage to the earth port of the EUT in the complete set-up described for type tests. Susceptibility conditions, if any, will be investigated on a port-by-port basis.

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 6.3.1.2.

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.

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 Test results and test report

This clause provides guidance for the evaluation of test results and for the test report related to this part of IEC 61000.

The variety and diversity of equipment and systems to be tested make the task of establishing the effects of this test on equipment and systems difficult.

Les résultats des essais doivent être classés de la façon suivante, sur la base des conditions d'utilisation et des spécifications fonctionnelles du matériel soumis à l'essai, sauf en cas d'exigences données par les comités de produit, ou les spécifications de produit:

- a) comportement normal dans les limites de la spécification;
- b) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement autorécupérable;
- c) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou la remise à zéro du système;
- d) dégradation ou perte de fonction non récupérable en raison d'une avarie du matériel (composants) ou du logiciel, ou perte de données.

L'application des essais définis dans cette partie de la CEI 61000 ne doit pas rendre le matériel dangereux ou peu sûr.

Dans le cas d'essais de réception, le programme des essais et l'interprétation de leurs résultats doivent être décrits dans la norme de produit spécifique.

En général, le résultat est positif si le matériel résiste pendant toute la période d'exposition à l'essai et remplit, à la fin de cette période, les exigences fonctionnelles établies par la spécification technique.

La spécification technique peut définir les effets sur l'EST que l'on peut considérer comme non significatifs et donc acceptables.

En ce qui concerne ces effets, il faut vérifier que le matériel est capable de retrouver sa capacité de fonctionnement par lui-même à la fin de la période d'essai; il faut donc mesurer le laps de temps pendant lequel le matériel ne dispose plus de sa capacité de fonctionnement. Ces vérifications sont obligatoires pour évaluer définitivement les résultats des essais.

Le rapport d'essai doit comprendre les conditions d'essai et les résultats de l'essai.

The test results shall be classified on the basis of the operating conditions and the functional specifications of the equipment under test, as follows, unless different specifications are given by product committees or product specifications:

- a) normal performance within the specification limits;
- b) temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable;
- c) temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or systems reset;
- d) degradation or loss of function which is not recoverable due to damage of equipment (components) or software, or loss of data.

Equipment shall not become dangerous or unsafe as a result of the application of the tests defined in this part of IEC 61000.

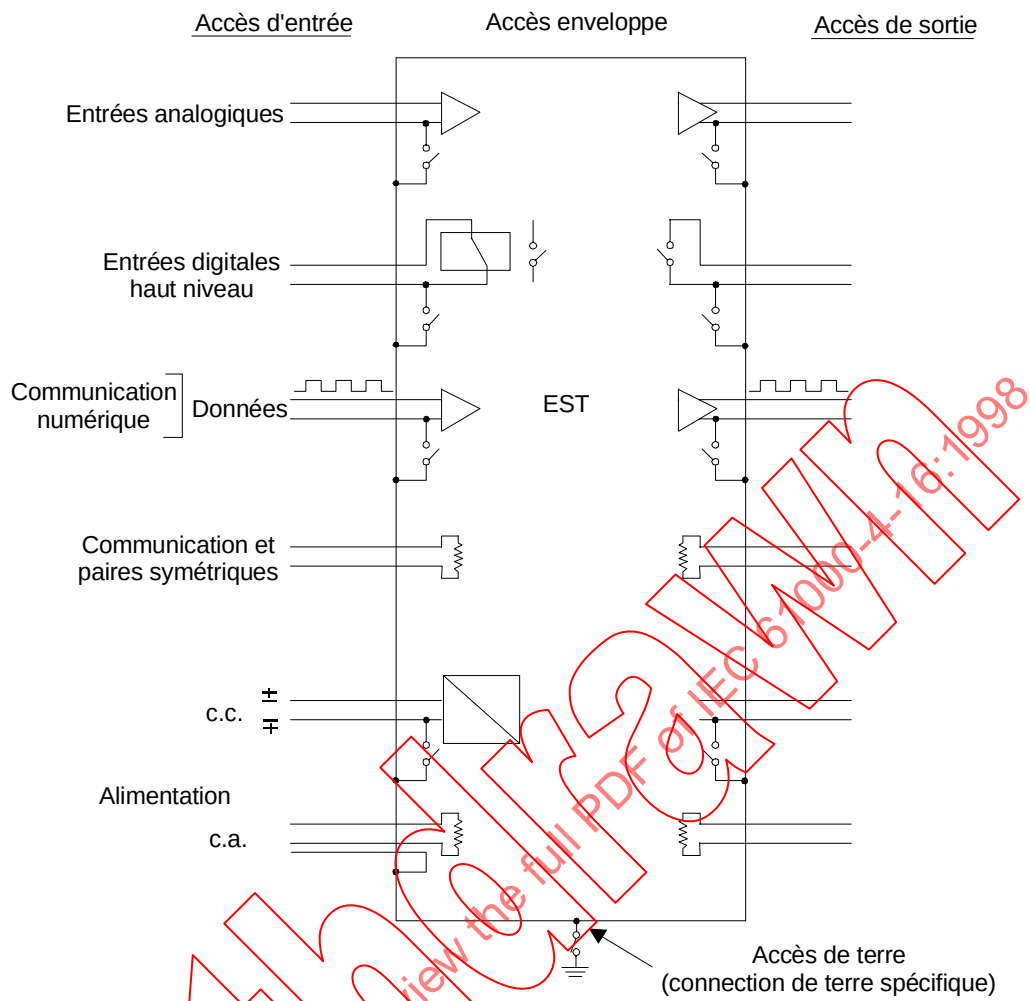
In the case of acceptance tests, the test program and the interpretation of the test results shall be described in the specific product standard.

As a general rule, the test result is positive if the equipment shows its immunity throughout the period of application of the test, and, at the end of the tests, fulfils the functional requirements established in the technical specification.

The technical specification may define effects on the EUT that may be considered insignificant and therefore acceptable.

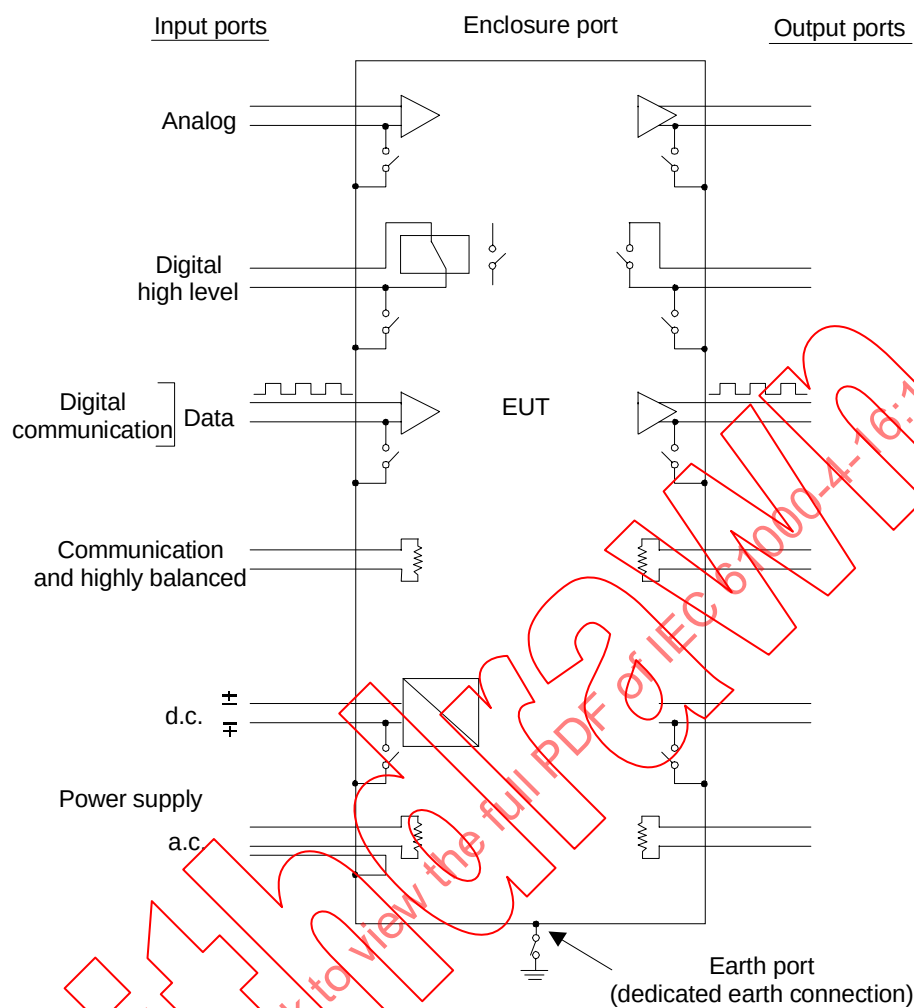
For these conditions it shall be verified that the equipment is able to recover its operative capabilities by itself at the end of the test; the time interval during which the equipment loses its full functional capabilities shall therefore be recorded. These verifications are binding for the definitive evaluation of the test result.

The test report shall include the test conditions and the test results.



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

Figure 1 – Exemple d'accès de matériels et configuration



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

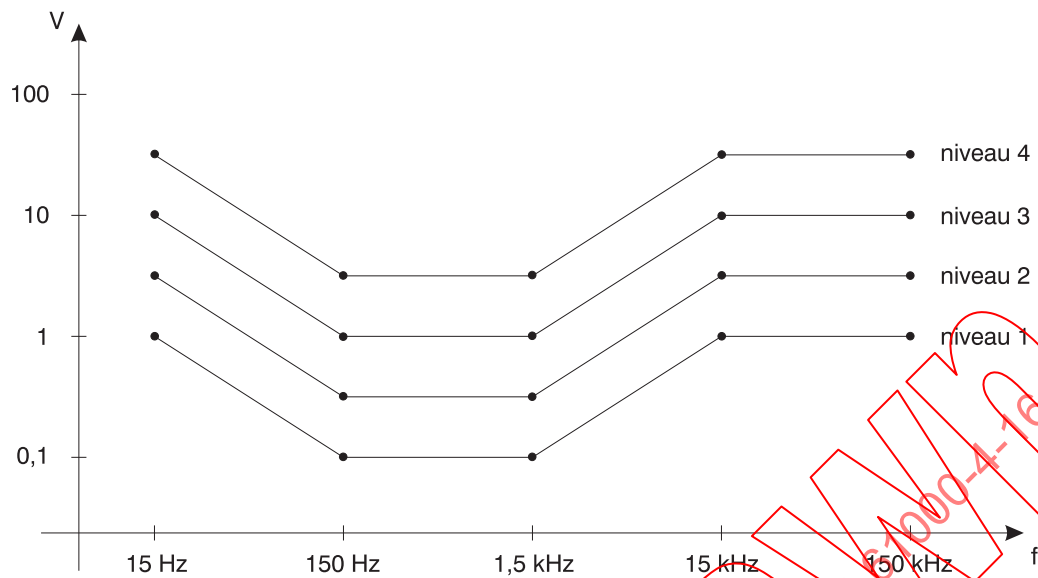
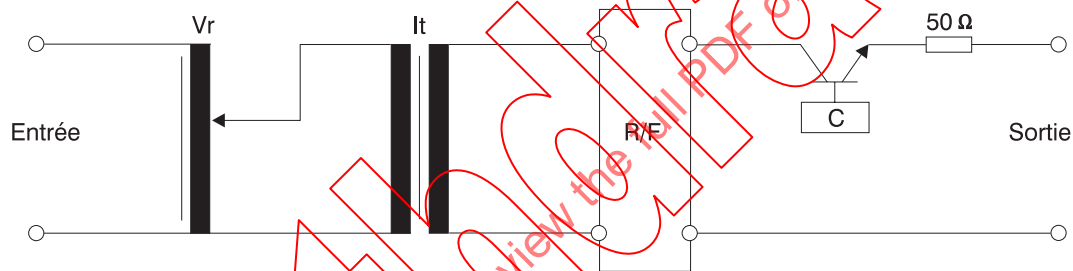


Figure 2 – Profil de la tension d'essai



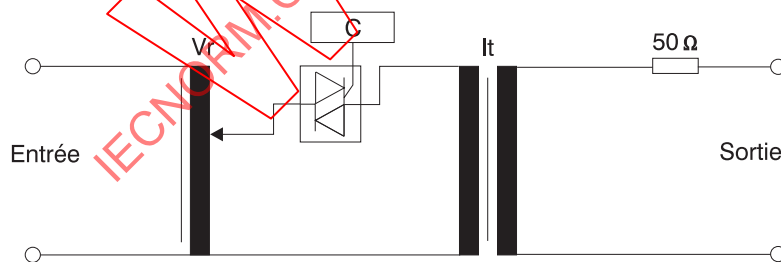
Vr: réglage de tension

It: transformateur d'isolement

R/F: redressement/filtrage

C: circuit de commande

Figure 3 – Schéma de principe du générateur pour les essais en courant continu



Vr: réglage de tension

C: circuit de commande

It: transformateur d'isolement

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

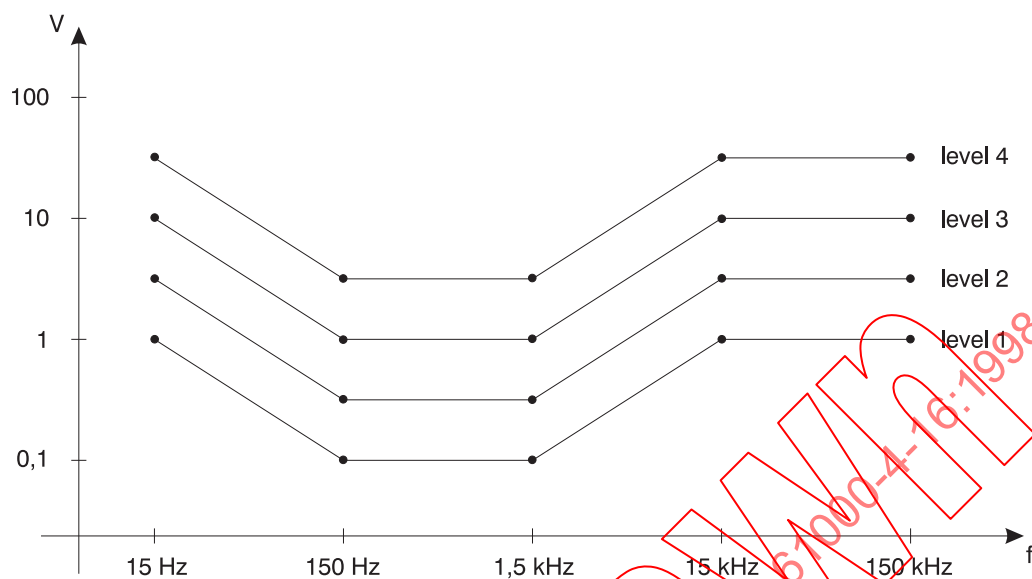


Figure 2 – Profile of the test voltage



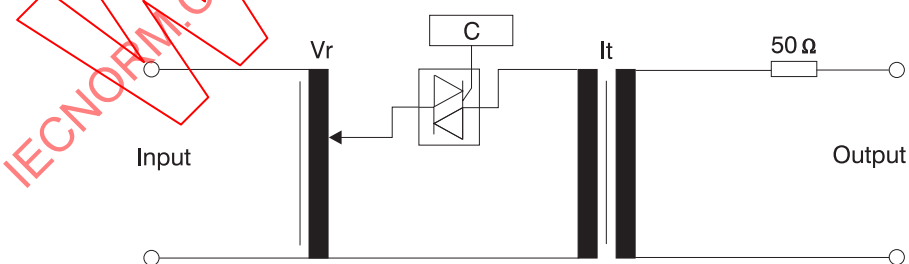
Vr: voltage regulation

It: isolation transformer

R/F: rectification/filtering

C: control circuit

Figure 3 – Schematic in principle of the generator for d.c. voltage tests

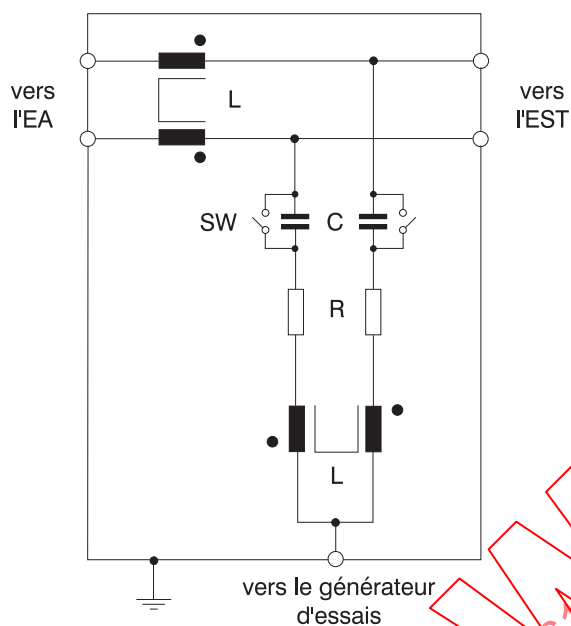


Vr: voltage regulation

C: control circuit

It: isolation transformer

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

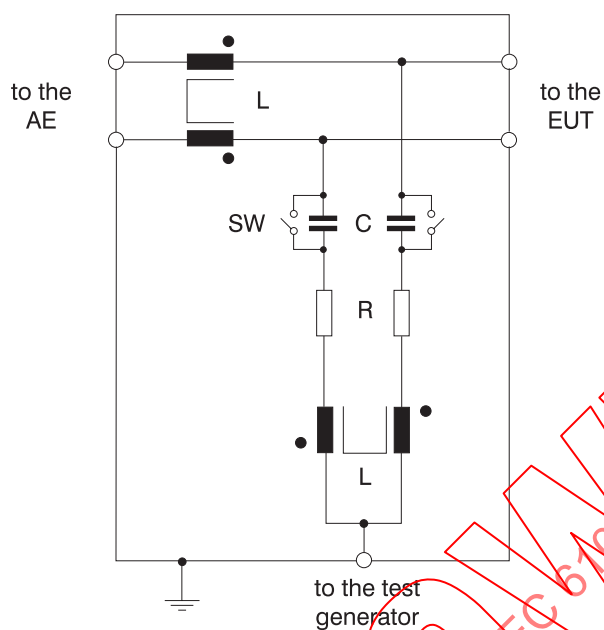


R: 200 Ω

C: 4,7 μF , à court-circuiter pour les essais en courant continu (SW)

L: 2 $\times$ 38 mH (bobinage bifilaire)

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

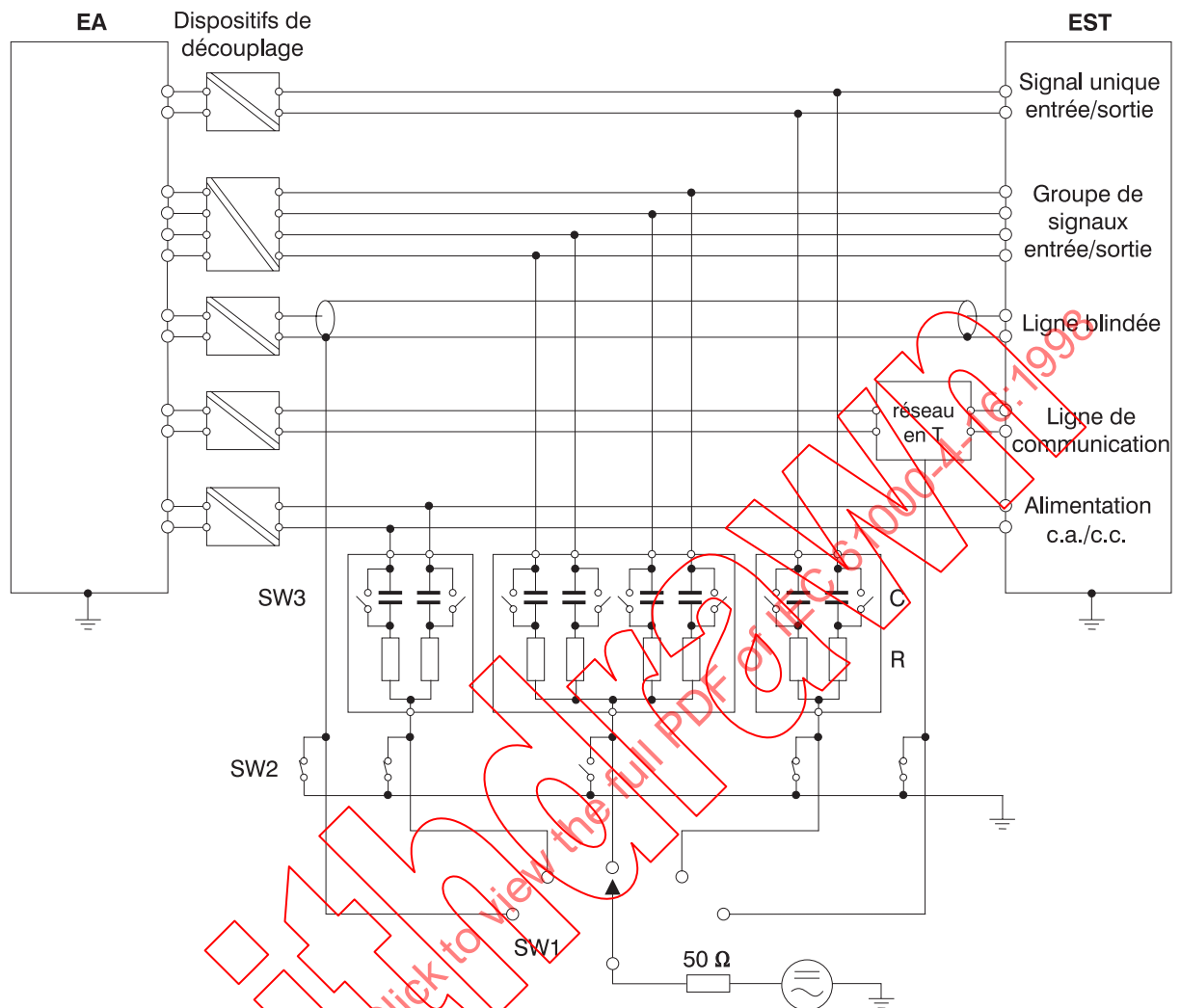


R: 200 Ω

C: 4,7 μF , to be short-circuited for d.c. voltage test (SW)

L: $2 \times 38 \text{ mH}$ (bifilar winding)

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



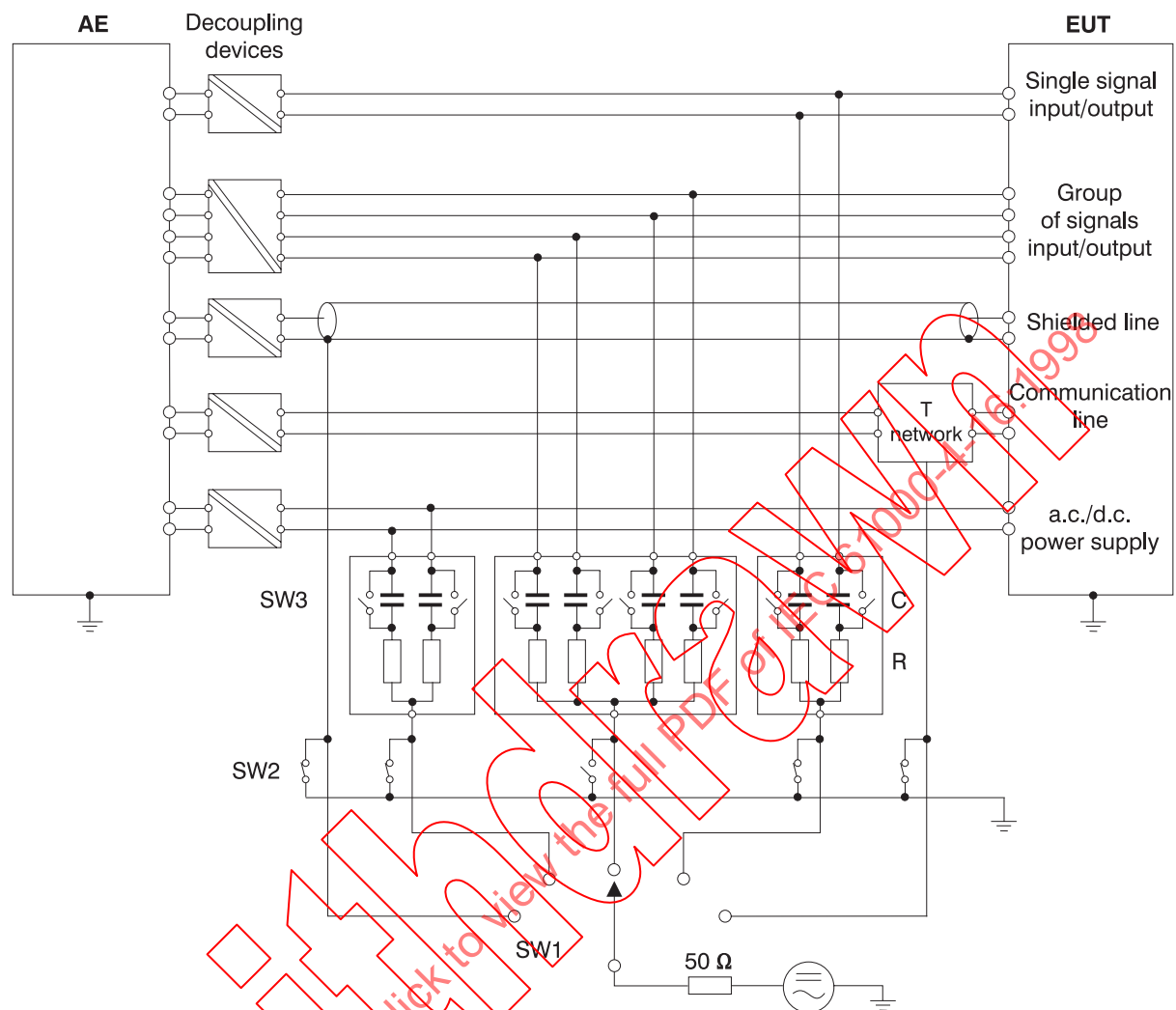
$C = 1,0 \mu\text{F}$, à court-circuiter pour les essais en courant continu (SW3)

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

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

NOTE – L'interrupteur SW2 est utilisé pour réunir à la terre toutes les bornes d'entrée des accès non essayés (voir 8.2).

Figure 6 – Circuit schématique pour essais de type



$C = 1,0 \mu\text{F}$, 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 8.2).

Figure 6 – Schematic circuit for type tests

Annexe A (informative)

Sources de perturbations et mécanismes de couplage

A.1 Sources des perturbations

Les perturbations conduites en mode commun à la fréquence du réseau et aux 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 générera aussi des perturbations à la fréquence utilisée (typiquement $16^{2/3}$ Hz).

Les perturbations induites sont décrites en détail dans la CEI 61000-2-3 et CEI 61000-2-5. Les différents types de perturbations peuvent tous être présents simultanément, mais à différents niveaux. Qui plus est, si le réseau d'alimentation est le siège d'un défaut, les niveaux de perturbation peuvent être 10 fois supérieurs aux niveaux de référence donnés dans les conditions normales de fonctionnement, cependant, les perturbations dues aux conditions de défaut sont typiquement présentes pour de courtes durées (jusqu'à environ 1 s).

Les perturbations à la fréquence réseau et les harmoniques peuvent affecter les accès de signal des matériels dont la réjection en mode commun est insuffisante.

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

A 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 une augmentation des perturbations conduites en mode commun.

A.2 Mécanismes de couplage

Les mécanismes de couplage considérés dans cet article comprennent les couplages capacitif, inductif et résistif. Des détails sur les différents mécanismes de couplage sont disponibles dans la CEI 61000-2-3. Il n'y a pas de couplage capacitif si la ligne de signal est référencée à la terre, due par exemple à une extrémité à la terre où à la présence de filtres capacitifs.

Le couplage inductif, dû à des champs magnétiques générés par la source de perturbation (par exemple ligne d'alimentation, circuits de terre), 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 quelquefois peut être considéré comme inclusif des effets du couplage capacitif et inductif.

Annex A (informative)

Sources of disturbances and coupling mechanisms

A.1 Sources of disturbances

The conducted, common mode disturbances at mains frequency and its 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 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 1-2 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 this clause 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.