

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61000-4-12

Deuxième édition
Second edition
2006-09

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4-12:

Techniques d'essai et de mesure –

Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4-12:

Testing and measurement techniques –

Ring wave immunity test



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61000-4-12:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61000-4-12

Deuxième édition
Second edition
2006-09

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-12:
Techniques d'essai et de mesure –
Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-12:
Testing and measurement techniques –
Ring wave immunity test**

© IEC 2006 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes et définitions	12
4 Généralités.....	16
4.1 Description du phénomène.....	16
4.2 Paramètres pertinents	18
5 Niveaux d'essai	20
6 Matériel d'essai	20
6.1 Générateur d'essai.....	20
6.2 Spécifications du réseau de couplage/découplage.....	26
7 Installation d'essai.....	28
7.1 Essai des accès de puissance.....	32
7.2 Essai d'accès d'entrée/sortie	32
7.3 Essai des accès de communication.....	32
7.4 Connexions de mise à la terre.....	32
7.5 Matériel en essai.....	34
7.6 Réseaux de couplage/découplage.....	36
8 Procédure d'essai.....	36
8.1 Conditions de référence du laboratoire.....	38
8.2 Exécution de l'essai.....	38
9 Evaluation des résultats d'essai.....	42
10 Rapport d'essai.....	42
Annexe A (informative) Information relative aux niveaux d'essai pour l'onde sinusoïdale	60
Bibliographie.....	62
Figure 1 – Forme d'onde de l'onde sinusoïdale amortie (tension en circuit ouvert et courant de court-circuit)	18
Figure 2 – Exemple de schéma du circuit du générateur d'essai pour onde sinusoïdale amortie	22
Figure 3 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table utilisant le plan de référence	30
Figure 4 – Exemple d'installation d'essai pour matériel posé sur le sol utilisant le plan de référence	30
Figure 5 – Essai d'accès alimentation entre lignes CA/CC, monophasé	44
Figure 6 – Essai d'accès alimentation entre ligne CA/CC et terre, monophasé.....	44
Figure 7 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé) – couplage entre la phase L3 et la phase L1	46
Figure 8 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé) – couplage entre la phase L3 et la terre.....	48

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 General	17
4.1 Description of the phenomenon	17
4.2 Relevant parameters	19
5 Test levels.....	21
6 Test equipment.....	21
6.1 Test generator.....	21
6.2 Coupling/decoupling network specifications.....	27
7 Test set-up	29
7.1 Test of power supply ports	33
7.2 Test of input/output ports.....	33
7.3 Test of communication ports.....	33
7.4 Earthing connections.....	33
7.5 Equipment under test	35
7.6 Coupling/decoupling networks.....	37
8 Test procedure	37
8.1 Laboratory reference conditions	39
8.2 Execution of the test.....	39
9 Evaluation of test results	43
10 Test report.....	43
Annex A (informative) Information on test levels for the ring wave	61
Bibliography.....	63
Figure 1 – Waveform of the ring wave (open circuit voltage and short circuit current)	19
Figure 2 – Example of schematic circuit of the test generator for ring wave	23
Figure 3 – Example of test set-up for table-top equipment using the ground reference plane.....	31
Figure 4 – Example of test set-up for floor-standing equipment using the ground reference plane.....	31
Figure 5 – AC/DC power supply port, single phase, line-to-line test	45
Figure 6 – AC/DC power supply port, single phase, line-to-ground test	45
Figure 7 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases) – line L3 to line L1 coupling	47
Figure 8 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases) – line L3 to ground coupling	49

Figure 9 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées – couplage par condensateurs entre fils de ligne ou entre un fil et la terre	50
Figure 10 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées – couplage par parafoudres entre fils de ligne ou entre un fil et la terre.....	52
Figure 11 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées – couplage par circuit de clamping entre fils de ligne ou entre un fil et la terre	54
Figure 12 – Exemple de montage d'essai pour lignes non blindées utilisées de façon symétrique (lignes de communications) – couplage par parafoudres entre fils de ligne et la terre	56
Figure 13 – Essai des accès communication pour signaux rapides (sortie générateur à la terre).....	58
Tableau 1 – Niveaux d'essai à l'onde sinusoïdale amortie.....	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-12:2006

Figure 9 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines – line-to-line and line-to-ground coupling via capacitors	51
Figure 10 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines – line-to-line and line-to-ground coupling via arrestors	53
Figure 11 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines – line-to-line and line-to-ground coupling via a clamping circuit	55
Figure 12 – Example of test setup for unshielded symmetrical interconnection lines (communication lines) – lines-to-ground coupling via arrestors	57
Figure 13 – Test of a system with communication ports with fast operating signals (generator output earthed)	59
Table 1 – Test levels for ring wave	21

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-12:2006

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61000-4-12 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1995 et son amendement 1 (2000), et constitue une révision technique des caractéristiques et des performances du matériel d'essai. Elle ne traite que de l'essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4-12: Testing and measurement techniques –
Ring wave immunity test**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61000-4-12 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical Committee 77: Electromagnetic compatibility.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1995 and its amendment 1 (2000), and constitutes a technical revision of the characteristics and performance of the test equipment. It only addresses the ring wave immunity test.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77B/509/FDIS	77B/519/RVD

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-12:2006

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

FDIS	Report on voting
77B/509/FDIS	77B/519/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.

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

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

INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

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 produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide 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 comme normes internationales soit comme spécifications techniques ou rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées comme sections. D'autres seront publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

La présente partie est une Norme internationale qui donne les exigences d'immunité et les procédures d'essai relatives aux ondes sinusoïdales amorties.

INTRODUCTION

IEC 61000 is published in separate parts 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: 61000-6-1).

This part is an International Standard which gives immunity requirements and test procedures related to ring waves.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61000 traite des méthodes d'essai des matériels électriques et électroniques dans leurs conditions d'exploitation et des exigences en matière d'immunité contre les oscillations transitoires amorties non répétitives (ondes sinusoïdales amorties) se manifestant sur les alimentations basse tension ainsi que sur les lignes de commande et de signal raccordées aux réseaux publics ou privés.

L'objet de cette norme fondamentale est d'établir les exigences d'immunité et de constituer une référence commune pour l'évaluation en laboratoire des performances d'équipements électriques et électroniques destinés aux applications résidentielles, commerciales et industrielles, ainsi que d'équipements destinés aux postes électriques et sous-stations, le cas échéant.

NOTE Comme décrit dans le Guide 107 de la CEI, c'est une publication fondamentale en CEM pour utilisation par les comités de produits de la CEI. Comme indiqué également dans le Guide 107, il incombe aux comités de produits de la CEI la responsabilité de déterminer s'il convient d'appliquer ou non cette norme d'essai d'immunité et, si c'est le cas, ils ont la responsabilité de déterminer les niveaux d'essai et les critères de performance appropriés. Le comité d'études 77 et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais d'immunité particuliers pour leurs produits.

La présente norme a pour objet de définir les paramètres suivants:

- tension d'essai et formes d'ondes de courant;
- gammes de niveaux d'essais;
- matériel d'essai;
- installation d'essai;
- procédure d'essai.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent, ainsi que celles de la CEI 60050(161).

NOTE Plusieurs des termes et définitions les plus pertinents provenant de la CEI 60050-161 sont présentés parmi les définitions suivantes.

3.1

salve

suite d'un nombre fini d'impulsions distinctes ou oscillation de durée limitée

[VEI 161-02-07]

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test

1 Scope and object

This part of IEC 61000 relates to the immunity requirements and test methods for electrical and electronic equipment, under operational conditions, to non-repetitive damped oscillatory transients (ring waves) occurring in low-voltage power, control and signal lines supplied by public and non-public networks.

The object of this basic standard is to establish the immunity requirements and a common reference for evaluating in a laboratory the performance of electrical and electronic equipment intended for residential, commercial and industrial applications, as well as of equipment intended for power stations and substations, as applicable.

NOTE As described in IEC Guide 107, this is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As also stated in Guide 107, the IEC product committees are responsible for determining whether this immunity test standard should be applied or not, and if applied, they are responsible for determining the appropriate test levels and performance criteria. TC 77 and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular immunity tests for their products.

The purpose of this standard is to define:

- test voltage and current waveforms;
- ranges of test levels;
- test equipment;
- test set-up;
- test procedure.

2 Normative references

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

IEC 60050(161): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electro-magnetic compatibility*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the following terms and definitions, together with those in IEC 60050-161 apply.

NOTE Several of the most relevant terms and definitions from IEC 60050-161 are presented among the definitions below.

3.1

burst

sequence of a limited number of distinct pulses or an oscillation of limited duration

[IEV 161-02-07]

3.2 étalonnage

ensemble des opérations établissant, en référence à des étalons, la relation qui existe, dans les conditions spécifiées, entre une indication et un résultat de mesure

NOTE 1 Cette définition est conçue dans l'approche « incertitude ».

NOTE 2 La relation entre les indications et les résultats de mesures peut être donnée, en principe, dans un diagramme d'étalonnage.

[VEI 311-01-09]

3.3 couplage

interaction entre circuits avec transfert d'énergie d'un circuit dans un autre

3.4 réseau de couplage

circuit électrique destiné à transférer de l'énergie d'un circuit à un autre

3.5 réseau de découplage

circuit électrique destiné à empêcher la tension d'essai, appliquée à l'EST, de brouiller les dispositifs, équipements ou systèmes non soumis à des essais

3.6 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

[VEI 161-01-20]

3.7 accès

interface de l'EST avec l'environnement électromagnétique extérieur

3.8 temps de montée

durée de l'intervalle de temps entre les instants auxquels la valeur instantanée d'une impulsion atteint pour la première fois 10 %, puis 90 % de sa hauteur

[VEI 161-02-05, modifiée]

3.9 transitoire (adjectif et nom)

se dit d'un phénomène ou d'une grandeur qui varie entre deux régimes établis consécutifs dans un intervalle de temps relativement court à l'échelle des temps considérée

[VEI 161-02-01]

3.10 vérification

ensemble des opérations utilisées pour vérifier le système de test (ex. le générateur d'essai et les câbles d'interconnexion) et pour démontrer que le système de test fonctionne à l'intérieur des spécifications données à l'Article 6

NOTE 1 Les méthodes utilisées pour la vérification peuvent être différentes de celles utilisées pour l'étalonnage.

NOTE 2 La procédure de 6.1.2 et 6.2.2 est destinée à constituer un guide assurant le fonctionnement correct du générateur d'essai et des autres dispositifs constituant l'installation d'essai, de telle sorte que la forme d'onde prévue soit délivrée à l'EST.

NOTE 3 Pour le besoin de cette norme fondamentale de CEM, cette définition est différente de celle donnée dans le VEI (311-01-13).

3.2

calibration

set of operations which establishes, by reference to standards, the relationship which exists under specified conditions, between an indication and a result of a measurement

NOTE 1 This term is based on the "uncertainty" approach.

NOTE 2 The relationship between the indications and the results of measurement can be expressed, in principle, by a calibration diagram.

[IEV 311-01-09]

3.3

coupling

interaction between circuits, transferring energy from one circuit to another

3.4

coupling network

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

3.5

decoupling network

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

3.6

immunity (to a disturbance)

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

[IEV 161-01-20]

3.7

port

particular interface of the EUT with the external electromagnetic environment

3.8

rise time

the interval of time between the instants at which the instantaneous value of a pulse first reaches 10 % value and then the 90 % value

[IEV 161-02-05, modified]

3.9

transient (adjective and noun)

pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval short compared with the time-scale of interest

[IEV 161-02-01]

3.10

verification

set of operations which is used to check the test equipment system (e.g. the test generator and the interconnecting cables) and to demonstrate that the test system is functioning within the specifications given in Clause 6

NOTE 1 The methods used for verification may be different from those used for calibration.

NOTE 2 The procedure of 6.1.2 and 6.2.2 is meant as a guide to insure the correct operation of the test generator and other items making up the test set-up, so that the intended waveform is delivered to the EUT.

NOTE 3 For the purpose of this basic EMC standard this definition is different from the definition given in IEC 311-01-13.

4 Généralités

4.1 Description du phénomène

L'onde sinusoïdale amortie (représentée à la Figure 1) est un phénomène typique de transitoire oscillatoire survenant dans les câbles basse tension suite à des manœuvres de réseaux électriques et de charges réactives, à des défaillances ou des claquages de circuits d'alimentation électrique, ou à des coups de foudre. De fait, il s'agit du phénomène le plus répandu rencontré dans les réseaux d'énergie (HT, MT, BT) ainsi que dans les circuits de commande et de signal.

Représentative d'une large gamme d'environnements électromagnétiques résidentiels comme industriels, l'onde sinusoïdale amortie permet de vérifier l'immunité des équipements relevant de ces environnements vis-à-vis des phénomènes mentionnés plus haut. Ces manifestations produisent des impulsions caractérisées par des ondes à front raide de l'ordre de 10 ns à une fraction de microseconde, en l'absence de tout filtrage. La durée de ces impulsions varie entre 10 μ s et 100 μ s.

Le temps de montée et la durée des impulsions peuvent par ailleurs varier en fonction du trajet et des milieux de propagation.

La propagation de l'onde dans les circuits (puissance et signal) donne toujours lieu à des réflexions dues à la non-adaptation des impédances (les circuits sont chargés sur leur propre impédance ou reliés à des dispositifs de protection, des filtres d'entrée, etc.). Ces réflexions produisent des oscillations dont la fréquence dépend de la vitesse de propagation. La présence éventuelle de phénomènes parasites (capacité parasite d'éléments tels que les moteurs, les enroulements de transformateurs, etc.) exerce également une incidence.

Le temps de montée est réduit à un ralentissement du fait de la caractéristique passe-bas du circuit dans lequel s'effectue la propagation. Ce paramètre est plus marqué lorsque le temps de montée est rapide (de l'ordre de 10 ns) et tend à devenir négligeable pour des valeurs de l'ordre d'une fraction de microseconde.

Des recherches menées sur différents types d'installations montrent que le phénomène qui en résulte au niveau des accès de l'équipement dans la plupart des situations réelles est un transitoire oscillatoire défini par un temps de montée de 0,5 μ s et par une fréquence d'oscillation de 100 kHz.

Des ondes sinusoïdales amorties peuvent également être produites par des coups de foudre, phénomène caractérisé par sa forme d'onde unidirectionnelle (impulsion normalisée 1,2/50 μ s). Les circuits indirectement affectés par la foudre (couplage inductif entre circuits) sont influencés par la dérivée de l'impulsion initiale et les mécanismes de couplage impliqués, ce qui donne naissance aux oscillations. Les caractéristiques de l'onde sinusoïdale résultante dépendent des paramètres réactifs des circuits de terre, des structures métalliques traversées par le courant de foudre, ainsi que de la propagation dans les lignes de transmission à basse tension.

4 General

4.1 Description of the phenomenon

The ring wave (described in Figure 1) is a typical oscillatory transient, induced in low-voltage cables due to the switching of electrical networks and reactive loads, faults and insulation breakdown of power supply circuits or lightning. It is, in fact, the most diffused phenomenon occurring in power supply (HV, MV, LV) networks, as well as in control and signal lines.

The ring wave is representative of a wide range of electromagnetic environments of residential, as well as industrial installations. It is suitable for checking the immunity of equipment in respect of the above-mentioned phenomena, which give rise to pulses characterized by sharp front-waves that, in the absence of filtering actions, are in the order of 10 ns to a fraction of μs . The duration of these pulses may range from 10 μs to 100 μs .

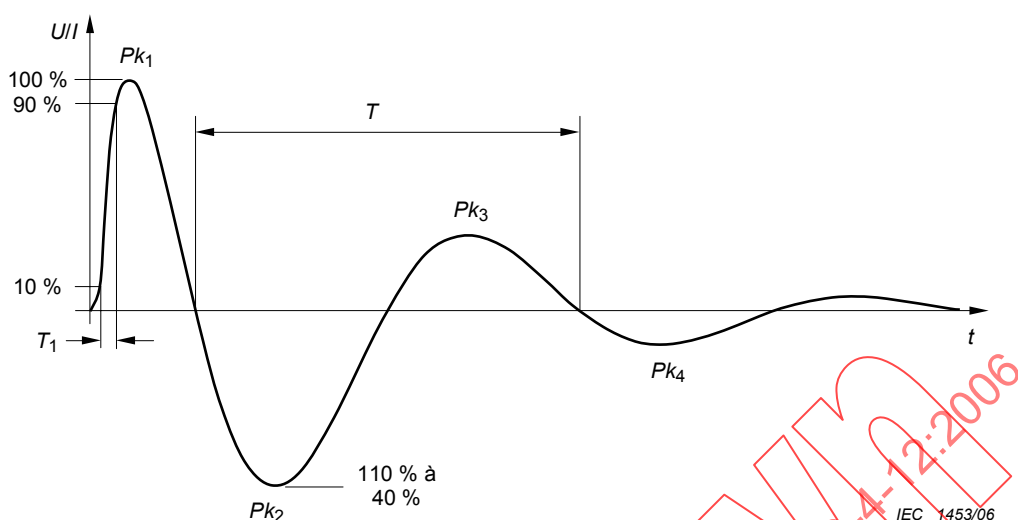
The rise time and duration of the parameters are subject to modification, depending on the propagation media and path.

The propagation of the wave in the lines (power and signal) is always subject to reflections, due to the mismatching impedance (the lines are terminated on their own loads or connected to protection devices, input line filters, etc.). These reflections produce oscillations, whose frequency is related to the propagation speed. The presence of parasitic parameters (stray capacitance of components like motors, transformer windings, etc.) are other conditioning factors.

The rise time is reduced to slowing down due to the low-pass characteristic of the line involved in the propagation. This modification is more relevant for the fast rise times (in the order of 10 ns), and less relevant for values in the range of a fraction of μs .

The resultant phenomenon at the equipment ports is an oscillatory transient, or ring wave. This ring wave with a defined 0,5 μs rise time and 100 kHz oscillation frequency has been determined to be typical and is widely used by some industries for testing products.

Another cause of the ring wave is lightning, which itself is characterized by a unidirectional waveform (standard 1,2/50 μs pulse). Circuits subjected to the indirect effects of lightning (inductive coupling among lines) are influenced by the derivative of the primary pulse and the coupling mechanisms involved, which gives rise to oscillations. The characteristics of the resulting ring wave depend on the reactive parameters of the ground circuits, metal structures involved in the lightning current flow, and the propagation in the low-voltage transmission lines.



Légende

T_1 : temps de montée

T : période d'oscillation

NOTE Seul Pk_1 est déterminé pour la forme d'onde de courant.

**Figure 1 – Forme d'onde de l'onde sinusoïdale amortie
(tension en circuit ouvert et courant de court-circuit)**

D'autres normes CEI, comme la CEI 61000-4-5, font référence à l'impulsion de foudre normalisée 1,2/50 μ s, qui peut être considérée comme complémentaire à l'onde sinusoïdale amortie décrite dans ce document.

C'est aux comités de produit qu'il incombe de définir l'essai le plus approprié en fonction du phénomène considéré comme pertinent.

4.2 Paramètres pertinents

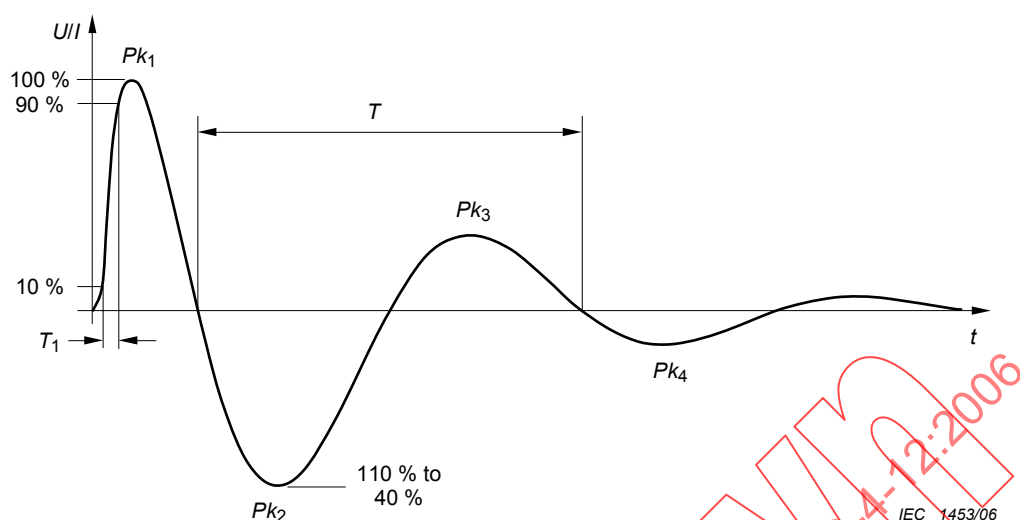
4.2.1 Fréquence de répétition

La fréquence de répétition d'un transitoire est directement liée à la fréquence d'occurrence du phénomène original. La fréquence de répétition est plus importante lorsque le phénomène initial est constitué par une manoeuvre de charges sur des circuits de commande, et moins importante en cas de défauts et de coups de foudre. Cette fréquence peut varier de 1 par seconde à 1 par mois ou 1 par an.

La fréquence de répétition peut être augmentée afin de réduire la durée de l'essai. Il convient toutefois de la choisir en fonction des caractéristiques des protections utilisées contre les transitoires.

4.2.2 Angle de phase

Les défaillances de matériel liées à l'onde sinusoïdale amortie sur les sources d'alimentation électrique peuvent dépendre de l'angle de phase de la tension alternative sinusoïdale auquel le transitoire est appliqué. Quand un dispositif de protection fonctionne pendant un essai à l'onde sinusoïdale amortie, cela peut s'accompagner d'un phénomène de courant de suite dépendant de l'angle de phase auquel le transitoire se produit. Le courant de suite est un courant provenant de la source raccordée et s'écoulant à travers un élément de protection, ou tout autre point de claquage dans l'EST pendant et après le transitoire.

**Key**

- T_1 Rise time
 T Oscillation period

NOTE Only Pk_1 is specified for the current waveform.

Figure 1 – Waveform of the ring wave (open circuit voltage and short circuit current)

Other IEC standards, such as IEC 61000-4-5, refer to the 1,2/50 μ s standard lightning pulse, which may be considered to be complementary to ring wave described in this document.

It is the responsibility of the product committees to define the most appropriate test, according to the phenomenon considered as relevant.

4.2 Relevant parameters

4.2.1 Repetition rate

The repetition rate of the transient is directly related to the frequency of occurrence of the primary phenomenon. It is higher whenever the primary cause is the load switching in control lines, and less frequent in the case of faults and lightning. The occurrence may range from 1/s to 1/month or 1/year.

The repetition rate may be increased in order to reduce the duration of the test. However, it should be selected according to the characteristics of the transient protectors involved.

4.2.2 Phase angle

Equipment failures related to ring wave on power supply sources can depend on the phase angle of the ac mains at which the transient is applied. When a protection element operates during a ring-wave test, power-follow might occur depending on the phase angle at which the transient occurs. Power-follow is the current from the connected power source that flows through a protective element, or from any arc in the EUT both during and following the transient.

Dans le cas des semi-conducteurs, le phénomène peut être lié au seuil de conduction du dispositif au moment où l'onde sinusoïdale amortie se produit. Les paramètres de semi-conducteurs susceptibles d'entrer en ligne de compte sont les caractéristiques de récupération directe et inverse, ainsi que les conditions de tenue au choc diélectrique secondaire.

Les composants les plus exposés à une défaillance liée au déphasage sont les semi-conducteurs implantés dans les circuits d'entrée de puissance. D'autres composants situés dans différentes parties de l'EST peuvent aussi présenter de tels modes de défaillance.

5 Niveaux d'essai

Les niveaux d'essai préférentiels pour l'onde sinusoïdale amortie applicables aux accès d'alimentation, de signal et de commande de l'équipement considéré sont donnés dans le Tableau 1. Le niveau d'essai est défini comme la tension de la première crête (maximum ou minimum) dans la forme d'onde d'essai (Pk_1 à la Figure 1).

Les niveaux applicables aux accès d'alimentation, de signal et de commande peuvent être différents. La différence entre, d'une part, les accès de signal et de commande et, d'autre part, les accès de l'alimentation électrique ne doit pas être supérieure à un niveau.

Tableau 1 – Niveaux d'essai à l'onde sinusoïdale amortie

Niveau	Entre ligne et terre	Entre lignes
	kV	kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x^a	x	x

^a x peut être tout niveau, supérieur, inférieur ou intermédiaire aux autres niveaux. Ce niveau peut être indiqué dans la norme de produit.

Il faut se reporter aux spécifications de produit pour la définition des conditions d'application de l'essai à l'onde sinusoïdale amortie.

Il convient de sélectionner les niveaux d'essai à partir du Tableau 1, en fonction des conditions les plus réalistes d'installation et d'environnement.

Les essais d'immunité sont appliqués en fonction de ces niveaux d'essai afin de définir un niveau de performances correspondant à l'environnement auquel le matériel est destiné, compte tenu des phénomènes primaires et des pratiques d'installation qui déterminent les classes d'environnement électromagnétique.

Il convient de choisir les niveaux d'essai en fonction du phénomène considéré, pour une implantation ou une installation donnée.

6 Matériel d'essai

6.1 Générateur d'essai

Le sortie du générateur d'essai doit être à même de fonctionner en conditions de court-circuit. Le diagramme d'un générateur d'onde sinusoïdale amortie représentatif est présenté en Figure 2.

For semiconductors, the phenomenon may be related to the conduction state of the device at the time the ring wave occurs. Semiconductor parameters that might be involved include forward and reverse recovery characteristics and secondary breakdown performance.

Devices most likely to fail in a phase-related way are semiconductors involved in the power input circuitry. Other devices in different areas of the EUT might also exhibit such failure modes.

5 Test levels

The preferred test levels for the ring wave applicable to power, signal and control ports of the equipment, are given in Table 1. The test level is defined as the voltage of the first peak (maximum or minimum) in the test waveform (Pk_1 in Figure 1).

Different levels may apply to power, signal and control ports. The level(s) used for signal and control ports shall not differ by more than one level from that used for power supply ports.

Table 1 – Test levels for ring wave

Level	Line-to-ground kV	Line-to-line kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x ^a	x	x
^a x can be any level, above, below or in-between the other levels. This level can be given in the product standard.		

The applicability of the ring wave test, shall refer to the product specification.

The test levels from Table 1 should be selected in accordance with the most realistic installation and environmental conditions.

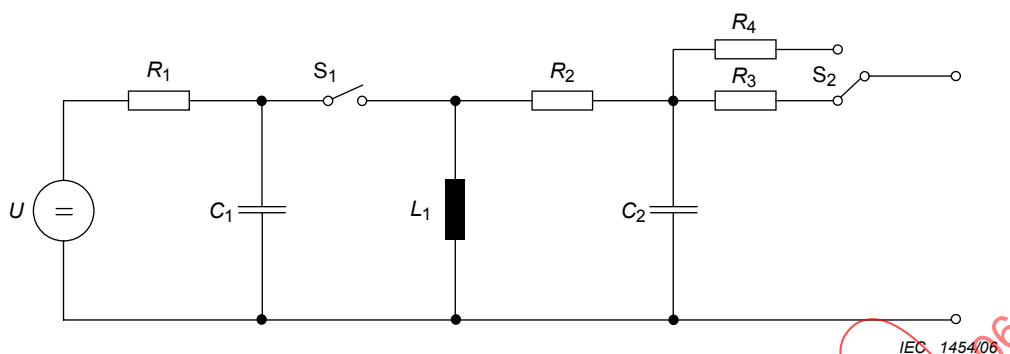
The immunity tests are correlated with these levels in order to establish a performance level for the environment in which the equipment is expected to operate, taking into account the primary phenomena and the installation practices which determine the classes of the electromagnetic environment.

The selection of the test levels should be done on the basis of the applicability to a given location or installation.

6 Test equipment

6.1 Test generator

The generator output shall have the capability to operate under short-circuit conditions. A block diagram of a representative ring wave generator is shown in Figure 2.



Légende

U :	source haute tension	R_3 :	résistance 30 Ω
C_1 :	condensateur d'accumulation d'énergie	R_4 :	résistance 12 Ω
C_2 :	condensateur de filtrage	L_1 :	bobine de circuit oscillant
R_1 :	résistance de charge	S_1 :	interrupteur haute tension
R_2 :	résistance de filtrage	S_2 :	sélecteur d'impédance de sortie

Figure 2 – Exemple de schéma du circuit du générateur d'essai pour onde sinusoïdale amortie

6.1.1 Valeurs des impédances

Deux valeurs d'impédance ont été sélectionnées pour tester les accès d'alimentation: 12 Ω et 30 Ω . Ces valeurs sont respectivement applicables aux circuits de raccordement courts et longs, ceci correspondant à la distance relative entre la source d'alimentation et le réseau principal de distribution. Elles représentent un compromis technique, car elles incluent le besoin de tester les accès de l'EST qui sont normalement interfacés avec des circuits à basse impédance, selon les valeurs indiquées dans la CEI 60816. De plus, elles couvrent le besoin de tester les dispositifs de protection contre les transitoires, telles les varistances à oxyde métallique, les diodes Zener, etc., installées dans l'EST.

6.1.2 Caractéristiques et performances du générateur d'essai

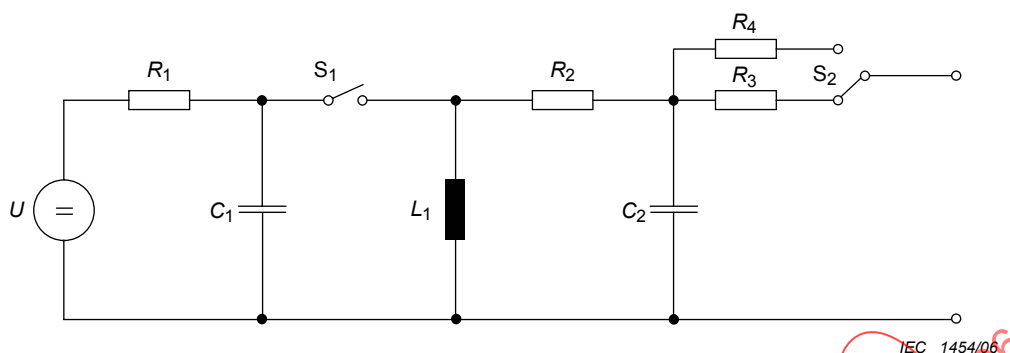
Il s'agit d'un générateur d'onde sinusoïdale amortie unique présentant les caractéristiques suivantes, mesurées telles qu'elles sont appliquées à l'accès de l'EST. Lorsqu'elles sont appliquées à travers un réseau de couplage/découplage, les caractéristiques sont comme spécifiées à la sortie de ce réseau.

La sortie du générateur doit être flottante. Cette condition est nécessaire pour l'essai des accès de commande et de signal de l'EST en mode entre lignes. Elle n'est pas nécessaire pour les accès d'alimentation et les essais en mode entre ligne et terre des accès de commande et de signal.

Le générateur doit être équipé de façon à empêcher l'émission de perturbations importantes susceptibles d'être injectées dans le réseau d'alimentation électrique, ou d'influencer les résultats d'essais.

Caractéristiques:

- temps de montée de la tension
(première crête, T_1 à la Figure 1): 0,5 $\mu\text{s} \pm 30 \%$ (à vide);
- temps de montée du courant
(première crête, T_1 à la Figure 1): $\leq 1 \mu\text{s}$ (en court-circuit);



Key

U : high-voltage source	R_3 : 30 Ω resistor
C_1 : energy storage capacitor	R_4 : 12 Ω resistor
C_2 : filter capacitor	L_1 : oscillating circuit coil
R_1 : charging resistor	S_1 : high-voltage switch
R_2 : filter resistor	S_2 : output impedance selector

Figure 2 – Example of schematic circuit of the test generator for ring wave

6.1.1 Impedance values

Two values of impedance have been selected to test power supply ports: 12 Ω and 30 Ω . These values are applicable, respectively, to short and long branch circuits, corresponding to the relative distance of the power supply source from the main distribution network. They represent a technical compromise, because they include the need to test EUT ports normally interfaced with low impedance circuits, according to the values given in IEC 60816. In addition, they cover the requirements to test the transients protection devices, such as the metal oxide varistors, Zener diodes, etc., installed in the EUT.

6.1.2 Characteristics and performance of the test generator

The test generator is a single-shot ring wave generator with the following characteristics, measured as it is to be applied to the EUT port. If applied via a coupling/decoupling network, the characteristics are to be as specified at the output of that network.

The generator output shall be floating. This condition is necessary to test EUT control and signal ports in line-to-line mode. It is not necessary for power ports and line-to-ground mode tests of control and signal ports.

The generator shall have provisions to prevent the emission of heavy disturbances that may be injected in the power supply network, or may influence the test results.

Specifications:

- voltage rise time (T_1 in Figure 1): 0,5 $\mu\text{s} \pm 30\%$ (open-circuit condition);
- current rise time (T_1 in Figure 1): $\leq 1\ \mu\text{s}$ (short-circuit condition);

- fréquence d'oscillation (Note 1): 100 kHz $\pm$ 10 %;
- décroissance (tension seulement, voir Figure 1): 0,4 < Rapport de Pk_2 à Pk_1 < 1,1
0,4 < Rapport de Pk_3 à Pk_2 < 0,8
0,4 < Rapport de Pk_4 à Pk_3 < 0,8
Pas d'exigences pour les autres crêtes.
- fréquence de répétition: 1 à 60 transitoires par minute;
- impédance de sortie, Note 2: 12 Ω et 30 Ω $\pm$ 20 % (commutable);
- tension à vide (valeur Pk_1 , voir Figure 1): de 250 V à 4 kV ($\pm$ 10 %)
- courant de court-circuit (valeur Pk_1 , voir Figure 1): 333 A $\pm$ 10 % lorsque le générateur est réglé à 12 Ω ;
133 A $\pm$ 10 % lorsque le générateur est réglé à 30 Ω ;
- relation de la phase avec la fréquence d'alimentation: dans une gamme comprise de 0° à 360° relativement à l'angle de phase de la tension d'alimentation c.a. du matériel en essai, avec une tolérance de $\pm$ 10°;
- polarité de la première demi-période: positive et négative.

NOTE 1 La fréquence d'oscillation est définie comme l'inverse de la période entre les 1^{er} et 3^{ème} passages à zéro suivants la crête initiale. Cette période est représentée par T dans la Figure 1.

NOTE 2 L'impédance de sortie est calculée comme le rapport entre la tension en circuit ouvert et le courant de court-circuit.

La Figure 1 décrit la forme de l'onde sinusoïdale amortie (tension en circuit ouvert et courant de court-circuit) avec les crêtes marquées. La Figure 2 présente un exemple de schéma du générateur.

6.1.3 Vérification des caractéristiques du générateur d'essai

L'objet de la procédure de vérification est de fournir un guide permettant de garantir le fonctionnement correct du générateur d'essai, des réseaux de couplage/découplage, et des autres objets constituant le montage d'essai de telle sorte que la forme d'onde prévue soit délivrée à l'EST.

Les caractéristiques essentielles des générateurs d'essai doivent être vérifiées pour permettre de comparer les résultats obtenus au moyen de différents générateurs.

Les caractéristiques à vérifier conformément aux paramètres de 6.1.2 sont les suivantes:

- temps de montée (tension et courant);
- fréquence d'oscillation;
- décroissance;
- fréquence de répétition;
- tension à vide;
- courant de court-circuit.

Les vérifications doivent être effectuées au moyen de sondes de tension ou de courant (selon le cas) et d'oscilloscopes, ou d'autres appareils de mesure équivalents d'une largeur de bande minimale de 20 MHz. Les caractéristiques de la forme d'onde doivent être vérifiées à l'accès EST de chaque RCD utilisé pour l'essai d'immunité, ou directement à la sortie du générateur si aucun RCD n'est utilisé. L'imprécision des mesures permise est de $\pm$ 10 %.

- voltage oscillation frequency, Note 1: 100 kHz $\pm$ 10 %;
- decaying (Voltage only; see Figure 1)
 - 0,4 < Ratio of Pk_2 to Pk_1 < 1,1
 - 0,4 < Ratio of Pk_3 to Pk_2 < 0,8
 - 0,4 < Ratio of Pk_4 to Pk_3 < 0,8
 - No requirements for other peaks.
- transients' repetition: 1 to 60 transients per minute;
- output impedance, Note 2: 12 Ω and 30 $\Omega \pm 20$ % (switchable);
- open circuit voltage (Pk_1 value See Figure 1) 250 V to 4 kV (± 10 %)
- short-circuit current (Pk_1 value See Figure 1)
 - 333 A ± 10 % for 12 Ω generator setting;
 - 133 A ± 10 % for 30 Ω generator setting;
- phase relationship with the power frequency: in a range between 0° to 360° relative to the phase angle of the a.c. line voltage to the equipment under test, with a tolerance of $\pm 10^\circ$
- polarity of the first half period: positive and negative.

NOTE 1 Oscillation frequency is defined as the reciprocal of the period between the first and third zero crossings after the initial peak. This period is shown as T in Figure 1.

NOTE 2 Output impedance is calculated as open circuit voltage divided by short circuit current.

The waveform of the ring wave (open-circuit voltage and short-circuit current) with peak points marked, is given in Figure 1. An example of a schematic circuit of the generator is given in Figure 2.

6.1.3 Verification of the characteristics of the test generator

The verification procedure is meant as a guide to insure the correct operation of the test generator, coupling/decoupling networks, and other items making up the test set-up so that the intended waveform is delivered to the EUT.

In order to make it possible to compare the results of different test generators, the most essential characteristics shall be verified.

The characteristics to be verified in accordance with the parameters of 6.1.2 are the following:

- rise time (voltage and current);
- oscillation frequency;
- decaying;
- repetition frequency;
- open-circuit voltage;
- short-circuit current.

The verifications shall be carried out with voltage or current probes (as applicable) and with oscilloscope or other equivalent measurement instrumentation with 20 MHz minimum bandwidth. The waveform characteristics shall be verified at the EUT port of each CDN used for the immunity test, or directly at the output of the test generator if no CDN is to be used. The permissible inaccuracy of the measurements is ± 10 %.

6.2 Spécifications du réseau de couplage/découplage

Le réseau de couplage/découplage (RCD) permet à la fois d'appliquer la tension d'essai, soit en mode entre ligne et terre soit en mode entre lignes, aux accès de signal et de commande et à l'alimentation de l'EST, et d'éviter que la tension d'essai ne provoque le brouillage des équipements auxiliaires nécessaires aux essais. Les ondes doivent être à l'intérieur des tolérances de 6.1.2 à l'accès EST du RCD. Toutefois, si des dispositifs de couplage non linéaires tels que des parafoudres à gaz ou des diodes à avalanche sont utilisés, les caractéristiques de la forme d'onde sinusoïdale peuvent être modifiées de manière significative.

Les spécifications communes aux réseaux pour l'alimentation électrique et pour les accès de signal et de commande sont indiquées ci-après. Des spécifications uniques supplémentaires sont données en 6.2.1 et 6.2.2.

Le réseau de couplage doit disposer d'une capacité de couplage adaptée à l'impédance retenue pour le générateur d'essai c'est-à-dire 3 μF (au minimum).

Les capacités de couplage peuvent être remplacées par d'autres types de dispositifs de couplage tels que des parafoudres ou des circuits de clamping.

Le réseau de couplage/découplage doit comprendre une borne de terre dédiée.

Les vérifications concernant les spécifications indiquées en 6.1.2 doivent être effectuées au moyen d'un oscilloscope, ou d'un appareil de mesure équivalent ayant une largeur de bande minimale de 20 MHz.

6.2.1 Réseau de couplage/découplage destiné aux accès d'alimentation continu et alternatif

Les formes d'onde en sortie du réseau de couplage/découplage doivent satisfaire aux mêmes exigences que celles applicables au générateur d'essai lui-même et énoncées en 6.1.2.

La chute de tension du réseau c.a. doit être inférieure à 10 %, au niveau du connecteur EST du réseau de couplage/découplage, pour la valeur du courant spécifiée pour le coupleur.

Spécifications:

Quand l'EST est déconnecté, le résidu de la tension de choc sur les entrées d'alimentation du réseau de découplage, ne doit pas excéder 15 % de la tension d'essai appliquée ou deux fois la valeur de crête de la tension assignée du réseau de couplage/découplage, selon celle des deux qui est la plus élevée.

- rigidité diélectrique des dispositifs de couplage sous l'effet d'une onde de 1,2/50 μs : 5 kV;
- intensité de courant admissible: telle que requise pour l'EST;
- nombre de phases: tel que requis pour l'EST.

NOTE Les valeurs minimales des découplages de mode entre ligne et terre et de mode entre lignes peuvent être insuffisantes pour protéger les équipements auxiliaires utilisés afin de faciliter la réalisation de l'essai.

6.2.2 Réseau de couplage/découplage destiné aux accès de signal et de commande

Ce réseau présente les mêmes spécifications que celles figurant en 6.2.1, à l'exception de la suivante:

Quand l'EST est déconnecté, le résidu de la tension de choc sur les entrées d'alimentation du réseau de découplage, ne doit pas excéder 15 % de la tension d'essai appliquée ou deux fois la valeur de crête de la tension assignée du réseau de couplage/découplage, selon celle des deux qui est la plus élevée.

6.2 Coupling/decoupling network specifications

The coupling/decoupling network (CDN) provides both the ability to apply the test voltage in either line-to-ground or line-to-line mode to the mains, signal and control ports of the EUT (equipment under test), and prevents test voltage from affecting any auxiliary equipment needed to perform the test. The waves shall be within the tolerances of 6.1.2 at the EUT port of the CDN. However, if non-linear coupling devices such as gas arrestors or breakdown avalanche diodes are used, the characteristics of the ring waveform can be changed significantly.

The specifications, common to the networks for power supply, as well as for the input/output ports, are given below. Additional unique specifications are given in 6.2.1 and 6.2.2.

The coupling network shall be provided with coupling capability suitable for the selected impedance of the test generator, i.e. 3 μF (minimum).

The coupling capacitors may be replaced by other types of coupling devices such as arrestors or clamping circuits.

The coupling/decoupling network shall be provided with a dedicated earth terminal.

Verification to the specifications of 6.1.2 shall be carried out with an oscilloscope, or equivalent measuring instrument having a minimum bandwidth of 20 MHz.

6.2.1 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power supply ports

The output waveforms from the coupling/decoupling network shall meet the same requirements set forth in 6.1.2 for the test generator itself.

The a.c. mains voltage drop at the EUT connector of the coupling/decoupling network shall be less than 10 % at the specified current rating of the coupler.

Specifications:

The residual surge voltage on the power supply inputs of the decoupling network when the EUT is disconnected shall not exceed 15 % of the applied test voltage or twice the rated peak voltage of the coupling/decoupling network, whichever is higher.

- insulation withstand capability of the coupling devices with the 1,2/50 μs wave: 5 kV;
- current capability: as required for the EUT;
- number of phases: as required for the EUT.

NOTE Minimum values of line-to-ground and line-to-line mode decoupling may not be sufficient to protect auxiliary equipment being used to facilitate the test.

6.2.2 Coupling/decoupling network for signal and control ports

The network has the same specifications as given in 6.2.1 with the exception below:

The residual surge voltage on the power supply inputs of the decoupling network when the EUT is disconnected shall not exceed 15 % of the applied test voltage or twice the rated peak voltage of the coupling/decoupling network, whichever is higher.

La valeur minimale de l'atténuation de découplage pouvant être insuffisante pour protéger les sources auxiliaires de signal, des dispositifs de protection supplémentaires peuvent être nécessaires.

Le réseau peut être composé d'unités distinctes, afin de permettre l'essai des accès de circuit simples ou de groupes de circuits (par exemple, plusieurs fils avec un commun).

7 Installation d'essai

L'installation d'essai se compose des matériels suivants:

- connexions de mise à la terre, plan de référence;
- matériel en essai (EST);
- générateur d'essai;
- appareils de mesure;
- réseau de couplage et de découplage;
- appareils auxiliaires.

Les figures suivantes présentent des exemples d'installation d'essai:

Figure 3 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table utilisant un plan de référence;

Figure 4 – Exemple d'installation d'essai pour matériel posé sur le sol utilisant un plan de référence.

The minimum decoupling attenuation may not be sufficient to protect auxiliary signal sources, and additional protection devices may be required.

The network may consist of single units in order to give the possibility of testing input/output ports with single circuits or grouping of circuits (for example, multi-wire with a common).

7 Test set-up

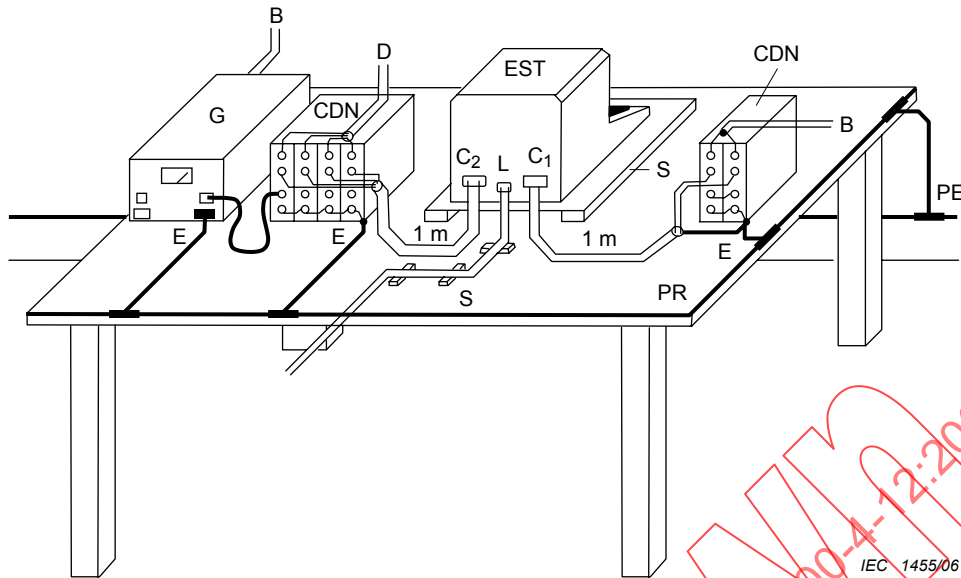
The test set-up includes the following equipment:

- earthing connections, ground (reference) plane (GRP);
- EUT;
- test generator;
- measurement instrumentation;
- coupling and decoupling network;
- auxiliary instrumentation.

Examples of test set-up are given in the following figures:

Figure 3 – Example of test set-up for table-top equipment using the ground reference plane;

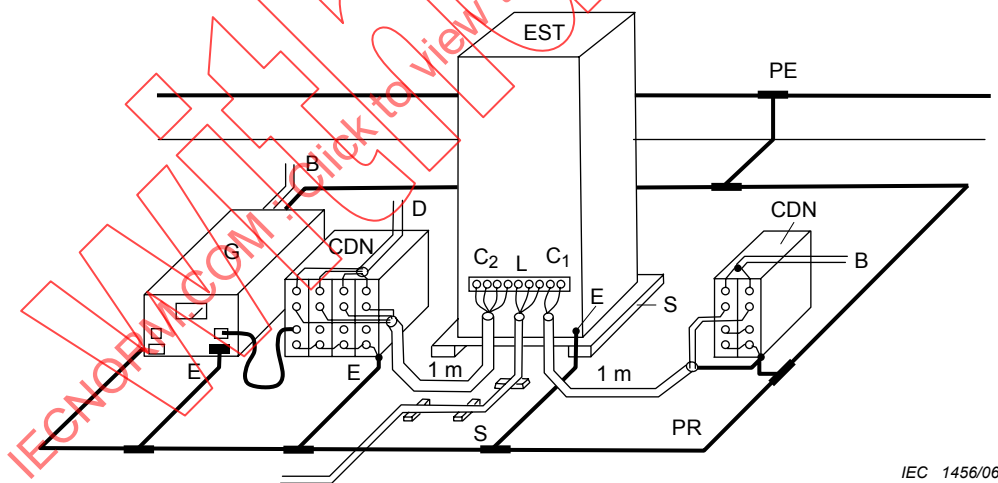
Figure 4 – Example of test set-up for floor-standing equipment using the ground reference plane.



NOTE Les liaisons de terre sont aussi courtes qu'il est possible pratiquement.

PE	terre de protection	EST	matériel en essai
B	alimentation électrique	G	générateur d'essai
C ₁	bornes d'alimentation	L	accès communication
C ₂	bornes entrée/sortie	PR	plan de référence
D	sources signal/commande	CDN	réseau de couplage/découplage
E	mise à la terre	S	support isolant

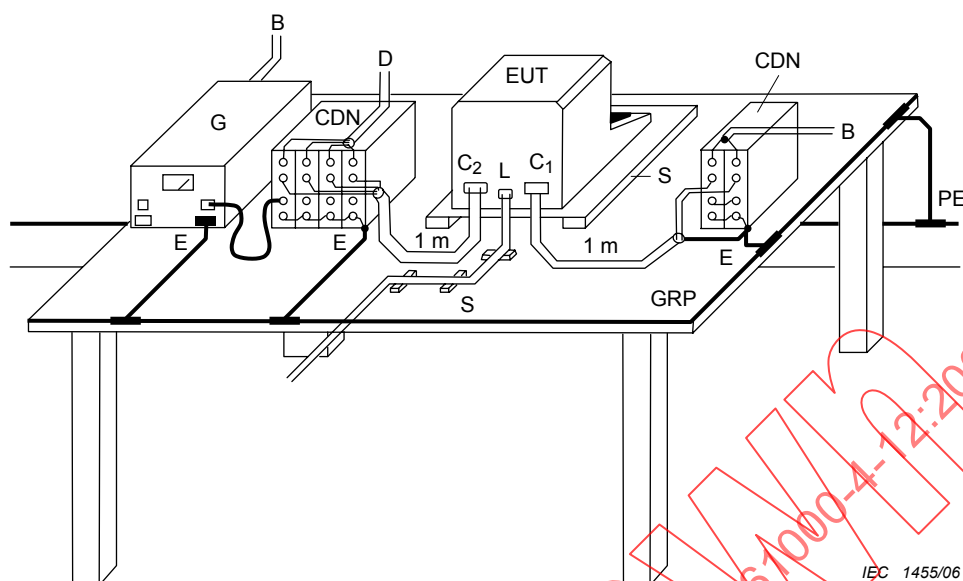
Figure 3 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table utilisant le plan de référence



NOTE Les liaisons de terre sont aussi courtes qu'il est possible pratiquement.

PE	terre de protection	EST	matériel en essai
B	alimentation électrique	G	générateur d'essai
C ₁	bornes d'alimentation	L	accès communication
C ₂	bornes entrée/sortie	PR	plan de référence
D	sources signal/commande	CDN	réseau de couplage/découplage
E	mise à la terre	S	support isolant

Figure 4 – Exemple d'installation d'essai pour matériel posé sur le sol utilisant le plan de référence

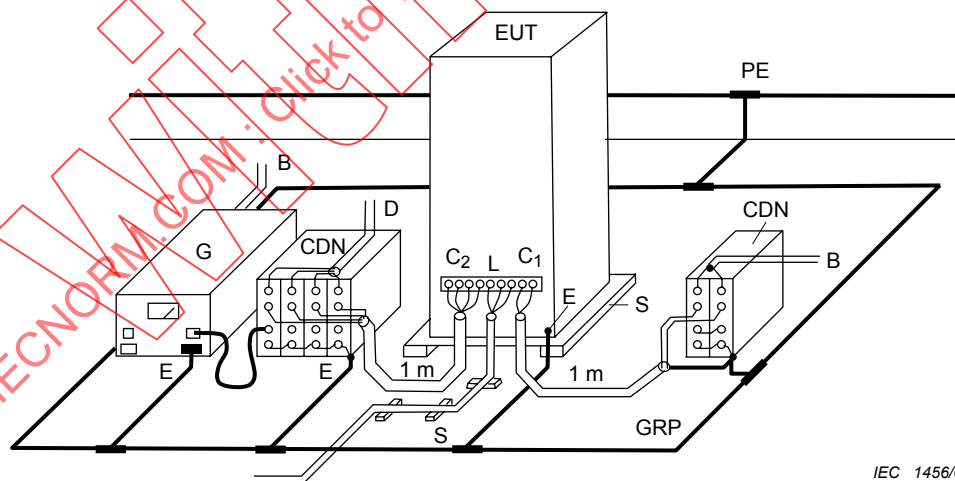


NOTE Earth connections should be as short as practically possible.

PE: protective earth
B: power supply source
C1: power supply port
C2: input/output port
D: signal/control source
E: earth connection

EUT: equipment under test
G: test generator
L: communication port
GRP: ground reference plane
CDN: coupling/decoupling network
S: insulating support

Figure 3 – Example of test set-up for table-top equipment using the ground reference plane



NOTE Earth connections should be as short as practically possible.

PE: protective earth
B: power supply source
C1: power supply port
C2: input/output port
D: signal/control source
E: earth connection

EUT: equipment under test
G: test generator
L: communication port
GRP: ground reference plane
CDN: coupling/decoupling network
S: insulating support

Figure 4 – Example of test set-up for floor-standing equipment using the ground reference plane

7.1 Essai des accès de puissance

La tension d'essai doit être appliquée à travers un réseau de couplage/découplage.

D'une manière générale, l'impédance du générateur d'essai doit être comme suit:

- 12 Ω pour les accès de l'EST raccordés à des circuits de distribution principaux;
- 30 Ω pour les accès de l'EST raccordés à des prises.

Les comités de produits peuvent spécifier des essais utilisant suivant le besoin, soit 12 Ω , soit 30 Ω d'impédance de générateur.

7.2 Essai d'accès d'entrée/sortie

La tension d'essai doit être appliquée via le réseau de couplage/découplage, sous réserve que ce réseau soit compatible avec le signal de fonctionnement des accès de l'EST.

L'impédance du chemin de couplage doit être de 12 Ω ou 30 Ω .

7.3 Essai des accès de communication

Les essais d'accès de communication d'un système (qui mettent en jeu des signaux rapides) consistant à appliquer une tension d'essai via le réseau de couplage/ découplage peuvent entraîner une dégradation des signaux de fonctionnement. Dans ce cas, la tension d'essai doit être appliquée entre les baies contenant les matériels interconnectés (EST 1 et EST 2), selon le schéma de la Figure 13. L'impédance de sortie du générateur d'essai doit être de 12 Ω .

La longueur maximale des câbles est de 20 m pour cet essai.

La connexion des câbles de signal doit s'effectuer conformément aux spécifications de produit, qui doivent notamment préciser toutes les mesures de protection à adopter.

Lorsque l'EST 1 est un matériel auxiliaire (simulateur), il faut vérifier l'immunité du simulateur avant l'essai. En l'absence d'immunité de ce matériel, et si rien ne peut être fait pour empêcher cette susceptibilité, les critères de l'essai seront les suivants:

- l'accès de communication n'est pas endommagé;
- la communication ne doit être perturbée que pendant l'application de la tension d'essai;
- parmi les performances de l'EST, celles ne relevant pas de la communication ne sont pas modifiées.

7.4 Connexions de mise à la terre

Lors des essais, les consignes du fabricant de l'EST et de l'appareillage d'essai en matière de mise à la terre de sécurité doivent être respectées.

Lors de la mise en place de la configuration d'essai, le générateur d'essai, le réseau de couplage/découplage, l'EST et les appareils auxiliaires peuvent être mis à la terre au moyen d'un plan de référence existant ou de connexions de mise à la terre appropriées.

7.4.1 Plan de référence

Si l'on utilise un plan de référence, il convient qu'il se présente sous la forme d'une feuille de métal (cuivre ou aluminium) d'une épaisseur minimale de 0,25 mm. Si l'on utilise d'autres métaux, il convient que l'épaisseur de la feuille soit d'au moins 0,65 mm.

7.1 Test of power supply ports

The test voltage shall be applied through the coupling/decoupling network.

In general, the impedance of the test generator shall be as follows:

- EUT ports connected to major feeders shall be tested with 12 Ω generator impedance;
- EUT ports connected to outlets shall be tested with 30 Ω generator impedance.

Product committees may specify tests using either 12 Ω or 30 Ω generator impedance as required.

7.2 Test of input/output ports

The test voltage shall be applied via the coupling/decoupling network, provided the network is suitable for the operating signal of the EUT ports.

The impedance of the coupling path shall be 12 Ω or 30 Ω .

7.3 Test of communication ports

The test of communication ports of a system (fast operating signals involved) with the application of test voltage via the coupling/decoupling network may cause degradation of the operating signals. In that situation, the test voltage shall be applied between the cabinets of the equipment interconnected (EUT 1 and EUT 2), according to Figure 13. The output impedance of the test generator shall be 12 Ω .

The maximum cable length for this test is 20 m.

The signal cables shall be connected according to the product specifications, which shall give information on any protection measure to be taken.

Whenever EUT 1 is an auxiliary equipment (simulator), a preliminary verification of the immunity of the simulator shall be made; in case of lack of immunity of the simulator, and whenever no provisions can be taken to avoid susceptibility, the test will be carried out with the following objectives:

- the communication port is not damaged;
- the communication is corrupted only during the application of the test voltage;
- the EUT performances, other than ones related to communications, are not affected.

7.4 Earthing connections

In performing the tests, the safety earthing requirements of the manufacturer of the EUT and of the test equipment shall be observed.

In setting up the test configuration, the earthing of the test generator, of the coupling/decoupling network, of EUT and auxiliary equipment may be achieved by using an existing ground reference plane (GRP), or proper earthing connections.

7.4.1 Ground reference plane

Where a ground reference plane (GRP) is used, it should be a metal sheet (copper or aluminium) of 0,25 mm minimum thickness. Other metals may be used, but in that case they should have 0,65 mm minimum thickness.

Si un plan de référence est utilisé, l'EST et les appareils auxiliaires d'essai doivent être placés sur le plan de référence du laboratoire et y être connectés. Les connexions doivent être aussi courtes que possible.

Les dimensions minimales du plan de référence sont de 1 m × 1 m, la dimension réelle dépendant de la taille de l'EST. La surface du plan de référence doit être supérieure à celle occupée par l'EST et les appareils auxiliaires d'au moins 0,1 m sur chaque côté.

Le plan de référence doit être relié à la terre de sécurité du laboratoire.

7.4.2 Connexions de mise à la terre spécialisées

Les essais à l'onde sinusoïdale amortie peuvent être effectués sans plan de référence, si les réglementations nationales en matière de sécurité l'exigent. Leur répétabilité peut néanmoins s'en trouver affectée. Cependant, en cas d'essais sans plan de référence, il importe de s'assurer qu'aucun des trajets possibles du courant de choc ne comprend des conducteurs (y compris des conducteurs de terre de protection) susceptibles d'être communs à d'autres équipements qui ne sont pas destinés à faire partie de la configuration d'essai au choc.

A cet effet, il est nécessaire de dériver la terre de protection à partir du même point pour chacun des trois éléments considérés (générateur d'essai au choc, réseau de couplage/découplage et EST). Ce point doit être l'entrée de la terre de protection au réseau de couplage/découplage.

Par ailleurs, le boîtier du générateur d'essai doit aussi être relié à la terre de protection, mais les bornes de sortie du générateur doivent être flottantes.

7.5 Matériel en essai

Le matériel en essai doit être disposé et connecté conformément aux spécifications d'installation.

La distance minimale entre l'EST et toutes les autres structures conductrices (par exemple, les parois d'une cage de Faraday), à l'exception du plan de référence, doit être de 0,5 m.

Les signaux d'entrée destinés à l'EST peuvent être fournis par un équipement auxiliaire ou par un simulateur.

Les circuits d'entrée et de sortie côté équipement auxiliaire doivent être équipés de filtres de blocage pour empêcher les perturbations d'atteindre cet équipement.

Les câbles utilisés doivent être ceux fournis ou spécifiés par le fabricant de l'équipement. En l'absence de tels câbles, il faut adopter des câbles non blindés convenant aux signaux concernés.

Le réseau de couplage/découplage doit être inséré dans les circuits à une distance de l'EST égale à 1 m de câble et relié au plan de référence.

Les circuits de communication (circuits de données) doivent être reliés à l'EST via les câbles indiqués en référence dans les spécifications ou la norme technique relative à l'application concernée. Ils doivent être placés à 0,1 m au-dessus du plan de référence sur une longueur d'au moins 1 m.

Les paragraphes suivants présentent les spécifications distinctes relatives aux équipements sur table et au sol.

If the GRP is used, the EUT, auxiliary equipment, and the test equipment shall be placed on the GRP and connected to it. The connections to the GRP shall be as short as possible.

The minimum size of the GRP is 1 m × 1 m; the final size depends on the dimensions of the EUT. The GRP shall be projected beyond the EUT and its auxiliary equipment by at least 0,1 m on all sides.

The GRP shall be connected to the safety earth system of the laboratory.

7.4.2 Explicit earthing connections

Ring wave tests may be performed without a GRP in order to satisfy national safety regulations. However, repeatability may be effected. When testing is performed without the GRP, it is important to minimize coupling to other conductors (including protective earth conductors) and equipment not intended to be part of the test configuration.

To accomplish this, protective earth (PE) of each unit (test generator, coupling/decoupling network and EUT) is connected to the PE input terminal of the coupling/decoupling network.

It is also necessary that the test generator case shall be connected to the PE, but the generator output terminals shall be floating.

7.5 Equipment under test

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

The minimum distance between the EUT and all other conductive structures (for example, the walls of a shielded room), except the GRP beneath the EUT, shall be 0,5 m.

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

The input and output circuits connected to auxiliary equipment shall be provided with decoupling networks to prevent interference to that equipment.

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

The coupling/decoupling network shall be inserted in the circuits 1 m from the EUT and connected to the GRP.

The communication lines (data lines) shall be connected to the EUT by the cables given in the technical specification or standard for this application. They shall be elevated 0,1 m above the GRP and be at least 1 m in length.

Details for table-top and floor-standing equipment are as follows.

7.5.1 Matériel de table

L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de référence par un support isolant d'une épaisseur de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

La Figure 3 présente un exemple de configuration d'essai de matériel de table.

7.5.2 Matériel posé sur le sol

En cas d'utilisation d'un plan de référence, ce dernier doit être placé sur un support isolant d'une épaisseur de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

La liaison de l'EST au système de mise à la terre doit s'effectuer conformément aux spécifications d'installation du fabricant.

Les baies doivent être reliées à la terre de protection directement au niveau du plan de référence, par une connexion aussi courte que possible branchée sur la borne de terre de l'EST. Aucune autre connexion n'est autorisée.

La Figure 4 présente un exemple de configuration d'essai de matériel posé sur le sol.

7.6 Réseaux de couplage/découplage

Si le réseau de couplage/découplage est une unité séparée du générateur d'essai, ce dernier doit être disposé près du réseau de couplage/découplage et y être connecté par une ligne ne dépassant pas une longueur de 1 m. Lorsqu'un plan de référence est utilisé, les réseaux de couplage/découplage doivent y être connectés par une connexion aussi courte que possible.

Quand un EST n'est pas fourni avec un câble d'alimentation, un câble de 1 m doit être utilisé. Si un câble d'alimentation d'une longueur supérieure à 1 m est fourni avec l'EST, l'excès de longueur de câble doit être enroulé sur une bobine plate de 0,2 m de diamètre située à 0,1 m au-dessus du plan de référence.

- *EST alimenté par câble fixe moulé*

L'EST doit être essayé à l'aide des câbles fournis.

- *EST alimenté par câble amovible, moulé à chacune de ses extrémités et référencé dans le manuel du fabricant*

L'EST doit être essayé avec le câble indiqué. Toutefois, si le fabricant indique plusieurs longueurs de câble prémoulé, la longueur la plus courte doit être utilisée pour les essais.

8 Procédure d'essai

La vérification des performances des matériels d'essai doit être effectuée avant l'essai. Cette vérification des performances, peut habituellement être limitée à l'existence de l'onde sinusoïdale amortie en sortie du réseau de couplage/découplage.

La procédure d'essai comprend:

- la vérification des conditions de référence du laboratoire;
- la vérification préliminaire du bon fonctionnement de l'équipement;
- l'exécution de l'essai;
- l'évaluation des résultats d'essai.

7.5.1 Table-top equipment

The EUT and cables shall be isolated from the GRP, if used, by an insulating support $0,1\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ in height.

An example of the test set-up for table-top equipment is given in Figure 3.

7.5.2 Floor-standing equipment

Where a GRP is used, floor-standing equipment shall be placed on a $0,1\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ thickness insulating support.

The EUT shall be connected to the earthing system according to the manufacturer's installation specifications.

The equipment cabinets shall be connected to the GRP via a connection of minimum length starting from the earth terminal of the EUT. No additional connections are allowed.

An example of the test set-up for floor-standing equipment is given in Figure 4.

7.6 Coupling/decoupling networks

If the coupling/decoupling network is a unit separated from the test generator itself, the test generator shall be placed close to the coupling/decoupling network and connected to the latter through a line no longer than 1 m in length. The coupling/decoupling networks shall be connected to the GRP, where used, through a connection as short as possible.

For an EUT that is not supplied with a mains power cable, a 1 m mains cable shall be used. If a mains cable longer than 1 m is supplied with the EUT, the excess length of the cable shall be gathered into a flat coil with 0,2 m diameter and situated at a distance of 0,1 m above the GRP.

- *EUT supplied with non-detachable molded cable*

It shall be tested with the actual length provided.

- *EUT supplied with detachable cable, molded at both ends and specified in the manufacturer's manual*

It shall be tested with the specified cable. However, if the manufacturer specifies more than one length of pre-molded cable, then the shortest length shall be used for testing.

8 Test procedure

The performance of the test equipment shall be checked prior to the test. This check can usually be limited to the existence of the ring wave at the output of the coupling/decoupling network.

The test procedure includes:

- the verification of the laboratory reference conditions;
- the preliminary verification of the correct operation of the equipment;
- the execution of the test;
- the evaluation of the test results.

Sauf spécification contraire dans la norme de produit, un minimum de cinq transitoires positifs et de cinq transitoires négatifs doivent être appliqués à une vitesse maximale de 1/s, en fonction de l'impédance du générateur et des autres protections aux transitoires intervenant dans le test.

Les comités de produits doivent définir l'impédance du générateur utilisée pour les différents accès de l'EST, ainsi que l'intervalle de temps entre chaque transitoire.

Des informations relatives à la vitesse de répétition maximale sont données en 4.2. D'autres vitesses de répétition ou d'autre limites peuvent être fournies par la norme ou la spécification de produit.

8.1 Conditions de référence du laboratoire

Afin de minimiser l'influence de l'environnement sur les résultats d'essai, l'essai doit être réalisé dans les conditions climatiques et électromagnétiques de référence précisées en 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

A moins qu'il en soit spécifié autrement par le comité responsable d'une norme générique ou d'une norme de produit, les conditions climatiques dans le laboratoire doivent être dans les limites spécifiées pour le fonctionnement de l'EST et des matériels d'essai par leurs constructeurs respectifs.

Les essais ne doivent pas être réalisés si l'humidité relative est telle qu'elle cause une condensation sur l'EST ou sur les matériels d'essai.

NOTE Lorsqu'il est estimé qu'il y a suffisamment d'éléments pour démontrer que les effets du phénomène couverts par la présente norme sont influencés par les conditions climatiques, il convient d'en informer le comité responsable de la présente norme.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

L'environnement électromagnétique du laboratoire doit être tel qu'il garantisse le fonctionnement correct de l'EST afin de ne pas influencer les résultats des essais.

8.2 Exécution de l'essai

L'essai doit être effectué à partir d'un programme d'essai, comprenant la vérification des performances de l'EST définies dans la norme du produit, ou à défaut, dans la spécification technique.

L'EST doit se trouver en conditions normales de fonctionnement.

Le programme d'essai doit indiquer:

- la nature de l'essai à effectuer;
- le niveau d'essai;
- le générateur et l'impédance interne du générateur retenues pour chaque essai;
- la polarité de la tension d'essai (les deux polarités sont obligatoires);
- le nombre d'applications de la tension d'essai;
- la durée de l'essai;
- les accès à essayer sur l'EST;
- le mode d'application de la tension d'essai (phase-terre, entre phases, entre baies);

If not otherwise specified in the product standard, a minimum of five positive and five negative transients shall be applied at a maximum rate of 1/s, depending on the generator impedance, EUT and other transient protectors involved in the test.

Product committees shall define the impedance of the test generator to be used for the different EUT ports and the time interval between each transient.

Information on the maximum repetition rate is given in 4.2. Other repetition rates or limits may be provided by the product standard or product specification.

8.1 Laboratory reference conditions

In order to minimize the impact of environmental parameters on test results, the tests shall be carried out in the climatic and electromagnetic reference conditions as specified in 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 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.

NOTE 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.

8.1.2 Electromagnetic conditions

The electromagnetic conditions of the laboratory shall be such to guarantee the correct operation of the EUT in order to have no influence on the test results.

8.2 Execution of the test

The test shall be carried out on the basis of a test plan, including verification of the performances of the EUT, as defined in the product standard, or in its absence, by the technical specification.

The EUT shall be in the normal operating conditions.

The test plan shall specify:

- type of test that will be carried out;
- test level;
- test generator and the internal impedance selected for each test;
- polarity of the test voltage (both polarities are mandatory);
- number of applications of the test voltage;
- duration of the test;
- EUT ports to be tested;
- mode of application of the test voltage (line-to-ground, line-to-line, between cabinets);

- la séquence d'application de la tension d'essai sur les accès de l'EST;
- l'angle et la phase de synchronisation pour la tension d'essai du générateur (uniquement pour l'onde sinusoïdale amortie);
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- le matériel auxiliaire.

L'alimentation électrique, le signal et les autres grandeurs électriques fonctionnelles doivent être appliqués à l'intérieur de leur plage de fonctionnement. Les sources réelles de signaux qui ne seraient pas disponibles peuvent être simulées. Les performances du matériel doivent être vérifiées préalablement sur l'installation d'essai complète, avant l'application de la tension d'essai.

La tension d'essai doit être appliquée à l'EST.

L'EST doit être vérifié suivant la norme de produit ou, en son absence, par les spécifications techniques, qui précisent les possibilités et conditions d'application de l'onde sinusoïdale amortie.

Le niveau d'essai, l'impédance du générateur d'essai et la fréquence de répétition ne doivent en aucun cas être supérieurs aux indications des spécifications de produit.

a) *Essai phase-terre*

La tension d'essai doit être appliquée entre chaque circuit et la terre (plan de référence), par l'entremise du réseau de couplage.

Une des sorties du générateur d'essai doit être reliée à la terre (plan de référence). L'autre sortie est connectée à tour de rôle par un circuit unique à chacune des bornes d'entrée du réseau de couplage.

Les figures indiquées ci-après présentent des exemples d'application de ces prescriptions, en fonction de la nature des accès de l'EST:

- Figure 6: Essai d'accès alimentation entre ligne CA/CC et terre, monophasé;
- Figure 8: Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé); entre la phase L3 et la terre;
- Figure 9: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par condensateurs entre fils de ligne ou entre un fil et la terre;
- Figure 10: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par parafoudres entre fils de ligne ou entre un fil et la terre;
- Figure 11: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par circuit de clamping entre fils de ligne ou entre un fil et la terre;
- Figure 12: Exemple de montage d'essai pour lignes non blindées utilisées de façon symétrique (lignes de communications); couplage par parafoudres entre fils de ligne et la terre.

b) *Essai entre phases*

La tension d'essai doit être appliquée, à travers le réseau de couplage, entre chacune des combinaisons représentatives des bornes du circuit en essai.

La sortie du générateur d'essai doit être flottante.

Les figures indiquées ci-après présentent des exemples d'application de ces prescriptions, en fonction de la nature des accès de l'EST:

- sequence of application of the test voltage to the EUT ports;
- synchronization angle and phase for testing power supply (only for ring wave);
- 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. Preliminary verification of equipment performances shall be carried out on the completed test set-up before applying the test voltage.

The test voltage shall be applied to the EUT.

The EUT shall be verified according to the product standard or, in its absence, by the technical specifications, which will specify the applicability of the ring wave.

Under no circumstances shall the test level, the impedance of the generator and repetition rate exceed the product specification.

a) Line-to-ground test

The test voltage shall be applied, through the coupling network, between each circuit and earth (GRP).

One of the terminals of the test generator shall be connected to earth (GRP). The other terminal of the generator shall be connected through a single line to each input terminal of the coupling network in turn.

Examples of the application of the prescriptions related to the different types of EUT ports are given in the following figures:

- Figure 6 – AC./DC. power supply port, single phase, line-to-ground test;
- Figure 8 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3-phase); line L3 to ground coupling;
- Figure 9 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via capacitors;
- Figure 10 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via arrestors;
- Figure 11 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via a clamping circuit;
- Figure 12 – Example of test setup for unshielded symmetrical interconnection lines (communication lines); lines-to-ground coupling via arrestors.

b) Line-to-line test

The test voltage shall be applied, through the coupling network, between each representative combination of the terminals of the circuit under test.

The output of the test generator shall be floating.

Examples of the application of the prescriptions related to the different types of EUT ports are given in the following figures:

- Figure 5: Essai d'accès alimentation entre lignes CA/CC, monophasé;
- Figure 7: Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé); couplage entre la phase L3 et la phase L1;
- Figure 9: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par condensateurs entre fils de ligne ou entre un fil et la terre;
- Figure 10: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par parafoudres entre fils de ligne ou entre un fil et la terre;
- Figure 11: Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage par circuit de clampage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre.

9 Evaluation des résultats d'essai

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

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

La spécification du constructeur peut définir des effets sur l'EST qui peuvent être considérés comme non significatifs 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 constructeur et l'acheteur, par exemple lorsque aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée n'existe.

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 noté:

- les points spécifiés dans le plan d'essai requis à l'Article 8 de la présente norme;
- l'identification de l'EST et de tous les matériels associés, par exemple marque, type, numéro de série;
- l'identification des matériels d'essai, par exemple marque, type, numéro de série;
- toutes les conditions d'environnement spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé, par exemple enceinte blindée;
- toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;
- le niveau de fonctionnement défini par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;

- Figure 5 – AC/DC power supply port, single phase, line-to-line test;
- Figure 7 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3-phases); line L3 to line L1 coupling;
- Figure 9 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via capacitors;
- Figure 10 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via arrestors;
- Figure 11 – Example of test setup for unshielded unsymmetrical interconnection lines; line-to-line and line-to-ground coupling via a clamping circuit.

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 in Clause 8 of this standard;
- identification of the EUT and any associated equipment, e.g. brand name, product type, serial number;
- identification of the test equipment, e.g. brand name, product type, serial number;
- any special environmental conditions in which the test was performed, e.g. 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;

- tous les effets observés sur l'EST pendant ou après l'application de la perturbation, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;
- la justification de la décision succès/échec (basée sur le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits, ou dans l'accord entre le constructeur et l'acheteur);
- toutes les conditions spécifiques d'utilisation, par exemple longueur ou type de câble, blindage ou raccordement à la terre, ou les conditions de fonctionnement de l'EST, qui sont requises pour assurer la conformité.

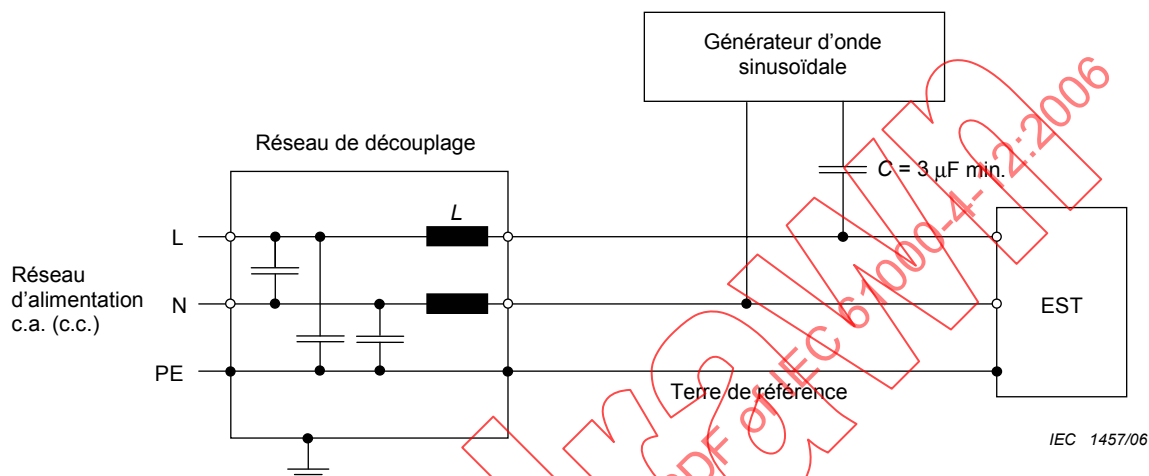


Figure 5 – Essai d'accès alimentation entre lignes CA/CC, monophasé

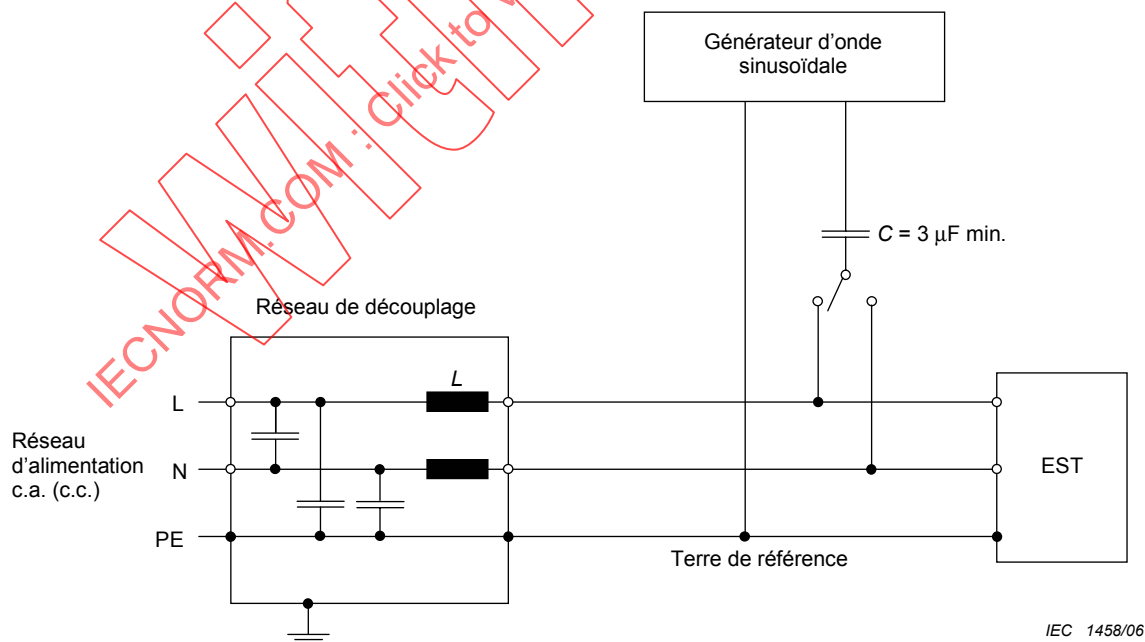


Figure 6 – Essai d'accès alimentation entre ligne CA/CC et terre, monophasé

- 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 or type, shielding or grounding, or EUT operating conditions, which are required to achieve compliance.

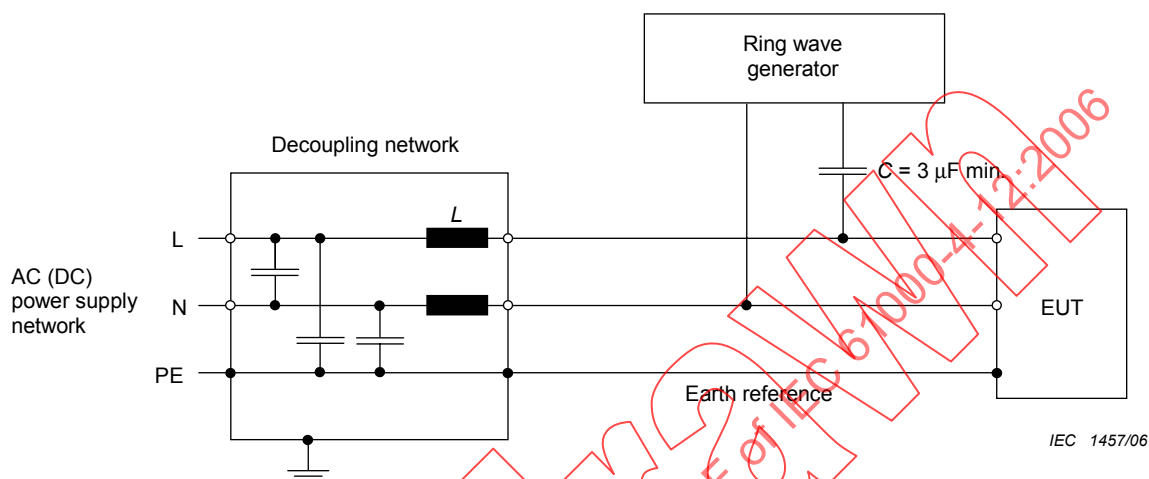


Figure 5 – AC/DC power supply port, single phase, line-to-line test

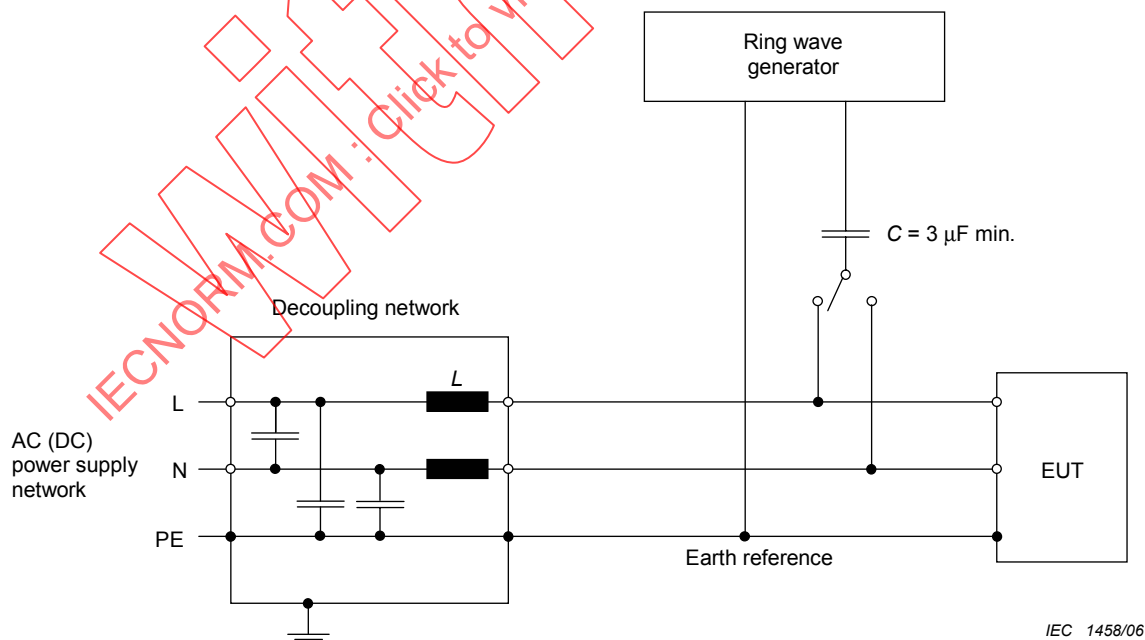
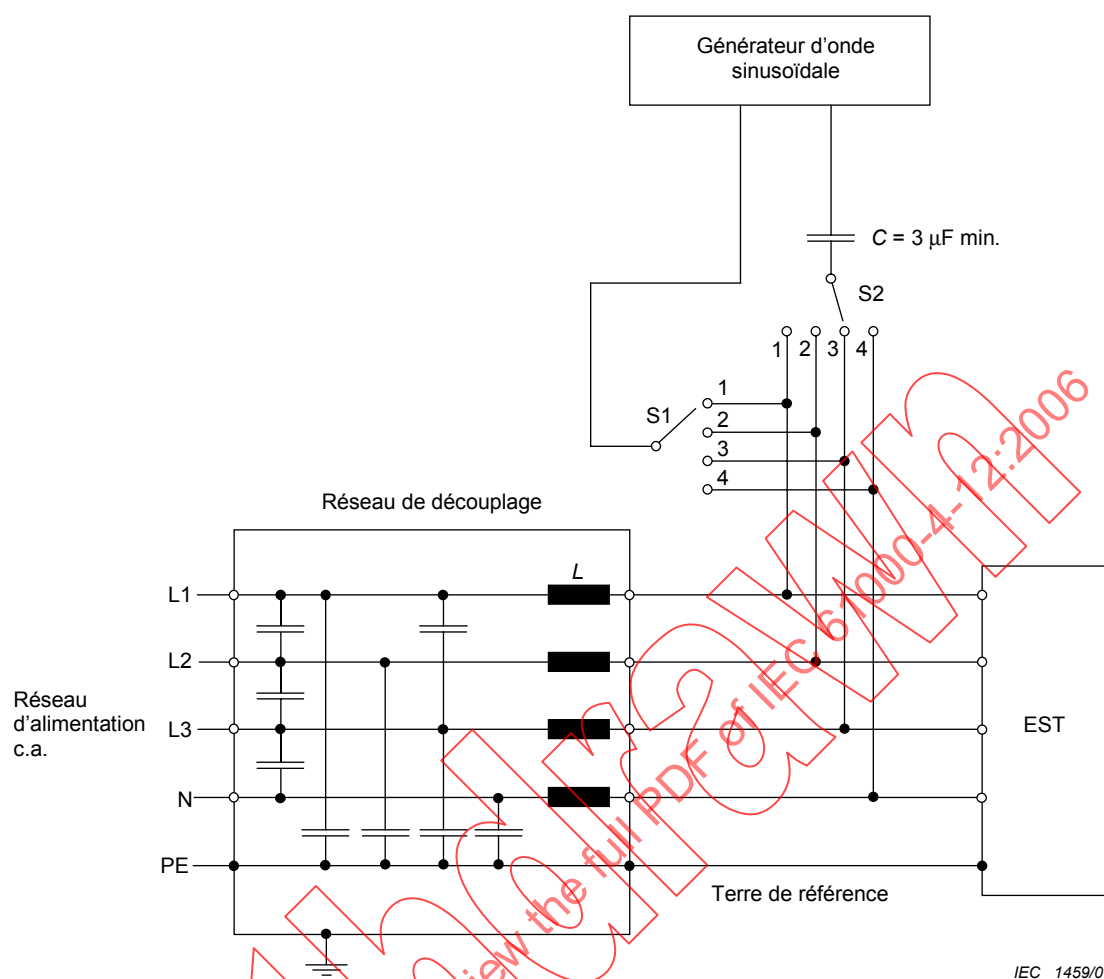


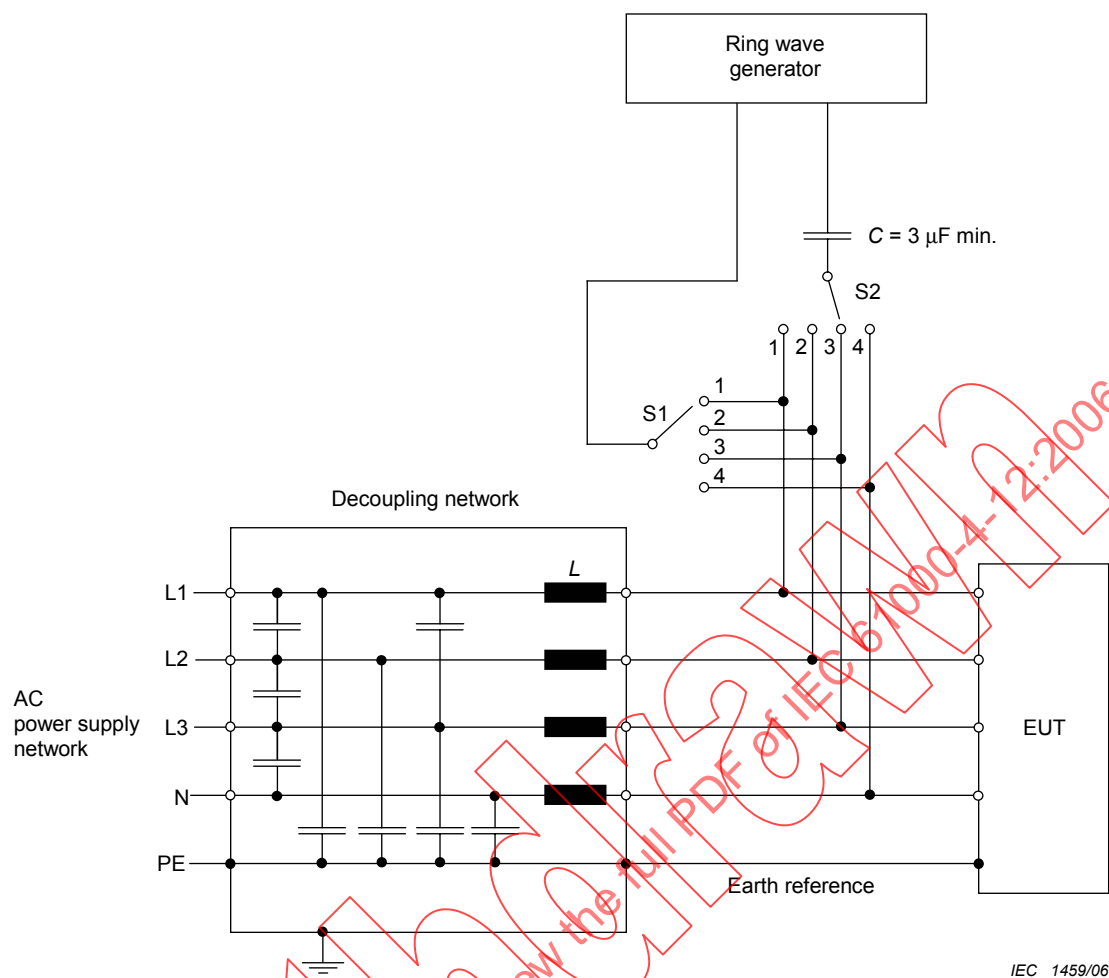
Figure 6 – AC/DC power supply port, single phase, line-to-ground test



IEC 1459/06

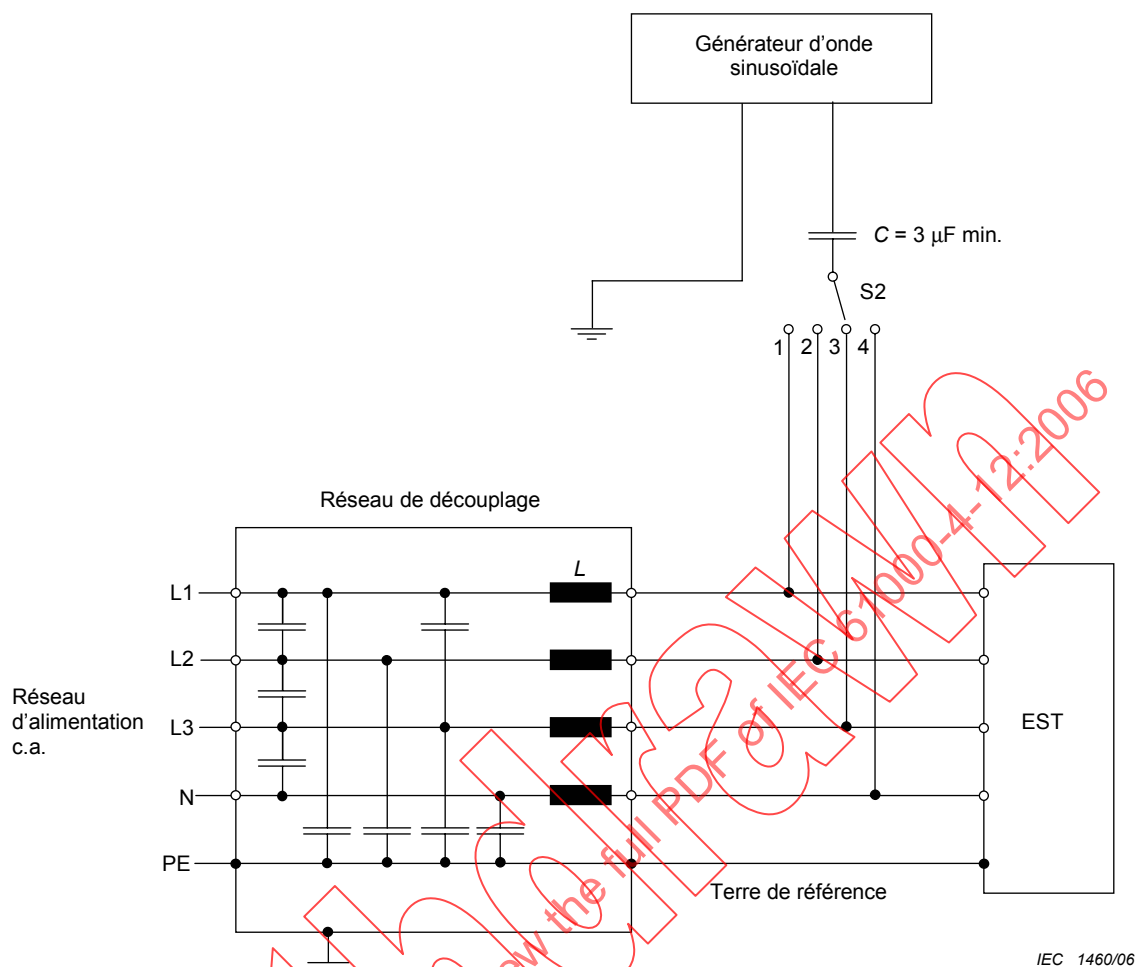
- 1) *Commutateur S1*
– entre fils de ligne: une des positions de 1 à 4
- 2) *Commutateur S2*
– une des positions 1 à 4, mais pendant l'essai la position ne doit pas être la même que celle du commutateur S1

**Figure 7 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphase)
– couplage entre la phase L3 et la phase L1**



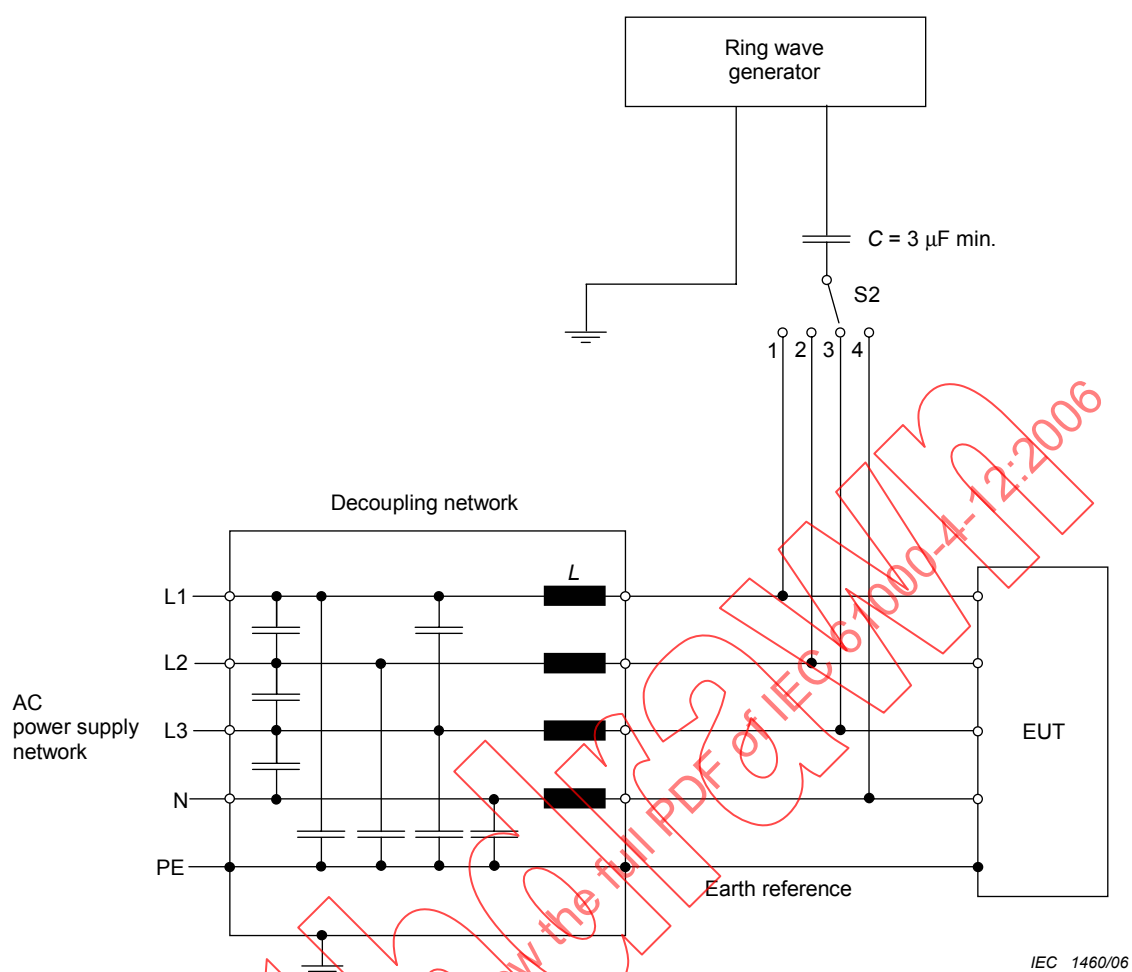
- 1) Switch S1
- line-to-line: positions 1 to 4
- 2) Switch S2
- during the test positions 1 to 4, but not in the same position with switch S1

Figure 7 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases) – line L3 to line L1 coupling



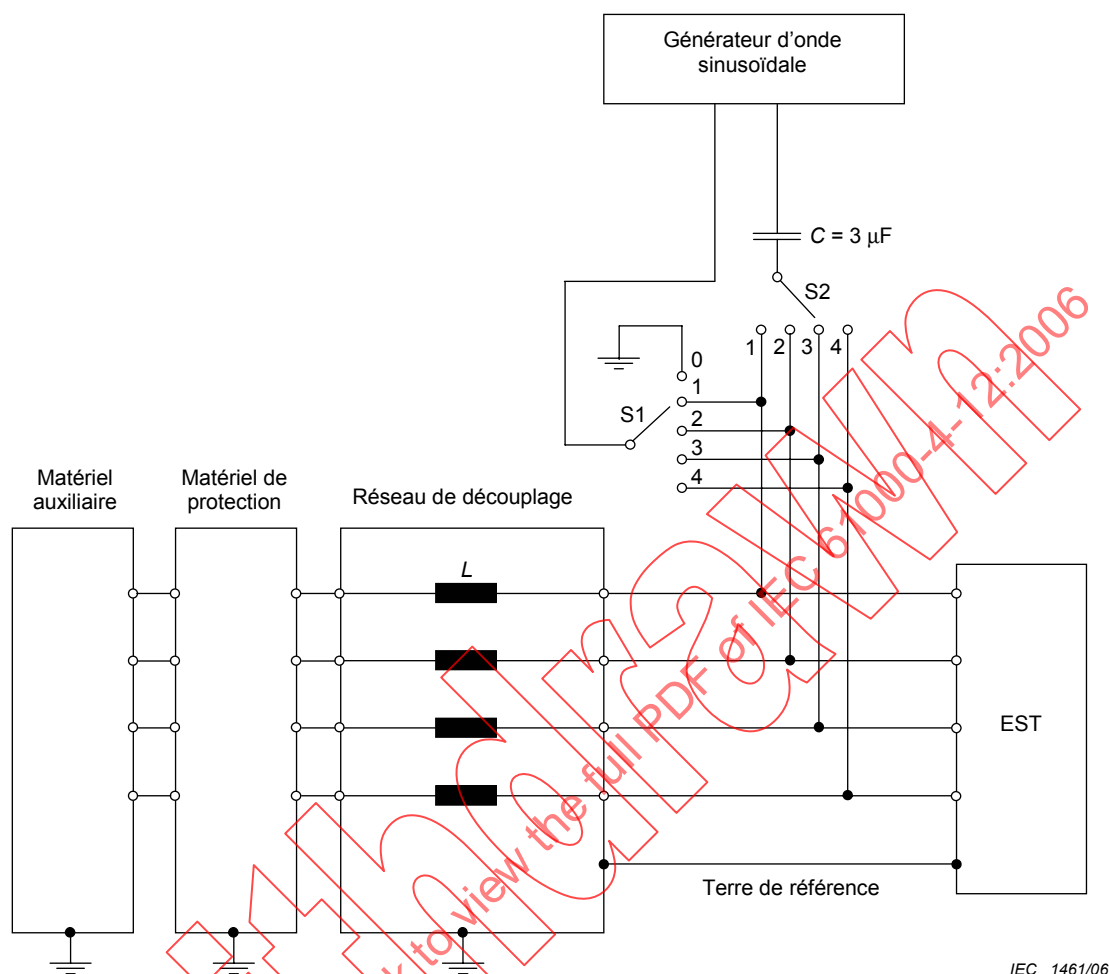
Le commutateur S2 est utilisé afin de sélectionner individuellement les lignes pour le test.

**Figure 8 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphase)
– couplage entre la phase L3 et la terre**



Switch S2 is used to select individual lines for test

Figure 8 – Example of test setup for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases) – line L3 to ground coupling



IEC 1461/06

- 1) Commutateur $S1$
 - entre un fil et la terre: position 0
 - entre fils de ligne: une des positions de 1 à 4
- 2) Commutateur $S2$
 - une des positions 1 à 4, mais pendant l'essai la position ne doit pas être la même que celle du commutateur $S1$

Figure 9 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées – couplage par condensateurs entre fils de ligne ou entre un fil et la terre