

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-12**

Première édition
First edition
1995-05

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires

Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 12: Oscillatory waves immunity test

Basic EMC Publication



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1000-4-12: 1995

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1000-4-12

Première édition
First edition
1995-05

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires

Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 12: Oscillatory waves immunity test

Basic EMC Publication

© CEI 1995 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
 Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Généralités	12
4 Définitions	14
5 Niveaux d'essai	14
6 Matériel d'essai	16
6.1 Générateurs d'essai	16
6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai	20
6.3 Réseau de couplage/découplage	22
7 Installation d'essai	24
7.1 Connexions de mise à la terre	24
7.2 Matériel en essai	26
7.3 Réseau de couplage/découplage	28
7.4 Générateurs d'essai	30
8 Procédure d'essai	30
8.1 Conditions de référence du laboratoire	30
8.2 Exécution de l'essai	30
9 Résultats d'essai et rapport d'essai	40
 Figures	
1 Forme d'onde de l'onde sinusoïdale amortie (tension en circuit ouvert et courant de court-circuit)	42
2 Exemple de schéma du circuit du générateur d'essai pour onde sinusoïdale amortie	42
3 Forme d'onde de l'onde oscillatoire amortie	44
4 Exemple de schéma du circuit du générateur d'essai pour onde oscillatoire amortie	44
5 Exemple d'installation d'essai pour matériel de table utilisant le plan de référence	46
6 Exemple d'installation d'essai pour matériel posé sur le sol utilisant le plan de référence	46
7 Essai en mode commun des accès d'alimentation continue ou alternative monophasée	48
8 Essai en mode commun des accès d'alimentation alternative triphasée	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	13
3 General	13
4 Definitions	15
5 Test levels	15
6 Test equipment	17
6.1 Test generators	17
6.2 Verification of the characteristics of the test generators	21
6.3 Coupling/decoupling network	23
7 Test set-up	25
7.1 Earthing connections	25
7.2 Equipment under test	27
7.3 Coupling/decoupling network	29
7.4 Test generators	31
8 Test procedure	31
8.1 Laboratory reference conditions	31
8.2 Execution of the test	31
9 Test results and test report	41
Figures	
1 Waveform of the ring wave (open-circuit voltage and short-circuit current)	43
2 Example of schematic circuit of the test generator for ring wave	43
3 Waveform of the damped oscillatory wave	45
4 Example of schematic circuit of the test generator for damped oscillatory wave ..	45
5 Example of test set-up for table-top equipment using the ground reference plane	47
6 Example of test set-up for floor-standing equipment using the ground reference plane	47
7 A.C./D.C. power supply port, single phase, line-to-ground test	49
8 A.C. power supply port, three phases, line-to-ground test	51

Figures	Pages
9 Essai en mode commun des accès pour circuit unique	52
10 Essai en mode commun des accès pour groupe de circuits avec retour commun	54
11 Essai en mode différentiel des accès d'alimentation continue ou alternative monophasée	56
12 Essai en mode différentiel des accès d'alimentation alternative triphasée	58
13 Essai en mode différentiel des accès pour circuit unique	60
14 Essai en mode différentiel des accès pour groupe de circuits avec retour commun	62
15 Dispositions pour les essais en mode différentiel avec sortie du générateur d'essai non flottante	64
16 Essai des accès communication pour signaux rapides (sortie générateur à la terre)	64
 Annexes	
A Informations sur les phénomènes, choix de l'essai	66
B Choix des niveaux d'essai	74
C Impédance des générateurs d'essai	80
D Bibliographie	84

Withdrawing

Figures	Page
9 Input/output port, single circuit, line-to-ground test	53
10 Input/output port, group of circuits with common return, line-to-ground test	55
11 A.C./D.C. power supply port, single phase, line-to-line test	57
12 A.C. power supply port, three phases, line-to-line test	59
13 Input/output port, single circuit, line-to-line test	61
14 Input/output port, group of circuits with common return, line-to-line test	63
15 Provisions for line-to-line tests with test generator output not floating	65
16 Test of a system with communication ports with fast operating signals (generator output earthed)	65
 Annexes	
A Information on the phenomena, selection of the test	67
B Selection of the test levels	75
C Impedance of the test generators	81
D Bibliography	85

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires

Publication fondamentale en CEM

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1000-4-12 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la section 12 de la partie 4 de la norme CEI 1000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
77B/141/DIS	77B/151/RVD

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 12: Oscillatory waves immunity test****Basic EMC Publication**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1000-4-12 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms section 12 of part 4 of IEC 1000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

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

DIS	Report on voting
77B/141/DIS	77B/151/RVD

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

Annexes A, B, C and D are for information only.

INTRODUCTION

La présente norme fait partie de la série des normes 1000 de la CEI, selon la répartition 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 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en sections qui seront publiées soit sous forme de normes internationales soit sous forme de rapports techniques.

Ces normes et rapports seront publiés dans un ordre chronologique et numérotés en conséquence.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent aux «ondes oscillatoires».

INTRODUCTION

This standard is part of the IEC 1000 series, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

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

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as international standards or as technical reports.

These standards and reports will be published in chronological order and numbered accordingly.

This section is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to "oscillatory waves".

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires

Publication fondamentale en CEM

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 1000-4 traite des exigences en matière d'immunité et des méthodes d'essai des matériels électriques et électroniques dans leurs conditions d'exploitation, contre les ondes oscillatoires. Ces ondes oscillatoires sont représentées par:

- a) des 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;
- b) des ondes oscillatoires répétitives amorties se produisant principalement dans des câbles d'énergie, de commande et de signal implantés dans tous les types de postes haute tension et moyenne tension (HT et MT).

NOTE – Compte tenu des fréquences considérées dans cette norme, elle est uniquement applicable aux appareils isolés par l'air.

La présente norme fondamentale a pour objet 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, le cas échéant.

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.

Cette norme ne vise pas à spécifier les essais devant s'appliquer à des appareils ou systèmes particuliers. Le but principal est de donner une référence de base d'ordre général à tous les comités de produits CEI concernés. Les comités des produits (ou les utilisateurs et fabricants de matériel) restent responsables du choix approprié des essais et du niveau de sévérité à appliquer à leur matériel.

Afin de ne pas entraver la tâche de coordination et de normalisation, il est fortement recommandé aux comités de produits ou aux utilisateurs et fabricants d'envisager d'adopter les essais d'immunité appropriés et spécifiés dans cette norme (lors de futurs travaux ou révisions d'anciennes normes).

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity test

Basic EMC Publication

1 Scope

This section of IEC 1000-4 relates to the immunity requirements and test methods for electrical and electronic equipment, under operational conditions, to oscillatory waves represented by:

- a) non-repetitive damped oscillatory transients (ring wave) occurring in low-voltage power, control and signal lines supplied by public and non-public networks;
- b) repetitive damped oscillatory waves occurring mainly in power, control and signal cables installed in high voltage and medium voltage (HV/MV) stations.

NOTE – According to the frequencies considered in this standard, it is only relevant for an insulated switchgear.

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 application, as well as of equipment intended for electrical stations, as applicable.

The purpose of this standard is to define:

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

This standard does not intend to specify the tests to be applied to particular apparatus or systems. Its main aim is to give a general basic reference to all concerned product committees of the IEC. The product committees (or users and manufacturers of equipment) remain responsible for the appropriate choice of the tests and the severity level to be applied to their equipment.

In order to impede the task of coordination and standardization, the product committees or users and manufacturers are strongly recommended to consider (in their future work or revision of old standards) the adoption of the relevant immunity tests specified in this standard.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 1000-4. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 1000-4 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 1010-1: 1990, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

3 Généralités

Les ondes oscillatoires auxquelles est soumis le matériel peuvent influencer le bon fonctionnement de celui-ci et des ensembles qui y sont reliés.

Les principaux paramètres des ondes oscillatoires considérés ici concernent leur fréquence de répétition. Celle-ci peut être faible (phénomène isolé) ou élevée (salves). Les transitoires oscillatoires isolés sont appelés «ondes sinusoïdales amorties» et les salves de transitoires oscillatoires amorties «ondes oscillatoires amorties».

L'onde sinusoïdale amortie peut se manifester aux bornes de l'équipement (accès de l'équipement) suite à une manœuvre des circuits d'alimentation ou de commande, ou suite à un coup de foudre. Les caractéristiques les plus significatives des phénomènes produits par cet essai sont leur caractère isolé et leur forme d'onde oscillatoire décroissante.

L'onde oscillatoire amortie peut se manifester aux bornes d'un équipement suite à une manœuvre accompagnée de réamorçages d'arc, phénomène courant dans les centrales électriques, les postes à haute et moyenne tension (HT/MT), ainsi que les grandes installations industrielles.

Les paramètres les plus significatifs des phénomènes produits par cet essai sont leur temps de montée relativement bref, leur forme d'onde oscillatoire décroissante amortie, leur fréquence de répétition élevée et la durée des salves.

Les formes d'onde produites par ces deux types d'essais sont définies en 6.1.1. et 6.1.2. L'annexe A fournit des informations sur les phénomènes primaires et le choix de l'essai.

C'est aux Comités de produit qu'il incombe d'établir quel est le phénomène pertinent parmi ceux envisagés dans la présente norme, et de décider si l'essai considéré est applicable.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 1000-4. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 1000-4 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 1010-1: 1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

3 General

The oscillatory waves to which equipment is subjected may influence the reliable operation of equipment and systems.

The main parameters of the oscillatory waves are considered here, mainly the repetition rates: low repetition rate (single shot), or high repetition rate (bursts). The single-shot oscillatory transients are known by the term "ring wave" and the bursts of damped oscillatory transients by the term "damped oscillatory wave".

The ring wave appears at the terminals of equipment (equipment ports) as a consequence of switching in power and control lines, as well as a consequence of lightning. The single-event type and the decaying oscillatory waveform are the most significant parameters of this test.

The damped oscillatory wave appears at the terminals of equipment as a consequence of switching with restriking of the arc, typical of electrical plants, HV/MV stations, as well as of heavy industrial installations.

The relative fast rise time, the decaying oscillatory waveform, the high repetition rate and the duration of the burst are the most significant parameters of this test.

The test waveforms are defined in 6.1.1 and 6.1.2. Information on the primary phenomena and selection of the test is given in annex A.

It is the responsibility of the product committees to establish which phenomenon, among the ones considered in this standard, is relevant and to decide the applicability of the test.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section, les définitions et termes suivants s'appliquent. Ils concernent uniquement le domaine des oscillations transitoires et ne sont pas tous répertoriés dans la CEI 50(161).

4.1 **EST:** Matériel en essai.

4.2 **accès:** Interface de l'EST avec l'environnement électromagnétique extérieur.

4.3 **couplage:** Interaction entre des circuits se traduisant par un transfert d'énergie de l'un à l'autre.

4.4 **réseau de couplage:** Circuit électrique destiné à transférer de l'énergie d'un circuit à un autre.

4.5 **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.

4.6 **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]

4.7 **transitoire (adjectif et nom):** Se dit d'un phénomène qui varie entre deux régimes établis consécutifs dans un intervalle de temps relativement court à l'échelle des temps considérée. [VEI 161-02-01]

4.8 **temps de montée:** 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, modifié].

4.9 **salve:** Suite d'un nombre fini d'impulsions distinctes ou oscillation de durée limitée. [VEI 161-02-07]

5 Niveaux d'essai

Les tableaux 1 et 2 indiquent la gamme préférentielle des niveaux d'essais pour les ondes sinusoïdale et oscillatoire amorties applicables aux accès d'alimentation, de signal et de commande de l'équipement considéré.

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.

4 Definitions

For the purpose of this section, the following definitions and terms apply. They are applicable to the restricted field of oscillatory transients; not all of them are included in IEC 50(161).

4.1 **EUT:** Equipment under test.

4.2 **port:** Particular interface of the EUT with the external electromagnetic environment.

4.3 **coupling:** Interaction between circuits, transferring energy from one circuit to another.

4.4 **coupling network:** Electrical circuit for the purpose of transferring energy from one circuit to another.

4.5 **decoupling network:** Electrical circuit for the purpose of preventing test voltage applied to the EUT from affecting other devices, equipment, or systems which are not under test.

4.6 **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]

4.7 **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]

4.8 **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]

4.9 **burst:** A sequence of a limited number of distinct pulses or an oscillation of limited duration. [IEV 161-02-07]

5 Test levels

The preferential range of test levels for the ring wave and the damped oscillatory wave tests, applicable to power, signal and control ports of the equipment, is given in table 1 and table 2 respectively.

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.

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

Niveau	Mode commun kV	Mode différentiel kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x ¹⁾	x	x
¹⁾ x correspond à un niveau non défini. Ce niveau peut être indiqué dans les spécifications de produit.		

Tableau 2 – Niveaux d'essai à l'onde oscillatoire amortie

Niveau	Mode commun kV	Mode différentiel kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2 ²⁾	1
4	—	—
x ¹⁾	x	x
¹⁾ x correspond à un niveau non défini. Ce niveau peut être indiqué dans les spécifications de produit.		
²⁾ Cette valeur est portée à 2,5 kV pour les équipements implantés dans des postes.		

Il faut se reporter aux spécifications de produit pour la définition des conditions d'application de ces deux essais (essai à l'onde sinusoïdale amortie et essai à l'onde oscillatoire amortie).

Le paragraphe 8.2 présente des spécifications concernant chacun de ces essais.

L'annexe B fournit des informations quant à la sélection des niveaux d'essais.

6 Matériel d'essai

6.1 Générateurs d'essai

Les caractéristiques suivantes concernent aussi bien le générateur d'ondes sinusoïdales amorties que celui d'ondes oscillatoires amorties. Les paramètres distinguant ces deux équipements sont indiqués, respectivement, en 6.1.1 et 6.1.2.

Les générateurs d'essai doivent être à même de fonctionner en conditions de court-circuit.

Table 1 – Test levels for ring wave

Level	Common mode kV	Differential mode kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x ¹⁾	x	x
¹⁾ x is an open level. This level can be given in the product specification.		

Table 2 – Test levels for damped oscillatory wave

Level	Common mode kV	Differential mode kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2 ²⁾	1
4	—	—
x ¹⁾	x	x
¹⁾ x is an open level. This level can be given in the product specification.		
²⁾ The value is increased to 2,5 kV for substation equipment.		

The applicability of the two tests, respectively the ring wave and the damped oscillatory wave, shall refer to the product specification.

Specifications related to each test are given in 8.2.

Information on the selection of the test levels is given in annex B.

6 Test equipment

6.1 Test generators

The following features are common to the generators of ring waves and the generators of damped oscillatory waves; additional, unique features are given in 6.1.1 and 6.1.2.

The generators shall have the capability to operate in short-circuit conditions.

La sortie du générateur doit être flottante et le déséquilibre des capacités de sortie à la terre inférieur à 10 %. Cette condition est recommandée pour l'essai des accès de commande et de signal de l'EST en mode différentiel. Cependant, elle n'est pas nécessaire pour les accès d'alimentation et les essais d'accès de commande et de signal en mode commun.

Le point b) de 8.2 présente les dispositions à adopter dès lors que la sortie du générateur d'essai n'est pas flottante.

Les générateurs doivent être équipés 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.

L'annexe C fournit des indications quant à l'impédance des générateurs d'essai.

6.1.1 *Caractéristiques et performances du générateur d'ondes sinusoïdales amorties*

Il s'agit d'un générateur d'onde oscillatoire amortie unique présentant les caractéristiques suivantes.

Caractéristiques:

- temps de montée de la tension (première crête): $0,5 \mu\text{s} \pm 20 \%$ (à vide);
- temps de montée du courant (première crête): $\leq 1 \mu\text{s}$ (en court-circuit);
- fréquence d'oscillation: $100 \text{ kHz} \pm 10 \%$;
- décroissance (de chaque crête): 60 % de la crête précédente;
- fréquence de répétition: 1 à 60 transitoires par minute;
- impédance de sortie: 12 Ω , 30 Ω et 200 Ω , $\pm 20 \%$ (commutable);
- tension à vide (valeur crête): de 250 V (–10 %) à 4 kV (+10 %);
- courant de court-circuit (valeur crête minimale): 333 A lorsque le générateur est réglé à 12 Ω ;
133 A lorsque le générateur est réglé à 30 Ω ;
20 A lorsque le générateur est réglé à 200 Ω ;
- relation de la phase avec la fréquence d'alimentation: synchronisable de 0° à 360°, par pas de 10°
- polarité de la première demi-période: positive et négative.

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

Le paragraphe 8.2 précise quelle doit être l'impédance du générateur selon les essais.

6.1.2 *Caractéristiques et performances du générateur d'ondes oscillatoires amorties*

Il s'agit d'un générateur d'ondes oscillatoires amorties répétitives présentant les caractéristiques suivantes.

The generator output shall be floating and the stray capacity unbalance of the output terminals to earth shall be less than 10 %. This condition is recommended to test EUT control and signal ports in differential mode; it is not necessary for power ports and common mode tests of control and signal ports.

The provisions to be taken whenever the output of the test generator is not floating are given in item b) of 8.2.

The generators 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.

Information on the impedance of the test generators is given in annex C.

6.1.1 *Characteristics and performance of the ring wave generator*

The generator is a single-shot damped oscillatory wave generator with the following characteristics.

Specifications:

- voltage rise time (first peak): $0,5 \mu\text{s} \pm 20 \%$ (open-circuit condition);
- current rise time (first peak): $\leq 1 \mu\text{s}$ (short-circuit condition);
- oscillation frequency: $100 \text{ kHz} \pm 10 \%$;
- decaying (of each peak): 60 % of the preceding peak;
- transients' repetition: 1 to 60 transients per minute;
- output impedance: 12 Ω , 30 Ω and 200 Ω , $\pm 20 \%$ (switchable);
- open-circuit voltage (peak value): 250 V (-10%) to 4 kV ($+10 \%$);
- short-circuit current (minimum peak value): 333 A for 12 Ω generator setting;
133 A for 30 Ω generator setting;
20 A for 200 Ω generator setting;
- phase relationship with the power frequency: synchronizable from 0° to 360° with 10° steps;
- polarity of the first half period: positive and negative.

The waveform of the ring wave (open-circuit voltage and short-circuit current) is given in figure 1. An example of a schematic circuit of the generator is given in figure 2.

The impedance of the test generator to be used for the different tests is given in 8.2.

6.1.2 *Characteristics and performance of the damped oscillatory wave generator*

The generator is a repetitive damped oscillatory wave generator with the following characteristics.

Spécifications:

- temps de montée de la tension (première crête): 75 ns $\pm$ 20 %;
- fréquences d'oscillation (valeurs préférentielles): 100 kHz et 1 MHz $\pm$ 10 %;
- fréquence de répétition: au moins 40/s à une fréquence de 100 kHz et 400/s à 1 MHz;
- fréquence de répétition optionnelle: $4 \cdot 10^{-4}$ $\times$ fréquence d'oscillation;
- décroissance: 50 % de la valeur crête entre la troisième et la sixième période;
- durée des salves: au moins 2 s;
- impédance de sortie: 200 Ω $\pm$ 20 %;
- valeur crête de la tension à vide: de 250 V (–10 %) à 2,5 kV (+10 %);
- relation de la phase avec la fréquence d'alimentation: aucune;
- polarité de la première demi-période: positive et négative.

La figure 3 décrit la forme de l'onde oscillatoire amortie.

La figure 4 donne un exemple de schéma du générateur.

6.2 Vérification des caractéristiques des générateurs d'essai

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 à la lumière des spécifications indiquées en 6.1.1 et 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.

Ces 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.

La marge d'erreur des mesures ne doit pas être supérieure à ± 10 %.

Le niveau des perturbations émises par le générateur (voir 6.1) doit être contrôlé.

Specifications:

- voltage rise time (first peak): 75 ns $\pm$ 20 %;
- oscillation frequencies: 100 kHz and 1 MHz $\pm$ 10 %;
- repetition rate: at least 40/s for 100 kHz and 400/s for 1 MHz;
- optional repetition rate: $4 \cdot 10^{-4}$ x oscillation frequency;
- decaying: 50 % of the peak value between the third and sixth periods;
- burst duration: not less than 2 s;
- output impedance: $200 \Omega \pm 20$ %;
- peak open-circuit voltage: 250 V (-10 %) to 2,5 kV (+10 %);
- phase relationship with the power frequency: no relation;
- polarity of the first half-period: positive and negative.

The waveform of the damped oscillatory wave is given in figure 3.

An example of a schematic circuit of the generator is given in figure 4.

6.2 Verification of the characteristics of the test generators

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, according to the specifications given in 6.1.1 and 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 accuracy of the measurements shall be ± 10 %.

The emission of disturbances by the generator shall be verified (see 6.1).

6.3 Réseau de couplage/découplage

Le réseau de couplage/découplage (RCD) permet à la fois d'appliquer la tension d'essai, soit en mode commun soit en mode différentiel, 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. Ce réseau ne doit pas influencer les paramètres spécifiés pour le générateur, par exemple le courant de sortie.

Les spécifications communes aux réseaux pour l'alimentation électrique et pour les accès de signal et de commande sont indiquées ci-après, tandis que celles distinguant ces deux types de circuits figurent en 6.3.1 et 6.3.2, respectivement.

La capacité de couplage du réseau de couplage doit être adaptée à l'impédance retenue pour le générateur d'essai (voir 8.2), c'est-à-dire:

- 0,5 μF pour une impédance du générateur de 200 Ω ;
- 3 μF (au minimum) pour une impédance du générateur de 30 Ω ;
- 10 μF (au minimum) pour une impédance du générateur de 12 Ω .

Ces capacités de couplage vont normalement se traduire par une atténuation de couplage inférieure à 1 dB.

Dans certains cas, les capacités de couplage doivent être remplacées par d'autres types de dispositifs de couplage: tubes à décharge, diodes Zener, etc.

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

Les vérifications concernant les spécifications indiquées en 6.3.1 et 6.3.2 doivent être effectuées au moyen d'un oscilloscope ou d'autres appareils de mesure équivalents, ayant une largeur de bande minimale de 20 MHz.

Les figures concernant les procédures d'essai présentent également le schéma de ce réseau (voir 8.2).

6.3.1 Réseau de couplage/découplage destinés 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 6.2.

Spécifications:

- découplage en mode commun (atténuation): 20 dB;
- découplage en mode différentiel (atténuation): 30 dB;
- rigidité diélectrique des condensateurs de couplage sous l'effet d'une onde de 1,2/50 μs : 5 kV;
- intensité de courant admissible: égale à l'intensité nominale de l'accès d'alimentation;
- nombre de phases: une ou trois, selon les besoins.

6.3 Coupling/decoupling network

The coupling/decoupling network (CDN) provides both the ability to apply the test voltage in either common or differential mode to the power supply, signal and control ports of the EUT, and for preventing test voltage from affecting the auxiliary equipment needed to perform the test. The network must not influence the specified parameters of the generator, for example, the current capability.

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 6.3.1 and 6.3.2.

The coupling network shall be provided with coupling capability suitable for the selected impedance of the test generator (see 8.2), as follows:

- 0,5 μF for 200 Ω generator impedance;
- 3 μF (minimum) for 30 Ω generator impedance;
- 10 μF (minimum) for 12 Ω generator impedance.

These coupling capacitor values are suitable to give a coupling attenuation less than 1 dB.

For some applications, the coupling capacitors shall be replaced by other types of coupling devices (CD), such as gas tubes, silicon avalanche diodes, etc.

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

The verifications related to the specifications given in 6.3.1 and 6.3.2 shall be carried out with an oscilloscope, or equivalent measuring instrument, with 20 MHz minimum bandwidth.

The schematic circuit of the network is given in the figures related to the test procedures for carrying out the tests (see 8.2).

6.3.1 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 6.2 for the test generator itself.

Specifications:

- common mode decoupling (attenuation): 20 dB;
- differential mode decoupling (attenuation): 30 dB;
- insulation withstand capacity of the coupling capacitors with the 1,2/50 μs wave: 5 kV;
- current capability: as for the current rating of the power supply port;
- number of phases: one or three, as required.

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

Ce réseau présente les mêmes spécifications que celles figurant en 6.3.1, à l'exception de la suivante:

- atténuation de découplage: 30 dB (modes commun et différentiel).

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 éléments 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 5 – exemple d'installation d'essai pour matériel de table;

figure 6 – exemple d'installation d'essai pour matériel posé sur le sol .

7.1 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.

Les spécifications sont indiquées en 7.1.1 et 7.1.2.

7.1.1 Plan de référence

Si l'on utilise un plan de référence, celui-ci doit se présenter 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, l'épaisseur de la feuille doit être d'au moins 0,65 mm.

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 être connectés à ce dernier.

6.3.2 Coupling/decoupling network for signal and control ports

The network has the same specifications given in 6.3.1, with the exception below:

- decoupling attenuation: 30 dB (common and differential modes).

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 components:

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

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

figure 5 – example of test set-up for table-top equipment;

figure 6 – example of test set-up for floor-standing equipment.

7.1 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.

The specifications are given in 7.1.1 and 7.1.2.

7.1.1 Ground (reference) plane

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

If used, the EUT and auxiliary test equipment shall be placed on the GRP of the laboratory and connected to it.