

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
1000-4-1

Première édition
First edition
1992-12

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure

Section 1: Vue d'ensemble sur les essais d'immunité

Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques

Section 1: Overview of immunity tests

Basic EMC publication



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1000-4-1: 1992

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
1000-4-1**

Première édition
First edition
1992-12

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure

Section 1: Vue d'ensemble sur les essais d'immunité

Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques

Section 1: Overview of immunity tests

Basic EMC publication

© CEI 1992 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

XB

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Généralités	14
4 Définitions	18
5 Liste des essais d'immunité	24
6 Conditions d'environnement	26
7 Guide pour le choix des essais d'immunité	28
8 Choix des niveaux de sévérité	30
9 Evaluation des résultats d'essais	32
Tableau 1 Guide pour le choix des essais d'immunité	34
Tableau A.1 Guide pour le choix des niveaux de sévérité	38
ANNEXES	
A Brève description des essais d'immunité	36
A.1 Essais d'immunité: perturbations basse fréquence	42
A.1.1 Harmoniques (essai provisoire)	42
A.1.2 Interharmoniques (essai provisoire)	48
A.1.3 Signaux superposés à la tension secteur (essai provisoire)	50
A.1.4 Fluctuations de tension (essai provisoire)	54
A.1.5 Creux de tension et coupures brèves (à l'étude)	58
A.1.6 Déséquilibre de tension triphasée (essai provisoire)	62
A.1.7 Variations de la fréquence secteur (essai provisoire)	62
A.1.8 Composante continue dans les réseaux alternatifs (à l'étude)	64
A.2 Essais d'immunité: transitoires et perturbations haute fréquence de conduction	66
A.2.1 Onde de choc tension/courant 100/1 300 µs (à l'étude)	66
A.2.2 Onde de choc 1,2/50 µs (tension) – 8/20 µs (courant) (à l'étude)	68
A.2.3 Transitoires rapides en salves (publication)	80
A.2.4 Onde sinusoïdale amortie (à l'étude)	88
A.2.5 Ondes oscillatoires amorties (à l'étude)	92

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 General	15
4 Definitions	19
5 List of immunity tests	25
6 Environmental conditions	27
7 Guidance for the selection of immunity tests	29
8 Selection of severity levels	31
9 Evaluation of test results	33
Table 1 Guidance for selection of immunity tests	35
Table A.1 Guidance for selection of severity levels	39
ANNEXES	
A Short description of immunity tests	37
A.1 Immunity tests: low-frequency disturbances	43
A.1.1 Harmonics (provisional test)	43
A.1.2 Interharmonics (provisional test)	49
A.1.3 Signal voltages (provisional test)	51
A.1.4 Voltage fluctuation (provisional test)	55
A.1.5 Voltage dips and short interruptions (under consideration)	59
A.1.6 Three-phase voltage unbalance (provisional test)	63
A.1.7 Power frequency variations (provisional test)	63
A.1.8 D.C. in a.c. networks (under consideration)	65
A.2 Immunity tests: transients and high-frequency conducted disturbances	67
A.2.1 100/1 300 μ s voltage/current surge (under consideration)	67
A.2.2 1,2/50 μ s (voltage) – 8/20 μ s (current) surge (under consideration)	69
A.2.3 Fast transient bursts (publication)	81
A.2.4 Ring wave (under consideration)	89
A.2.5 Damped oscillatory waves (under consideration)	93

	Pages
A.2.6 Tensions haute fréquence induites (essai provisoire)	96
A.2.7 Perturbations conduites radiofréquence (à l'étude)	98
A.2.8 Onde de choc de tension 10/700 μ s (à l'étude)	100
A.3 Essais d'immunité: décharges électrostatiques	102
A.3.1 Décharges électrostatiques	102
A.4 Essais d'immunité: perturbations magnétiques	108
A.4.1 Champ magnétique à la fréquence secteur	108
A.4.2 Champ magnétique impulsif	116
A.4.3 Champ magnétique oscillatoire amorti	118
A.5 Essais d'immunité: champs électromagnétiques	120
A.5.1 Champ électromagnétique rayonné	120
A.6 Autres essais d'immunité	124
A.6.1 Tension à la fréquence secteur dans les lignes de commande et de signal	124
A.6.2 Tension continue dans les lignes de commande et de signal	124
B Caractéristiques concernant les essais de transitoires de conduction	126
B.1 Nature et caractéristiques des transitoires	126
B.2 Matériel d'essai	126
B.3 Spectre de densité d'amplitude	130

	Page
A.2.6 High-frequency induced voltages (provisional test)	97
A.2.7 Conducted radio frequency disturbances (under consideration)	99
A.2.8 10/700 μ s voltage surge (under consideration)	101
A.3 Immunity test: electrostatic discharges	103
A.3.1 Electrostatic discharges	103
A.4 Immunity tests: magnetic disturbances	109
A.4.1 Power frequency magnetic field	109
A.4.2 Pulse magnetic field	117
A.4.3 Damped oscillatory magnetic field	119
A.5 Immunity tests: electromagnetic fields	121
A.5.1 Radiated electromagnetic field	121
A.6 Other immunity tests	125
A.6.1 Power frequency voltage on control and signal lines	125
A.6.2 D.C. voltage on control and signal lines	125
B Characteristics for conducted transient tests	127
B.1 Nature and characteristics of the transients	127
B.2 Test equipment	127
B.3 Amplitude-density spectrum	131

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
Section 1: Vue d'ensemble sur les essais d'immunité
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 1000-4-1 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 1 de la partie 4 de la 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:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
77B(BC)04	77B(BC)06	77B(BC)10	77B(BC)11

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

Part 4: Testing and measurement techniques
Section 1: Overview of immunity tests
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 1000-4-1 has been prepared by IEC by sub-committee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms section 1 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:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
77B(CO)04	77B(CO)06	77B(CO)10	77B(CO)11)

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

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

La CEI 1000-4 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 produits)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation

Guides d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme Normes internationales, soit comme Rapports techniques.

Ces sections de la CEI 1000-4 seront publiées chronologiquement et numérotées en conséquence.

Cette section est une Norme internationale qui donne une vue d'ensemble sur les essais d'immunité relatifs à la compatibilité électromagnétique.

INTRODUCTION

IEC 1000-4 is a part of 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 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 can be published either as international standards or Technical reports.

These parts of IEC 1000-4 will be published in chronological order and numbered accordingly.

This section is an International Standard which gives an overview of electromagnetic compatibility immunity tests.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure Section 1: Vue d'ensemble sur les essais d'immunité Publication fondamentale en CEM

1 Domaine d'application et objet

Cette section de la CEI 1000-4 est une publication CEM (compatibilité électromagnétique) de base. Elle concerne les essais d'immunité de matériel (appareils et systèmes) électriques et/ou électroniques, dans leur environnement électromagnétique. Elle concerne les phénomènes conduits et rayonnés en incluant les essais d'immunité des matériels connectés aux réseaux électriques de puissance, de commande et de communication.

L'objet de cette section est:

- de donner une référence générale et globale aux comités d'études de la CEI ou à d'autres organismes, aux utilisateurs et fabricants de matériels électriques et électroniques concernant les essais et spécifications d'immunité CEM;
- de servir de guide général pour le choix et l'application de ces essais.

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 34-1: 1983, *Machines électriques tournantes – Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

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

CEI 255-22-1: 1988, *Relais électriques – Partie 22: Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Première partie: Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1 MHz*

CEI 521: 1988, *Compteurs d'énergie active à courant alternatif des classes 0,5, 1 et 2*

CEI 790: 1984, *Oscillographes et voltmètres de crête pour essais de choc*

CEI 801-2: 1991, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

Part 4: Testing and measurement techniques

Section 1: Overview of immunity tests

Basic EMC publication

1 Scope and object

This section of IEC 1000-4 is a basic EMC (electromagnetic compatibility) publication. It considers immunity tests for electric and/or electronic equipment (apparatus and systems) in its electromagnetic environment. Both conducted and radiated phenomena are considered, this includes immunity tests for equipment connected to power, control and communication networks.

The object of this section is:

- to give a general and comprehensive reference to the technical committees of IEC or other bodies, users and manufacturers of electrical and electronic equipment on EMC immunity specifications and tests;
- to give general guidance on selection and application of these tests.

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 34-1: 1983, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

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

IEC 255-22-1: 1988, *Electrical relays – Part 22: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Part one: 1 MHz burst disturbance tests*

IEC 521: 1988, *Class 0.5, 1 and 2 alternating-current watt-hour meters*

IEC 790: 1984, *Oscilloscopes and peak voltmeters for impulse tests*

IEC 801-2: 1991, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements*

CEI 801-3: 1984, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 3: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques*

CEI 801-4: 1988, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 4: Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en sèves*

CEI 801-5, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 5: Exigences d'immunité à la tension de choc (à l'étude)*

CEI 801-6, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 6: Immunité relative aux perturbations conduites à fréquence radio au-dessus de 9 kHz (à l'étude)*

CEI 816: 1984, *Guide sur les méthodes de mesure des transitoires de courte durée sur les lignes de puissance et de contrôle basse tension*

CEI 1000-1: 1992, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 1: Généralités*

CEI 1000-2-1: 1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 1: Description de l'environnement – Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*

CEI 1000-2-2: 1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension*

CEI 1000-2-3: 1992, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 3: Description de l'environnement. Phénomènes rayonnés et phénomènes conduits à des fréquences autres que celles du réseau*

CEI 1000-4-X, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure (à l'étude)*

CEI 1000-4-7: 1991, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 7: Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

CEI 1000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 8: Essais d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau (à l'étude)*

CEI 1000-4-9, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 9: Essais d'immunité au champ magnétique impulsionnel (à l'étude)*

IEC 801-3: 1984, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Radiated electromagnetic field requirements*

IEC 801-4: 1988, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 4: Electrical fast transient/burst requirements*

IEC 801-5, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 5: Surge voltage immunity requirements* (under consideration)

IEC 801-6, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 6: Immunity to conducted radio frequency disturbances above 9 kHz* (under consideration)

IEC 816: 1984, *Guide on methods of measurement of short duration transients on low-voltage power and signal lines*

IEC 1000-1: 1992, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1: General*

IEC 1000-2-1: 1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 1000-2-2: 1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 1000-2-3: 1992, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 3: Description of the environment – Radiated and non-network-related conducted phenomena*

IEC 1000-4-X, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques* (under consideration)

IEC 1000-4-7: 1991, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 1000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test* (under consideration)

IEC 1000-4-9, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test* (under consideration)

CEI 1000-4-10, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 10: Essais d'immunité au champ magnétique oscillatoire amorti (à l'étude)*

CEI XXX *Récepteurs de télécommande centralisée électroniques pour tarification et contrôle de charge (à l'étude)*

Recommandation K 20 du CCITT: 1985, *Résistance des équipements de communication aux surtensions et aux surintensités*

Recommandation K 21 du CCITT: 1990, *Résistance des terminaux d'abonnés aux surtensions et aux surintensités*

3 Généralités

3.1 Le fonctionnement des dispositifs et systèmes électromécaniques n'était généralement pas sensible, dans le passé, aux perturbations électromagnétiques (c'est-à-dire les perturbations électriques conduites, les perturbations électrostatiques, les perturbations électromagnétiques rayonnées). Les problèmes de susceptibilité provenaient la plupart du temps de phénomènes à «basse fréquence» tels que des harmoniques ou des interruptions de tension. Les composants et le matériel électronique utilisés maintenant sont beaucoup plus sensibles à ces perturbations, particulièrement aux phénomènes «haute fréquence» et «transitoires». L'expansion considérable des composants et du matériel électronique a accru le danger et l'importance de mauvais fonctionnements, de dommages, etc. qui peuvent provenir des perturbations électriques et électromagnétiques.

Afin d'éviter ou de réduire l'impact de ce problème, de nombreux comités de produits CEI, utilisateurs et fabricants de matériels électriques et électroniques doivent établir les niveaux d'immunité que leurs matériels devront supporter et développer les essais d'immunité correspondants. Cependant ces essais provenant de sources variées peuvent souvent différer dans leurs caractéristiques et leurs critères d'acceptation.

La présente norme a pour but de coordonner et de normaliser les essais d'immunité relatifs aux perturbations électromagnétiques. Elle donne:

- une vue d'ensemble des essais existants ou des essais nécessaires dans un avenir proche;
- des indications et recommandations générales quant au choix d'un essai adéquat ainsi qu'à son application, en prenant en compte le type de matériel en essai et son environnement prévu (site, niveau des perturbations, niveau d'immunité requis, etc.);
- une brève description des essais: leur domaine d'application, les méthodes d'essai, le matériel d'essai et les niveaux de sévérité des essais.

IEC 1000-4-10, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 10: Damped oscillatory field immunity test* (under consideration)

IEC XXX *Static ripple control receivers for tariff and load control* (under consideration)

CCITT Recommendation K 20: 1985, *Resistability of telecommunication switching equipment to overvoltages and overcurrents*

CCITT Recommendation K 21: 1990, *Resistability of subscribers' terminals to overvoltages and overcurrents*

3 General

3.1 In the past, electromechanical devices and systems were generally not sensitive to electromagnetic disturbances (i.e. conducted electric, electrostatic and radiated electromagnetic disturbances). Susceptibility problems mostly arose from "low-frequency" phenomena such as harmonics or voltage interruptions. The electronic components and equipment now in use are much more sensitive to these disturbances, particularly to "high-frequency" and "transient" phenomena. The tremendous expansion in use of electronic components and equipment has increased the danger and importance of malfunctioning, damage, etc. which can arise from electric and electromagnetic disturbances.

In order to avoid or reduce the impact of this problem, numerous IEC product committees and users and manufacturers of electric and electronic equipment have to establish immunity levels that their equipment should withstand and develop corresponding immunity tests. However, these tests originating from various sources may often differ with regard to their characteristics and acceptance criteria.

The aim of this standard is to coordinate and standardize the immunity tests related to electromagnetic disturbances. It provides:

- an overview of the existing tests, or of the tests necessary in the near future;
- general guidance and recommendations concerning the choice of a relevant test and how to apply it, taking into account the type of equipment under test and its intended environment (site, level of the disturbances, required degree of immunity, etc);
- a short description of the tests: their field of application, test methods, test equipment and severity test levels.

3.2 Il y a lieu de noter plus particulièrement les remarques suivantes:

- le but principal de cette norme n'est pas de remplacer des essais qui existent déjà, mais de réaliser la coordination et la normalisation nécessaires dans le domaine des essais d'immunité. Cependant, des essais nouveaux sont proposés lorsqu'ils paraissent nécessaires (du fait que dans cette norme, les essais ne sont décrits que d'une manière générale et résumée, ces nouveaux essais devront être spécifiés en détail dans d'autres normes);
- cette norme ne vise pas non plus 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).

NOTE - Cette norme ne traite que des essais relatifs à l'immunité électromagnétique. Pour plus d'informations concernant l'origine des perturbations, les niveaux de compatibilité, etc., voir d'autres rapports du CE 77 ou des rapports d'autres comités d'études. Voir CEI 1000-1, CEI 1000-2-1, CEI 1000-2-2 et CEI 1000-2-3.

3.3 Cette norme s'applique:

- aux matériels électriques et électroniques installés dans l'environnement ou connectés aux:
 - réseaux BT d'alimentation électrique publics, d'habitations et commerciaux;
 - réseaux BT d'alimentation électrique industriels;
 - réseaux de commande BT de sites publics et industriels (y compris les salles de commande);
 - réseaux BT d'alimentation et de commande dans les stations électriques (y compris les salles de commande);
 - lignes de télécommunications.

NOTE - Cette norme s'applique aux appareils comportant une source indépendante.

- aux perturbations conduites et rayonnées qui apparaissent sous forme de:

- perturbations électriques;
- perturbations magnétiques;
- perturbations électrostatiques;
- perturbations électromagnétiques;

et sous forme de:

- perturbations basse fréquence (du continu à 10 kHz-20 kHz);
- perturbations haute fréquence (jusqu'à quelques centaines de mégahertz-rayonnées jusqu'à la gamme du gigahertz);
- transitoires (durée de quelques millisecondes à quelques nanosecondes);

dues par exemple à des:

- charges perturbatrices (par exemple charges non linéaires, charges fluctuantes, etc.);
- phénomènes de commutation et défauts dans le réseau et le matériel;
- phénomènes atmosphériques (foudre par exemple);
- électricité statique;
- émetteurs radio.

3.2 *The following remarks should especially be noted:*

- the main aim of this standard is not to replace tests which already exist but to achieve the necessary coordination and standardization in the field of immunity tests. However, new tests are proposed when they appear to be necessary (as in this standard the tests are described only in a general, summarizing manner, these new tests will have to be specified in detail in further standards);
- neither does this standard 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 not 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.

NOTE - This standard deals only with the tests related to electromagnetic immunity. For further information about the origin of the disturbances, compatibility levels, etc., see other reports of TC 77 or reports of other technical committees. See IEC 1000-1, IEC 1000-2-1, IEC 1000-2-2 and IEC 1000-2-3.

3.3 *This standard applies to:*

- electric and electronic equipment installed in the environment or connected to:
 - LV – residential and commercial public power networks;
 - LV – industrial power networks;
 - LV – control networks in public and industrial plants (including control rooms);
 - LV – power and control networks in electrical stations (including control rooms);
 - telecommunication lines.

NOTE - This standard applies also to apparatus with dedicated power sources.

- conducted and radiated disturbances appearing as:

- electric disturbances;
- magnetic disturbances;
- electrostatic disturbances;
- electromagnetic disturbances;

and as:

- low-frequency disturbances (from d.c. to 10 kHz-20 kHz);
- high-frequency disturbances (up to several hundreds of megahertz – radiated up to the gigahertz range);
- transients (duration from a few milliseconds to a few nanoseconds)

due for example to:

- disturbing loads (e.g. non-linear loads, fluctuating loads, etc.);
- switching phenomena and faults in the network and equipment;
- atmospheric phenomena (e.g. lightning);
- static electricity;
- radio transmitters.

Cette section a pour but de recenser les essais à appliquer à une large gamme de matériels et de systèmes. Cependant, certains matériels et systèmes peuvent nécessiter des essais différents et/ou supplémentaires (par exemple les matériels médicaux, militaires, maritimes etc.).

3.4 Certains essais d'immunité pourront être exécutés en utilisant des formes d'onde similaires à celles qui sont utilisées dans les essais d'isolement (avec cependant des niveaux de sévérité généralement inférieurs). On attire l'attention sur la différence fondamentale entre ces deux types d'essais:

- les essais d'isolement ont pour but la protection des personnes, des animaux ou du matériel contre les dangers ou dommages qui peuvent être causés par les hautes tensions et concernent les claquages d'isolants. Ces essais sont toujours effectués avec le matériel non alimenté;
- les essais d'immunité ont pour but de vérifier le fonctionnement du matériel sous l'influence de perturbations électromagnétiques. Pendant ces essais, le matériel est toujours alimenté et fonctionne normalement.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1000-4, les définitions suivantes s'appliquent. (Certaines notes commentent leur application pratique, les figures 1 et 2 illustrent quelques-unes de ces définitions et commentaires.)

NOTE - Pour une terminologie complète concernant la CEM, voir la CEI 50(161). Dans les cas où cela s'applique, les références au Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) sont indiquées.

perturbation électromagnétique: Tout phénomène électromagnétique susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système. [VEI 161-01-05, modifié]

brouillage électromagnétique: Trouble apporté au fonctionnement d'un appareil, d'une voie de transmission ou d'un système par une perturbation électromagnétique. [VEI 161-01-06, modifié]

NOTE - Perturbation et brouillage sont respectivement cause et effet.

compatibilité électromagnétique: CEM (abréviation): Aptitude d'un matériel ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique, de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement. [VEI 161-01-07]

niveau de compatibilité (électromagnétique): Niveau maximal spécifié des perturbations électromagnétiques auquel on peut s'attendre que soit soumis un dispositif, un matériel ou un système fonctionnant dans des conditions particulières. [VEI 161-03-10]

NOTE - En pratique, le niveau de compatibilité électromagnétique n'est pas un maximum, mais peut être dépassé avec une faible probabilité.

immunité (à une perturbation): Aptitude d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique. [VEI 161-01-20]

This section is intended to cover tests to be applied to a wide range of equipment and systems. However, certain equipment and systems may require different and/or additional tests (e.g. medical, military, maritime equipments, etc.).

3.4 Some immunity tests may be carried out with test waveforms similar to those used for insulation tests (however, generally with lower severity levels). Attention is drawn to the fundamental difference between these two kinds of tests:

- insulation tests are intended for the protection of persons, animals or equipment against the dangers or damages that may be caused by high voltages and concern insulation breakdown. These tests are always carried out with equipment not connected to the power supply;
- immunity tests are intended to check the operation of equipment under the influence of electromagnetic disturbances. During these tests the equipment is always powered and operating normally.

4 Definitions

For the purposes of this section of 1000-4, the following definitions apply. (Some notes comment on their practical application; figures 1 and 2 illustrate some of these definitions and comments.)

NOTE - For a complete terminology about EMC, see IEC 50(161). Where applicable, the references to the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) are indicated.

electromagnetic disturbance: Any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system. [IEV 161-01-05, modified]

electromagnetic interference: Degradation of the performance of a device, transmission channel or system caused by an electromagnetic disturbance. [IEV 161-01-06 modified]

NOTE - Disturbance and interference are respectively cause and effect.

electromagnetic compatibility: EMC (abbreviation): The ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment. [IEV 161-01-07]

(electromagnetic) compatibility level: The specified maximum electromagnetic disturbance level expected to be impressed on a device, equipment or system operated in particular conditions. [IEV 161-03-10]

NOTE - In practice the electromagnetic compatibility level is not an absolute maximum level but may be exceeded by a small probability.

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]

niveau d'immunité: Niveau maximal d'une perturbation électromagnétique de forme donnée agissant sur un dispositif, un matériel ou un système particulier, pour lequel celui-ci demeure capable de fonctionner avec la qualité voulue. [VEI 161-03-14]

susceptibilité (électromagnétique): Inaptitude d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système, à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique.

NOTE - La susceptibilité est un manque d'immunité. [VEI 161-01-21]

EST: Abréviation pour «matériel à l'essai» (matériel sous test).

niveau de sévérité: Valeur d'une quantité électromagnétique influente, spécifiée pour un essai d'immunité.

NOTE - Une norme d'essai peut spécifier plusieurs niveaux de sévérité, correspondant à plusieurs niveaux d'immunité.

transitoire: 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]

NOTE - Un transitoire peut être une impulsion unidirectionnelle de l'une ou de l'autre polarité, ou une onde oscillatoire amortie dont la première crête se présente dans l'une ou l'autre polarité.

tension de choc: Onde de tension transitoire se propageant le long d'une ligne ou d'un circuit et comportant une montée rapide de la tension suivie d'une décroissance plus lente de celle-ci. [VEI 161-08-11]

NOTE - Les paramètres de temps d'une tension de choc sont définis comme suit:

- le temps de montée entre 10 % et 90 % de la valeur crête (temps de montée 10 %/90 %) selon le VEI 161-02-05;
- la durée à 50 % de la valeur crête entre l'augmentation et la diminution de l'onde (durée 50 %/50 %).

lignes d'alimentation: Lignes provenant de l'alimentation de puissance (tension alternative ou continue).

lignes de contrôle: Dans le contexte de cette norme, l'ensemble des lignes de contrôle, de signalisation et de mesure.

tension en mode commun, tension asymétrique: Moyenne des phaseurs qui représentent les tensions entre chaque conducteur et une référence arbitraire, généralement la terre ou la masse. [VEI 161-04-09]

tension en mode différentiel, tension symétrique: Tension entre deux conducteurs donnés d'un ensemble de conducteurs. [VEI 161-04-08]

La relation fondamentale entre niveau de perturbation, niveau de compatibilité, niveau d'immunité, niveau de susceptibilité est illustrée par la figure 1.

immunity level: The maximum level of a given electromagnetic disturbance incident on a particular device, equipment or system for which it remains capable of operating at a required degree of performance. [IEV 161-03-14]

(electromagnetic) susceptibility: The inability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance.

NOTE - Susceptibility is a lack of immunity. [IEV 161-01-21]

EUT: Abbreviation for "Equipment Under Test"

severity Level: Value of an influencing electromagnetic quantity specified for an immunity test.

NOTE - A test standard can specify several severity levels according to different immunity levels.

transient: 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]

NOTE - A transient can be a unidirectional impulse of either polarity or a damped oscillatory wave with the first peak occurring in either polarity.

voltage surge: A transient voltage wave propagating along a line or a circuit and characterized by a rapid increase followed by a slower decrease of the voltage. [IEV 161-08-11]

NOTE - The time parameters of a voltage surge are defined as follows:

- the rise time between 10 % and 90 % of the peak value (10 %/ 90 % rise time) according to IEC 61000-4-11; 992
- the duration at 50 % of the peak value between increase and decrease of the wave (50 %/50 % duration).

power lines: Lines originating from the power supply (alternative or direct voltage).

control lines: In the context of this standard, all the lines for control, signalling and measurement purposes.

common mode voltage, asymmetrical voltage: The mean of the phasor voltages appearing between each conductor and a specified reference, usually earth or frame. [IEV 161-04-09]

differential mode voltage, symmetrical voltage: The voltage between any two of a specified set of active conductors. [IEV 161-04-08]

The theoretical relation between disturbance level, compatibility level, immunity level, susceptibility level is illustrated by figure 1.

Cependant, il y a lieu d'attirer l'attention sur le fait que le niveau de perturbation est généralement sujet à une distribution statistique. Dans la pratique, il est très difficile, voire impossible, de déterminer le niveau réel le plus élevé de perturbation, qui apparaît très rarement. De même, il ne serait généralement pas économique de définir le niveau de compatibilité pour cette valeur la plus élevée à laquelle la plupart des dispositifs ne seraient pas exposés la plupart du temps.

Pour ces raisons, il paraît adéquat à certains comités d'études de définir le niveau de compatibilité non comme la «valeur maximale» d'une perturbation, mais comme le niveau de la perturbation qui ne serait dépassé que par un petit ou un très petit nombre d'objets. Les niveaux typiques pourraient par exemple être 95 %, 98 % ou 99 % de la distribution statistique. La spécification de cette valeur devrait être fixée par le CE 77 ou, dans les cas particuliers, par le comité de produit concerné ou par un accord entre les parties concernées.

Il y a lieu d'observer que le niveau de susceptibilité peut également montrer une distribution statistique. Une limite minimale de susceptibilité peut dans la pratique être définie par un niveau d'essai d'immunité Bon/Mauvais.

La relation entre perturbation, compatibilité, immunité (essai), niveaux de susceptibilité – en prenant en compte la distribution statistique des niveaux de perturbation et de de susceptibilité – est illustrée par la figure 2.

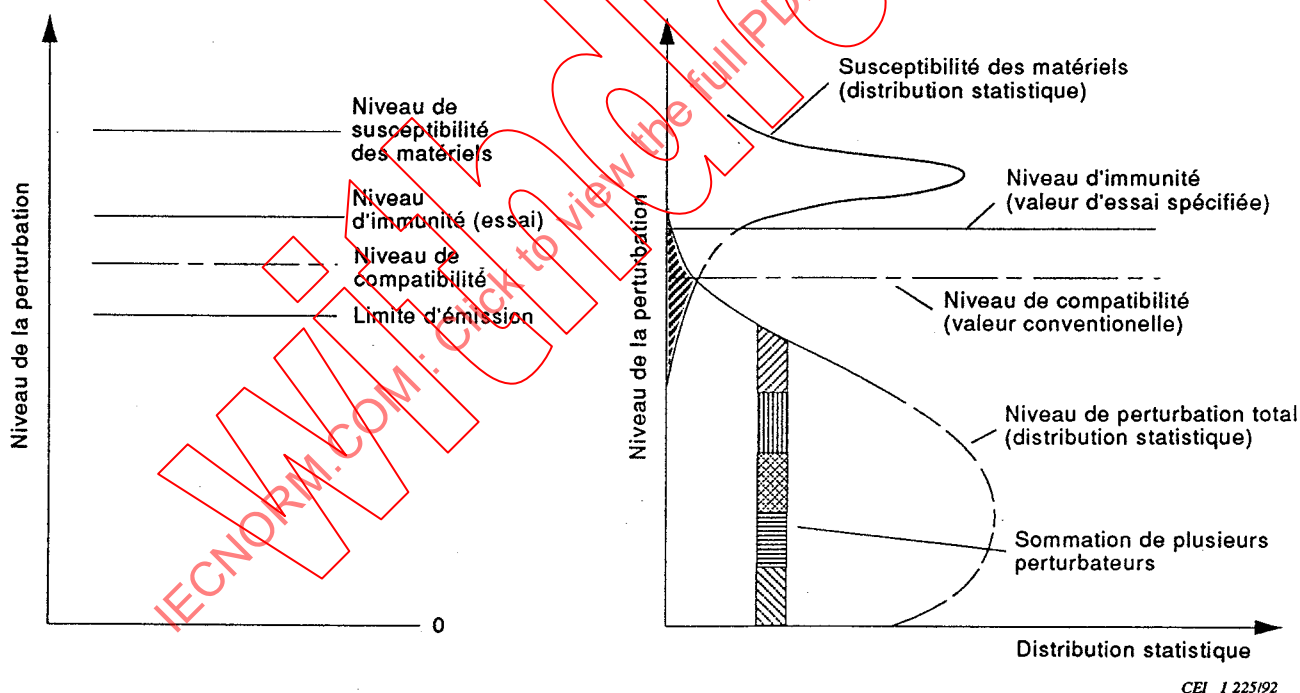


Figure 1 – Relation entre les différents niveaux d'une perturbation électromagnétique

Figure 2 – Relation entre les différents niveaux d'une perturbation électromagnétique compte tenu des particularités statiques

However, attention should be drawn to the fact that, generally, the disturbance level is subject to a statistical distribution. In practice it is very difficult, often impossible, to determine the rare actual highest level of disturbance. Also, generally, it would not be economical to define the compatibility level for this highest value to which most devices would not be exposed most of the time.

For these reasons, it seems appropriate to certain technical committees to define the compatibility level not as the "maximum value" of a disturbance but as the level of the disturbance that would be exceeded by only a small or very small number of objects. Typical levels could be for example 95 %, 98 %, 99 % of the statistical distribution. The specification of this value should be set by TC 77 or in particular cases by the relevant product committee or by agreement between the involved parties.

It should be observed that the susceptibility level may also show a statistical distribution. A minimum limit of susceptibility can in practice be defined by a Go/NoGo immunity test level.

The relation between disturbance, compatibility, immunity (test), and susceptibility levels, taking into consideration the statistical distribution of the disturbance and the susceptibility levels, is illustrated by figure 2.

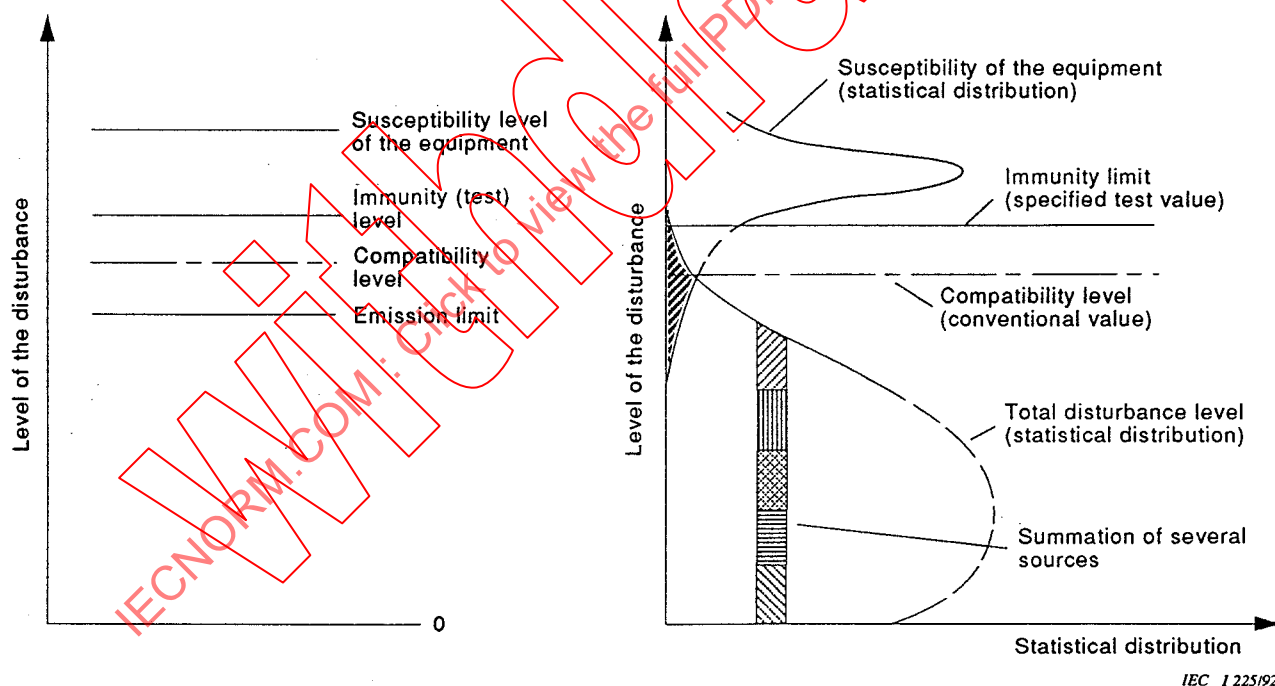


Figure 1 – Relation between different levels of an electromagnetic disturbance

Figure 2 – Relation between the different levels of an electromagnetic disturbance, taking into consideration the statistical features

On pourra noter, à partir de là, qu'il ne convient pas que le niveau de compatibilité soit considéré comme un niveau de perturbation défini, mais plutôt comme une valeur de référence conventionnelle, sur laquelle on se basera pour la coordination entre le niveau de perturbation et le niveau d'immunité/d'essai.

5 Liste des essais d'immunité

En se basant sur le cadre général exposé en A. 1.3 où ces essais sont décrits brièvement, on considérera les essais suivants comme étant adéquats pour couvrir toute la gamme des perturbations.

5.1 Perturbations basse fréquence

Essais d'immunité par rapport aux perturbations basse fréquence conduites dans les réseaux d'alimentation électrique basse tension:

- 1) harmoniques;
- 2) interharmoniques;
- 3) signaux superposés à la tension secteur (de 100 Hz à 150 [450] kHz);
- 4) fluctuations de tension;
- 5) creux de tension et coupures brèves;
- 6) déséquilibre de tension triphasée;
- 7) variations de la fréquence secteur;
- 8) composante continue dans les réseaux alternatifs.

5.2 Transitoires de conduction et perturbations haute fréquence

Essais d'immunité par rapport aux transitoires de conduction et aux perturbations HF:

- 1) tensions de choc 100/1 300 μ s (fusion de fusibles);
- 2) ondes de choc 1,2/50 μ s (tension) et 8/20 μ s (courant);
- 3) transitoires rapides en salves (n x 5/50 ns);
- 4) ondes sinusoïdales amorties (0,5 μ s/100 kHz);
- 5) ondes oscillatoires amorties (0,1 MHz et 1 MHz);
- 6) tensions haute fréquence induites (0,01 MHz à 1 MHz);
- 7) perturbations conduites à fréquence radio;
- 8) tensions de choc 10/700 μ s.

5.3 Décharges électrostatiques

Essais d'immunité par rapport aux perturbations électrostatiques:

- 1) décharges électrostatiques (DES).

It can be noted from this that the compatibility level should not be considered as a definite disturbance level but more as a conventional reference value on which the coordination between disturbance level and the immunity/test level can be based.

5 List of Immunity tests

Based on the general frame-work outlined in A.1.3, where these tests are briefly described, the following tests are considered to be adequate in order to cover the whole field of disturbances.

5.1 Low-frequency disturbances

Immunity tests concerning conducted low-frequency disturbances in low-voltage power supply networks:

- 1) harmonics;
- 2) interharmonics;
- 3) mains signalling systems (from 100 Hz to 150 [450] kHz);
- 4) voltage fluctuations;
- 5) voltage dips and short interruptions;
- 6) three-phase voltage unbalance;
- 7) power frequency variations;
- 8) d.c. component in a.c. networks.

5.2 Conducted transients and high-frequency disturbances

Immunity tests concerning conducted transients and HF-disturbances:

- 1) 100/1 300 μ s voltage surges (fuse blowing);
- 2) 1,2/50 μ s (voltage) – 8/20 μ s (current) surges;
- 3) fast transients voltage bursts ($n \times 5/50$ ns);
- 4) ring waves (0,5 μ s/100 kHz);
- 5) damped oscillatory waves (0,1 and 1 MHz);
- 6) HF induced voltages (0,01 to 1 MHz);
- 7) conducted radio frequency disturbances;
- 8) 10/700 μ s voltage surges.

5.3 Electrostatic discharges

Immunity tests concerning electrostatic disturbances:

- 1) electrostatic discharges (ESD).

5.4 *Perturbations magnétiques*

Essais d'immunité par rapport aux perturbations magnétiques:

- 1) champ magnétique à la fréquence secteur;
- 2) champ magnétique impulsif;
- 3) champ magnétique oscillatoire amorti.

5.5 *Perturbations électromagnétiques*

Essais d'immunité par rapport aux perturbations électromagnétiques:

- 1) champ électromagnétique rayonné.

5.6 *Autres essais d'immunité*

- 1) tension à la fréquence secteur dans les lignes de commande et de signal;
- 2) tension continue dans les lignes de commande et de signal.

6 *Conditions d'environnement*

Le choix des essais et des niveaux de sévérité adéquats pour un produit déterminé dépend généralement des conditions d'environnement. Dans le contexte de cet article, les «conditions d'environnement» incluent l'environnement électromagnétique et les conditions d'installation. Du fait de la diversité de ces influences, il est nécessaire de définir des conditions d'environnement spécifiques pour chaque groupe de perturbations.

Perturbations basse fréquence dans le réseau d'alimentation basse tension

On considère trois types d'environnement:

- réseaux de distribution publics BT avec un niveau de perturbations relativement bas;
- réseaux de distribution industriels BT avec un niveau de perturbations relativement élevé;
- réseaux BT dans les centrales électriques.

Transitoires et perturbations HF

Le niveau des perturbations de ce type dépend:

- des sources de perturbations électromagnétiques;
- des conditions d'installation comme le blindage, la mise à la terre, la protection contre les surtensions, etc.

Décharges électrostatiques

Les conditions d'environnement dépendent essentiellement des conditions d'installation (particulièrement type de plancher) et des conditions climatiques (humidité de l'air). Quatre classes d'environnement ont été définies: elles sont indiquées dans la courte description de l'essai aux décharges électrostatiques de A.3.1 de l'annexe A.

5.4 *Magnetic disturbances*

Immunity tests concerning magnetic disturbances:

- 1) power frequency magnetic field;
- 2) pulse magnetic field;
- 3) damped oscillatory magnetic field.

5.5 *Electromagnetic disturbances*

Immunity tests concerning electromagnetic disturbances:

- 1) radiated electromagnetic field.

5.6 *Other immunity tests*

- 1) power frequency voltage on control and signal lines;
- 2) d.c. voltage on control and signal lines.

6 *Environmental conditions*

The selection of relevant tests and severity levels for a particular product generally depends on the environmental conditions. In the context of this clause "environmental conditions" include the electromagnetic environment and the conditions of installation. Because of the diversity of these influences, it is necessary to define specific environmental conditions for each group of disturbances.

Low-frequency disturbances in the power low-voltage supply network

Three types of environment are considered:

- public LV-distribution networks with a comparatively low level of disturbances;
- industrial LV-distribution networks with a comparatively high level of disturbances;
- LV networks in electricity stations.

Transients and high-frequency disturbances

The level of disturbances of this type depends:

- on the sources of electromagnetic disturbances;
- on the installation conditions such as shielding, earthing, overvoltage protection, etc.

Electrostatic discharges

The environmental conditions depend essentially on the installation conditions (particularly the type of floor) and on climatic conditions (air humidity). Four environmental classes have been defined, which are indicated in the short description of the electrostatic discharge test in A.3.1 of annex A.

Perturbations magnétiques

Le champ magnétique qui exerce son influence dépend du courant qui circule dans les conducteurs à proximité du matériel, de la distance qui les sépare et de la présence de matériaux magnétiques avoisinants. Une distinction peut être faite entre le matériel destiné à des réseaux de distribution BT et celui destiné à des stations électriques.

Une spécification en plusieurs classes différentes est à l'étude.

Perturbations électromagnétiques rayonnées

Le champ électromagnétique rayonné dépend de la puissance de l'émetteur et de sa distance par rapport au matériel. On considère que les brouillages dus à des émetteurs-récepteurs portatifs demandent une attention particulière. Quatre classes ont été définies: elles sont indiquées dans la courte description de l'essai au champ électromagnétique rayonné en A.5.1 de l'annexe A.

7 Guide pour le choix des essais d'immunité

Les essais d'immunité peuvent être appliqués à un matériel:

- pour des essais de conception pendant le développement;
- pour des essais de type;
- pour des essais d'acceptation.

Un matériel doit être soumis à tous les essais nécessaires pour assurer la fiabilité requise mais, pour des raisons évidentes, le nombre d'essais doit être limité à un minimum raisonnable. Il est acceptable que le nombre d'essais pour l'essai d'acceptation d'un lot de production en cours puisse être réduit par rapport aux essais de type.

Le choix de l'essai d'immunité à appliquer à un matériel particulier dépend de nombreux facteurs, principalement:

- genres de perturbations affectant l'appareil;
- conditions d'environnement;
- fiabilité et comportement requis;
- contraintes économiques.

Eu égard à la variété de matériel et de conditions d'environnement à prendre en considération, il est difficile d'indiquer des règles exactes concernant le choix des essais d'immunité. Ce choix est essentiellement de la responsabilité du comité produit concerné ou il convient qu'il soit fixé par accord entre fabricant et utilisateur. Le tableau 1 peut servir de guide.

Magnetic disturbances

The influencing magnetic field depends on the current flowing through the conductors in the vicinity of the equipment and the distance between them and the presence of neighbouring magnetic materials. A distinction can be made between equipment intended for LV distribution networks or for electricity stations.

A specification of different classes is under consideration.

Radiated electromagnetic field disturbances

The influencing electromagnetic field depends on the power of the transmitter and its distance from the equipment. The interferences due to hand-held transceivers are considered as being of particular concern. Four classes have been defined, which are indicated in the short description of the radiated electromagnetic test, in A.5.1 of annex A.

7 Guidance for the selection of immunity tests

Immunity tests can be applied to an equipment:

- for design tests during development;
- for type tests;
- for acceptance tests.

An equipment has to be subjected to all the tests necessary to provide the required reliability but, for obvious reasons, the number of tests has to be limited to a reasonable minimum. It is acceptable that the number of tests for acceptance production testing is reduced in comparison with type tests.

The selection of the immunity test to be applied to a particular equipment depends on numerous factors, mainly:

- kinds of disturbances affecting the equipment;
- environmental conditions;
- required reliability and behaviour;
- economic constraints.

With regard to the variety of equipment and environmental conditions to be considered, it is difficult to indicate exact rules concerning the selection of immunity tests. This selection is mainly the responsibility of the product committee concerned or should be fixed by agreement between manufacturer and user. Table 1 can serve as a guideline.

Dans ce tableau, on a distingué trois types de lieux d'installation en relation avec l'environnement:

- a) matériel pour installation sur réseau public de distribution BT:
 - pour des applications privées (applications domestiques et commerciales) qui peuvent avoir le niveau le plus faible d'exigence;
 - pour des applications de service public qui, eu égard à leurs fonctions particulières et aux longues périodes de fonctionnement sans surveillance, peuvent avoir des exigences plus élevées que la classe précédente.
- b) matériel pour installation sur réseaux industriels BT et sur réseaux industriels de commande, où l'on peut s'attendre à des perturbations élevées;
- c) matériel pour installation dans des centrales électriques, (par exemple postes de transformation HT/MT,) où du fait des phénomènes particuliers de commutation et des défauts qui s'y produisent, il y a des effets spécifiques et très importants.

Les lieux d'installation particulièrement bien protégés pour les matériels de traitement de l'information (par exemple salles de calculateurs, salles de commande etc.) et pour le matériel médical ne figurent pas dans ce tableau. Il convient de les considérer comme des lieux d'installation spéciaux, caractérisés par leurs conditions d'installation, et par une sélection spécifique d'essais et de niveaux de sévérité.

8 Choix des niveaux de sévérité

Pour la plupart des essais, plusieurs niveaux de sévérité d'essai sont proposés. Du fait de la grande variété de matériel, des exigences différentes pour ces matériels variés et de la diversité des conditions d'environnement, il n'est pas possible d'établir des critères précis quant au choix du niveau d'essai dans chaque cas particulier. Cependant, les facteurs les plus importants indiqués ci-après peuvent servir de ligne de conduite:

- le taux de fiabilité requis par l'utilisateur dans des conditions d'environnement spécifiées;
- les conditions d'environnement, qui indiquent les niveaux des perturbations;
- les contraintes économiques: le choix de valeurs d'essai extrêmes pourrait rendre le produit non économique;
- le fait que d'une manière générale, ces facteurs ne peuvent pas être considérés indépendamment les uns des autres. Ils jouent un rôle ensemble et peuvent même réagir les uns contre les autres, par exemple des exigences très élevées de fiabilité contre des contraintes économiques.

Le choix de niveaux d'essai appropriés est du ressort du comité de produit concerné ou est sujet à un accord entre fabricants et utilisateurs; dans tous les cas, l'optimum technico-économique est à prendre en considération.

Les tableaux de l'annexe A donnent une vue d'ensemble des niveaux de sévérité recommandés pour les différents essais.

In this table three kinds of environment related to location are differentiated:

- a) equipment for installation in the public LV distribution network:
 - either for private applications (household and commercial applications) which may have the lowest level of requirements;
 - or of utilities applications which, with regard to their particular functions and the long periods of operation without supervision, may have higher requirements to fulfil than the former class.
- b) equipment for installation in industrial LV power networks and in industrial control networks, where high disturbances may be expected;
- c) equipment for installation in electricity plants (e.g. HV/MV transformer substations) where, due to the special switching and fault phenomena, specific and extreme effects occur.

Particularly well-protected locations for information processing equipment (e.g. computer rooms, control rooms, etc.) and medical equipment have not been included in this table. They should be considered as special locations, characterized by their installation conditions, and by a specific selection of tests and severity levels.

8 Selection of severity levels

For most of the tests, several severity test levels are proposed. Because of the great variety of equipment, the different requirements for these various equipments and the diversity of the environmental conditions, it is not possible to establish precise criteria for the choice of the test level in each particular case. However the following most important factors can serve as guidelines:

- the degree of reliability required by the user under specified environmental conditions;
- the environmental conditions, which indicate the levels of the disturbances;
- the economical constraints: the selection of extreme test values could render the product uneconomical;
- the fact that these factors cannot generally be considered independantly of each other. They play a role together and may even react against each other, for example very high reliability requirements against economical constraints.

The selection of appropriate test levels is the task of the relevant product committee or is subject to an agreement between manufacturers and users; in all cases the technical-economical optimum is to be considered.

Tables in annex A give a survey of the recommended severity levels for the various tests.

9 Evaluation des résultats d'essais

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

L'évaluation des résultats d'essais sera classée selon les conditions d'exploitation et les spécifications fonctionnelles du matériel essayé, comme indiqué ci-dessous, à moins que des spécifications différentes soient fournies par les comités de produits ou les spécifications de produit:

- 1) comportement normal dans les limites de la spécification;
- 2) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement auto-récupérable;
- 3) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou une remise à zéro du système;
- 4) dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie du matériel (composants) ou du logiciel, ou d'une perte de données.

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

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

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

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

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

9 Evaluation of test results

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

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

- 1) Normal performance within the specification limits;
- 2) Temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable;
- 3) Temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset;
- 4) Degradation or loss of function which is not recoverable due to damage of equipment (components) or software, or loss of data.

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

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

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

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

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

Tableau 1 – Guide pour le choix des essais d'immunité

ESSAIS	LOCALISATION DE L'ÉQUIPEMENT					
	Réseaux publics y compris domestique bureau et applications similaires		Installations industrielles et usines électriques		Stations à moyenne et haute tension	
	Alimentation	Commande et signaux	Alimentation	Commande et signaux	Alimentation	Commande et signaux
A.1.1 Harmoniques	***		***		***	
A.1.2 Interharmoniques	**		**		**	
A.1.3 Signaux sur le secteur	**		***		***	
A.1.4 Fluctuations de tension	***		***		***	
A.1.5 Creux de tension et coupures brèves	***		***		***	
A.1.6 Déséquilibre	*		*		*	
A.1.7 Variations de la fréquence	*		*		*	
A.1.8 c.c. dans les réseaux c.a.						
A.2.1 Onde de choc 100/1 300 µs	**		**		**	
A.2.2 Onde de choc 1,2/50 - 80/20 µs	***		***		***	
A.2.3 Transitoires rapides en salves	***		***		***	
A.2.4 Onde sinusoïdale amortie	**		**		**	
A.2.5 Ondes oscillatoires amorties	***		***		***	
A.2.6 Tensions HF induites	*		*		*	
A.2.7 Perturbations conduites RF						
A.2.8 Onde de choc 10/700 µs (lignes de tensions de choc)	**		**		**	
A.3.1 Décharges électrostatiques	***		***		***	
A.4.1 Champ magnétique à la fréquence secteur	**		**		**	
A.4.2 Champ magnétique impulsif	*		*		*	
A.4.3 Champ magnétique oscillatoire amorti						
A.5.1 Champ électromagnétique rayonné	**		**		**	
A.6.1 Tension à la fréquence secteur dans les lignes de commandes et de signal		*	***		***	
A.6.2 Tension continue dans les lignes de commande et de signal			*		*	

Remarques

a) Types d'équipement

- Réseaux publics: Equipement BT pour distributeurs tels que les moteurs électriques
- Privé et bureau: Equipement BT pour utilisation privée, comme régulateurs de chauffage, machines à laver, machines de bureau, etc.
- Installations industrielles et usines électriques: Equipement BT pour réseaux fortement perturbés.
- Postes MT et HT: Equipement BT à proximité d'équipement HT

b) Abréviations et notes

- *** : Recommandé
 - ** : Possible
 - * : Dans des cas spéciaux
 - Blanc: Non applicable
- 1) Principalement applicable à des équipements exposés à la foudre (extérieur)
 - 2) Principalement applicable à des équipements exposés à la foudre (intérieur)
 - 3) Recommandé pour poste HT: peut ne pas être nécessaire pour poste MT

c) Le choix:

- de l'essai applicable;
 - du niveau de sévérité;
- est de la responsabilité du comité de produit concerné ou est à fixer par accord entre utilisateur et fabricant

Le présent tableau peut servir de guide pour le choix des essais

Table 1 – Guidance for selection of immunity tests

TESTS	EQUIPMENT LOCATION					
	Public networks including household, office and similar applications		Industrial installations and power plants		Medium-voltage and high-voltage stations	
	Power supply	Control and signal	Power supply	Control and signal	Power supply	Control and signal
A.1.1 Harmonics	***		***		***	
A.1.2 Interharmonics	**		**		**	
A.1.3 Signal voltages	**		**		**	
A.1.4 Voltage fluctuations	**		***		***	
A.1.5 Voltage dips and short interruptions	***		***		***	
A.1.6 Unbalance	*		*		*	
A.1.7 Power frequency variations	*		*		*	
A.1.8 D.C. in a.c. networks.	Under consideration	Under consideration	Under consideration	Under consideration	Under consideration	Under consideration
A.2.1 100/1 300 µs surge	**		**	** 1)	**	** 1)
A.2.2 1,2/50 - 80/20 µs surge	***		***	***	***	***
A.2.3 Fast transient bursts	***	***	***	***	***	***
A.2.4 Ring wave	**	*	**	** 2)	**	** 2)
A.2.5 Damped oscillatory waves					*** 3)	*** 3)
A.2.6 HF induced voltages			*	*	*	*
A.2.7 Conducted radio frequency disturbances			Under consideration	Under consideration	Under consideration	Under consideration
A.2.8 10/700 µs surge	**		***		***	***
A.3.1 Electrostatic discharges	***		***		***	
A.4.1 Power frequency magnetic field	**		**		***	
A.4.2 Pulse magnetic field	*		*		**	
A.4.3 Damped oscillatory magnetic field			*		**	
A.5.1 Radiated electromagnetic field	**		***		***	
A.6.1 Power frequency voltage on control and signal lines		*	***			***
A.6.2 D.C. voltages on control and signal lines			*			**

Remarks

a) Types of equipment

- Public networks
LV equipment for utilities like electricity motors
- Household and office:
LV equipment for private use e.g. heating regulators, washing machines, office machines, etc.
- Industrial installations and power plants:
LV equipment for strongly disturbed networks
- MV and HV stations:
LV equipment in the vicinity of HV equipment

b) Abbreviations and notes

- ***: Recommended
- ** : Possible
- * : In special cases
- Blank: Not relevant

1) Mainly applicable for equipment exposed to lightning (outdoor)

2) Mainly applicable for equipment not exposed to lightning (indoor)

3) Recommended for HV substations; for MV stations may not be necessary

c) The selection of:

- the relevant test
 - the severity level
- is the responsibility of the concerned product committee or is to be fixed by agreement between user and manufacturer

This table gives guidance in the selection of tests

Annexe A (informative)

Brève description des essais d'immunité

Les descriptions d'essais qui suivent sont de brefs résumés de normes CEI existantes ou de propositions d'essais de normes CEI non encore élaborées au moment de la préparation de la présente section de la CEI 1000-4. Ces brèves descriptions ont pour but de servir de guide général et seules les normes existantes ou projets de normes sont des documents obligatoires.

Pour chaque essai, des références sont indiquées, mais seuls des documents publiés ou en préparation par des organismes officiels sont mentionnés. Il y a lieu de consulter ces documents pour une information plus détaillée (montage d'essai, etc.).

Les descriptions d'essais concernant les perturbations basse fréquence ne concernent que les systèmes 50/60 Hz. En ce qui concerne les essais relatifs aux systèmes utilisant d'autres fréquences – par exemple les réseaux à 16 Hz 2/3 des chemins de fer – les essais devront être adaptés de manière adéquate.

Un résumé des différents essais et des niveaux de sévérité possibles est donné dans les tableaux A.1a à A.1f.

Annex A

(informative)

Short description of immunity tests

The following test descriptions are short summaries of existing IEC standards or proposals for IEC standard tests not yet formally defined at the time of the preparation of this section of IEC 1000-4. These short descriptions are intended as general guidance and only the actual standards or draft standards are binding documents.

References are indicated for each test but only documents issued or under consideration by official bodies are mentioned. These documents should be consulted for more comprehensive information (test set-up, etc.).

The descriptions of tests concerning low-frequency disturbances are related only to 50/60 Hz systems. As for tests related to systems with other frequencies – for example 16 2/3 Hz railway networks – the tests have to be adapted accordingly.

A summary of different tests and possible severity levels are given in tables A.1a to A.1f.

Tableau A.1 – Guide pour le choix des niveaux de sévérité

Tableau A.1a – Perturbations liées à la fréquence réseau

Essai	Niveau	Valeurs d'essai	Alimen- tation	Application signaux de cde
A.1.1 A.1.2 A.1.3	Harmoniques Interharmoniques Signaux sur le secteur	– Niveaux de compatibilité x Facteur d'immunité (c'est-à-dire 1/2 ... 2,0)	x	x
A.1.4	Fluctuations de tension	– Echelon de tension: $\Delta U = \pm 8\%$ pour réseaux publics $\Delta U = \pm 12\%$ pour réseaux industriels	x	x
A.1.5	Creux de tension et coupures brèves	– Creux des tensions de: $\Delta U_1 = 30\%$ de U_n $\Delta U_2 = 60\%$ de U_n – Interruptions brèves • $\Delta U = 100\%$	x	x
A.1.6	Déséquilibre de tension	– Facteur de déséquilibre $\tau_i = 2\%$ $\tau_i = \frac{\text{tension inverse}}{\text{tension directe}}$	x	x
A.1.7	Variation de la fréquence secteur	– normalement: $+2\% \dots -2\%$ – dans des cas spéciaux: $+4\% \dots -6\%$	x	x
A.1.8	c.c. dans les réseaux c.a.	(A l'étude)	x	x

Tableau A.1b – Transitoires et perturbations HF conduites

Essai	Niveau	Valeurs d'essai	Alimen- tation	Application signaux de cde
A.2.1	Onde de choc de tension 100/1 300 μ s	$1,3 \times U_n$ 425 V pour 230 V 735 V pour 400 V	x	x
A.2.2	Onde de choc tension- courant 1,2/50 μ s – 8/20 μ s	tension circuit ouvert: 0,5 kVc 1,0 2,0 4,0 sujet à accord courant de circuit: a) alimentation MC: Z = 12 Ω MD: Z = 2 Ω b) commande... MC Z = 42 Ω	x	x
A.2.3	Transitoires rapides • 5/50 ns • 5/2,5 kHz sur 15 ms • pér. de rafales 300 ms	tension circuit ouvert: 0,5 kVc 1,0 2,0 4,0 sujet à accord – circuit d'all. pleines valeurs – cir. commande valeurs	x	x
A.2.4	Onde sinusoïdale amortie 0,5 μ s/100 kHz	tension circuit ouvert: 0,5 kVc 1,0 2,0 4,0 sujet à accord – MC pleines valeurs – MD 1/2 valeurs	x	x
A.2.5	Onde oscillatoire amortie • 0,1 MHz et/ou 1 MHz • fréq. de répétition 40 ou 400 Hz	tension circuit ouvert: 0,5 kVc 1,0 2,0 4,0 sujet à accord – MC: pleines valeurs – MD: 1/2 valeurs	x	x
A.2.6	Tension haute fréquence induite 1 kHz ... 1 MHz	tension circuit ouvert: 0,5 kVc 1,0 2,0 4,0 sujet à accord	x	x
A.2.7	Perturbation conduite RF	(A l'étude)	systèmes	
A.2.8	Onde de choc 10/700 μ s	tension circuit ouvert 1 kVc	lignes/télécom	

Table A.1 – Guidance for selection of severity levels

Table A.1a – Networks frequency related disturbances

Test	Level	Test values	Application power supply	control signal
A.1.1 A.1.2 A.1.3 Harmonics Interharmonics Signal voltages		– Compatibility levels x Immunity factor (i.e. 1,2 ... 2,0)	x x x	
A.1.4 Voltage fluctuations		– Voltage steps of: $\Delta U = \pm 8\%$ for public networks $\Delta U = \pm 12\%$ for industrial networks	x	
A.1.5 Voltage dips and short interruptions		– Voltage dips of: $\Delta U_1 = 30\%$ of U_n $\Delta U_2 = 60\%$ of U_n – Short interruptions • $\Delta U = 100\%$	x	
A.1.6 Voltage unbalance		– Unbalance factor $\tau_i = 2\%$ $\tau_i = \frac{\text{negative sequence voltage}}{\text{positive sequence voltage}}$	x	
A.1.7 Power frequency variations		– normally: $+2\% \dots -2\%$ – in special cases: $+4\% \dots -6\%$	x	
A.1.8 D.C. in a.c. networks		(Under consideration)	x	

Table A.1b – Conducted transient and HF disturbances

Test	Level	Test values	Application power supply	control signal
A.2.1 100/1 300 μ s voltage surge		$1,3 \times U_n$ 425 V for 230 V 735 V for 400 V	x	
A.2.2 1,2/50 μ s – 8/20 μ s voltage – current surge	1 2 3 4 (x)	open circuit voltage: 0,5 kVp 1,0 2,0 4,0 subject to agreement short circuit current: a) power supply CM: $Z = 12\ \Omega$ DM: $Z = 2\ \Omega$ b) control signal CM: $Z = 42\ \Omega$	x	x
A.2.3 Fast transient bursts • 5/50 ns • 5/2,5 kHz over 15 ms • bursts period 300 ms	1 2 3 4 (x)	open circuit voltage: 0,5 kVp 1,0 2,0 4,0 subject to agreement – power supply full values – control signal: half values	x	x
A.2.4 Ring wave test 0,5 μ s/100 kHz	1 2 3 4 (x)	open circuit voltage: 0,5 kVp 1,0 2,0 4,0 subject to agreement – CM: full values – DM half values	x	
A.2.5 Damped oscillatory wave • 0,1 MHz and/or 1 MHz • repetition rate 40 or 400 Hz	1 2 3 4 (x)	open circuit voltage: 0,5 kVp 1,0 2,2/5 subject to agreement – CM: full values – DM: half values	x	x
A.2.6 HF induced voltage 1 kHz ... 1 MHz	1 2 3 4 (x)	subject to agreement (Under consideration)	x	
A.2.7 Conducted RF disturbance				systems
A.2.8 10/700 μ s voltage surge		Open circuit voltage 1 kVp		Telecom/lines

Tableau A.1c Perturbations électrostatiques

Essai	Niveau	Valeurs d'essai contact air	Application
A.3.1	1 2 3 4	2 kV 4 6 8 15	Appareils et systèmes

Tableau A.1e Perturbations électromagnétiques

Essai	Niveau	Valeurs d'essai	Application
A.5.1	1 2 3 (x)	1 V/m 3 10 sujet à accord	Appareils et systèmes

Tableau A.1d Perturbations magnétiques

Essai	Niveau	Valeurs d'essai	Application
A.4.1	1 2 3 4 5 (x)	Permanent 1 A/m 3 10 30 100 1 000 sujet à accord	Appareils et armoires
A.4.2	1 2 3 4 5 (x)	 100 A/m 300 1 000 sujet à accord	Appareils et armoires
A.4.3	1 2 3 4 5 (x)	 10 A/m 30 100 sujet à accord	Appareils et armoires

Tableau A.1f Essais divers

Essai	Niveau	Valeurs d'essai	Application
A.6.1		Tension à fréquence secteur dans les lignes de commande et de signal	A l'étude
A.6.2		Tension c.c. dans les lignes de commande et de signal	A l'étude

MC = mode commun (phase-terre)
MD = mode différentiel (phase-phase)

Table A.1c Electrostatic disturbances

Test	Level	Test values	Application
A.3.1 Electrostatic discharges		contact	air
	1	2 kV	2
	2	4	4
	3	6	8
	4	8	15
			Apparatus and systems

Table A.1e Electromagnetic disturbances

Test	Level	Test values	Application
A.5.1 Radiated electromagnetic field		26 MHz to 1 000 MHz	
	1	1 V/m	Apparatus and systems
	2	3	
	3	10	
	(x)	subject to agreement	

Table A.1d Magnetic disturbances

Test	Level	Test values	Application
A.4.1 Power frequency magnetic field continuous or pulses		Continuous	Apparatus and cubicles
	1	1 A/m	
	2	3	
	3	10	
	4	30	
	5	100	
	(x)	1 000 subject to agreement	
A.4.2 Pulse magnetic field		1 ... 3 s pulses	Apparatus and cubicles
	1	100 A/m	
	2	300	
	3	100 A/m	
	4	300	
	5	1 000	
	(x)	subject to agreement	
A.4.3 Damped oscillatory magnetic field • 0,1 and 1 MHz • repetition rate 40 or 400 Hz		10 A/m	Apparatus and cubicles
	1	30	
	2	100	
	3	subject to agreement	
	4		
	5		
	(x)	subject to agreement	

Table A.1f Various tests

Test	Level	Test values	Application
A.6.1 Power frequency voltage on control and signal lines			Under consideration
A.6.2 D.C. voltage on control and signal lines			Under consideration

CM = common mode (line to ground)
DM = differential mode (line to line)

A.1 Essais d'immunité: perturbations basse fréquence

A.1.1 Harmoniques (essai provisoire)

A.1.1.1 Références

Voir CEI 1000-2-1, CEI 1000-2-2 et futures publications de la série CEI 1000.

A.1.1.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de cet essai est l'investigation des effets des harmoniques dans les réseaux d'alimentation basse tension sur des matériels qui pourraient être sensibles à de telles fréquences. Ces effets peuvent être de deux sortes:

- un effet à court terme quasi instantané, qui peut aller d'un mauvais fonctionnement occasionnel jusqu'à une avarie d'un composant électronique.
- un effet à long terme tel qu'un échauffement excessif.

Les essais s'appliquent à tous les types de matériel prévus pour les réseaux publics de distribution basse tension, les réseaux industriels et les postes.

A.1.1.3 Caractéristiques de la tension d'essai

La tension d'essai se compose d'une ou d'une combinaison de plusieurs ondes sinusoïdales continues superposées à la tension secteur.

Généralement, il est suffisant de ne prendre en considération que les harmoniques jusqu'au 40^e rang, (2 000 Hz à 50 Hz, 2 400 Hz à 60 Hz).

A.1.1.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

Trois montages sont possibles, suivant la puissance 50/60 Hz requise:

- a) pour les petites puissances, on pourra utiliser un amplificateur fournissant l'énergie 50/60 Hz et les harmoniques (voir figure A.1);
- b) pour les puissances plus élevées, on pourra utiliser un circuit d'injection série dans lequel le secteur fournit l'énergie 50/60 Hz et dans lequel l'amplificateur ne délivre que les harmoniques – voir figure A.2 (ce montage pourra être triplé pour les matériels triphasés);
- c) pour les fréquences élevées, un montage utilisant une injection parallèle et un filtre amont suivant la figure A.3 est également possible.

Si la relation de phase entre l'harmonique et la tension à la fréquence secteur joue un rôle, il faut utiliser un système permettant de faire varier l'angle de phase, soit un variateur de phase réglable soit une source d'harmoniques dont la fréquence dévie légèrement de la fréquence harmonique exacte en produisant une variation continue de phase.

NOTE - Pour des essais de longue durée et/ou pour des puissances élevées, lorsque l'on ne dispose pas d'un générateur d'harmoniques de puissance suffisante, on pourra dans certains cas utiliser une tension équivalente à la fréquence secteur d'une valeur de:

$$U'_n = [U_n^2 + \sum \alpha_h \times U_h^2]^{1/2}$$

(où α_h sont des facteurs à définir par le comité de produit concerné).

A.1 Immunity tests: low-frequency disturbances

A.1.1 Harmonics (provisional test)

A.1.1.1 References

See IEC 1000-2-1, IEC 1000-2-2 and future publications in the IEC 1000 series.

A.1.1.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to investigate the effects of harmonics in low-voltage supply networks on equipment that could be sensitive to such frequencies. These effects can be of two types:

- a short quasi-instantaneous effect, which may range from an occasional malfunctioning up to damage of an electronic component.
- a long-term effect such as excessive heating.

The tests apply to all types of equipment intended for low-voltage public distribution networks, industrial networks and electricity substations.

A.1.1.3 Test voltage characteristics

The test voltage consists of one or a combination of several continuous sine-waves superimposed on the power supply voltage.

Generally it is sufficient to consider only the harmonics up to the 40th rank (2 000 Hz at 50 Hz, 2 400 Hz at 60 Hz).

A.1.1.4 Test equipment/Test generator

Three arrangements are possible, depending on the 50/60 Hz power requirement:

- a) for small power ratings, use can be made of an amplifier supplying the 50/60 Hz power and the harmonics (see figure A.1);
- b) for higher power ratings, use can be made of a series injection circuit where the mains supplies the 50/60 Hz power and the amplifier delivers only the harmonics – see figure A.2 (this arrangement can be trebled for three-phase equipment);
- c) for high frequencies, an arrangement with a parallel injection circuit and a back filter according to figure A.3, is also possible.

If the phase angle relationship of the harmonic to the power frequency voltage plays a role, means shall be provided to vary the phase angle, by using either a variable phase shifter or a harmonic source with a frequency deviating slightly from the exact harmonic frequency and producing a continuous phase variation.

NOTE - For long-duration tests and/or high power ratings when no harmonic generator of sufficient power is available, in certain cases use can be made of an equivalent power frequency voltage with a value of:

$$U_n = [U_n^2 + \sum \alpha_h \times U_h^2]^{1/2}$$

(where α_h are factors to be defined by the relevant product committee).

A.1.1.5 Niveaux de sévérité recommandés

Les niveaux de sévérité d'essai peuvent être basés sur les niveaux de compatibilité concernant les tensions harmoniques, augmentés d'un facteur à spécifier par le comité de produit concerné. Le tableau A.1.1 indique le niveau de compatibilité spécifié dans la CEI 1000-2-2. D'une manière générale, le facteur d'immunité sera choisi entre 1,2 et 2,0. Lorsque les essais utilisent plusieurs harmoniques en même temps, le facteur d'immunité pourra être réduit et même être inférieur à 1, parce que la probabilité pour que tous les harmoniques se présentent à la valeur maximale est très faible. Il y a lieu de prendre soin de ne pas dépasser le facteur global de distorsion admissible.

A.1.1.6 Remarques concernant la procédure d'essai

Les harmoniques à prendre en considération dépendent des caractéristiques de l'EST:

- si l'EST est un dispositif sélectif en fréquence (par exemple un récepteur de télécommande centralisée), l'essai peut être effectué aux seuls harmoniques perturbateurs concernés;
- si l'EST est sensible à toute la gamme d'harmoniques (condensateurs par exemple), il convient que l'essai soit théoriquement effectué avec tous les harmoniques. Cependant, cela n'est pas faisable dans la pratique et toute la gamme d'harmoniques peut être remplacée par un harmonique ou un nombre limité d'harmoniques produisant un effet perturbateur équivalent;
- dans certains cas – comme les essais de chauffage pour les machines tournantes ou les condensateurs – il convient que le niveau de chaque harmonique considéré soit pondéré selon l'influence de la fréquence.

Tableau A.1.1 Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques individuelles sur les réseaux basse tension (CEI 1000-2-2)

Harmoniques impairs non multiples de 3		Harmoniques impairs multiples de 3		Harmoniques pairs	
Rang n	U_n %	Rang n	U_n %	Rang n	U_n %
5	6,0	3	5	2	1 2,0
7	5,0	9	1,5	4	0,5 1,0
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3,0	21	0,2	8	0,5
17	2,0	> 21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,2
23	1,5			> 12	0,2
25	1,5	...			
> 25	$0,2 + 0,5 \cdot 25/n$				
Facteur global de distorsion admissible: 8 %.					

A.1.1.5 Recommended severity levels

The test severity levels can be based on the compatibility levels for harmonic voltages enhanced by a factor to be specified by the relevant product committee. Table A.1.1 indicates the compatibility level specified in IEC 1000-2-2. Usually, the immunity factor will be chosen in the range between 1,2 and 2,0. When testing with several harmonics at the same time, the immunity factor may be reduced even below 1, because of the very low probability that all the harmonics will occur with the maximum value. Care should be taken not to exceed the permissible total distortion factor.

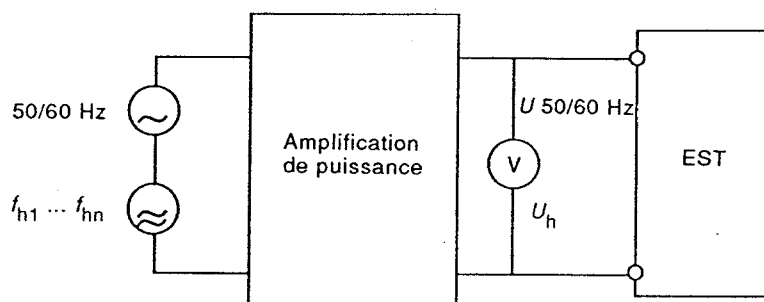
A.1.1.6 Remarks on the test procedure

The harmonics to be considered depend on the EUT characteristics:

- if the EUT is a frequency selective device (e.g. a ripple control receiver) the test can be carried out with the relevant disturbing harmonics;
- if the EUT is sensitive to the whole range of harmonics (e.g. capacitors), theoretically the test should be carried out with all the harmonics. However, this is not practicable and the whole range of harmonics can be replaced by one or a limited number of harmonics producing an equivalent disturbing effect;
- in certain cases – such as for heating tests for rotating machines or capacitors – the level of each considered harmonic should be weighted according to the influence of the frequency.

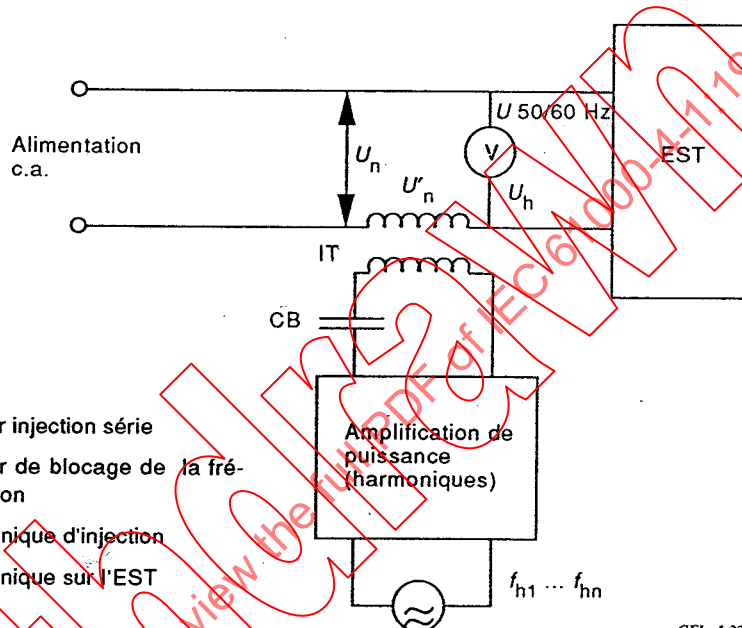
Table A.1.1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in low-voltage networks (IEC 1000-2-2)

Odd harmonics non-multiple of 3		Odd harmonics multiple of 3		Even harmonics	
Rank n	U_n %	Rank n	U_n %	Rank n	U_n %
5	6,0	3	5	2	1 2,0
7	5,0	9	1,5	4	0,5 1,0
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3,0	21	0,2	8	0,5
17	2,0	> 21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,2
23	1,5			> 12	0,2
25	1,5	...			
> 25	$0,2 + 0,5 \cdot 25/n$				
Admissible total distortion factor: 8 %.					



CEI 1 226/92

Figure A.1 – Schéma d'un équipement d'essai aux harmoniques* pour puissances nominales faibles



CEI 1 227/92

Légendes:

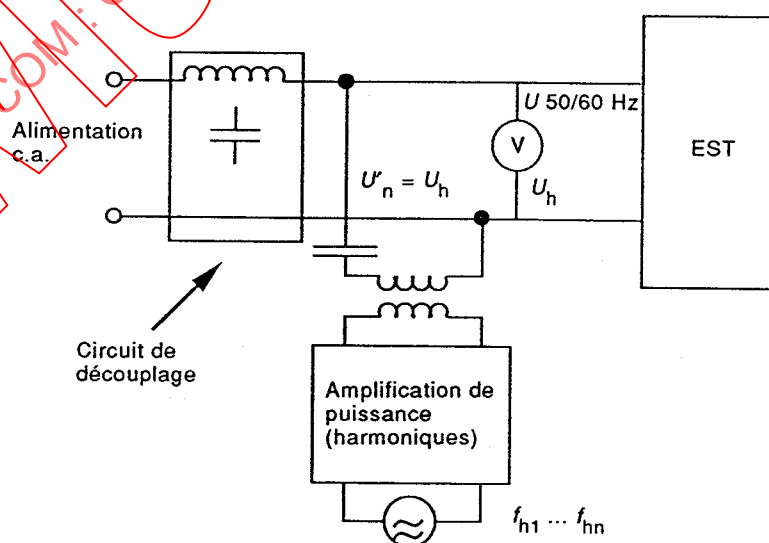
IT est le transformateur injection série

CB est le condensateur de blocage de la fréquence d'alimentation

U_n est la tension harmonique d'injection

U_h est la tension harmonique sur l'EST

Figure A.2 – Schéma d'un équipement d'essai aux harmoniques* pour puissances nominales élevées (injection série)



CEI 1 228/92

Figure A.3 – Schéma d'un équipement d'essai aux harmoniques pour hautes fréquences (injection parallèle avec circuit de découplage)

* Fondamentalement, ces schémas sont également valables pour des essais avec interharmoniques et signaux superposés

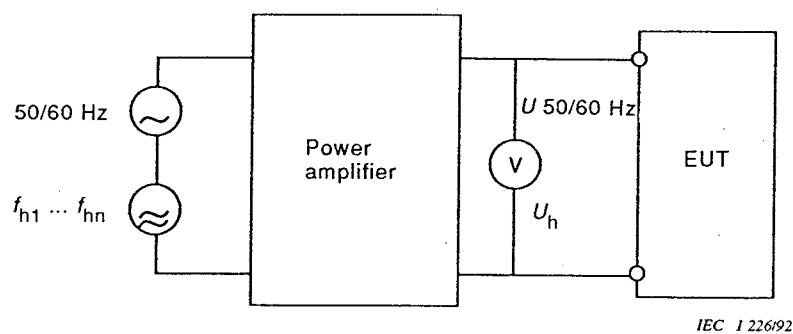


Figure A.1 – Schematic of a harmonics* test equipment for small power ratings

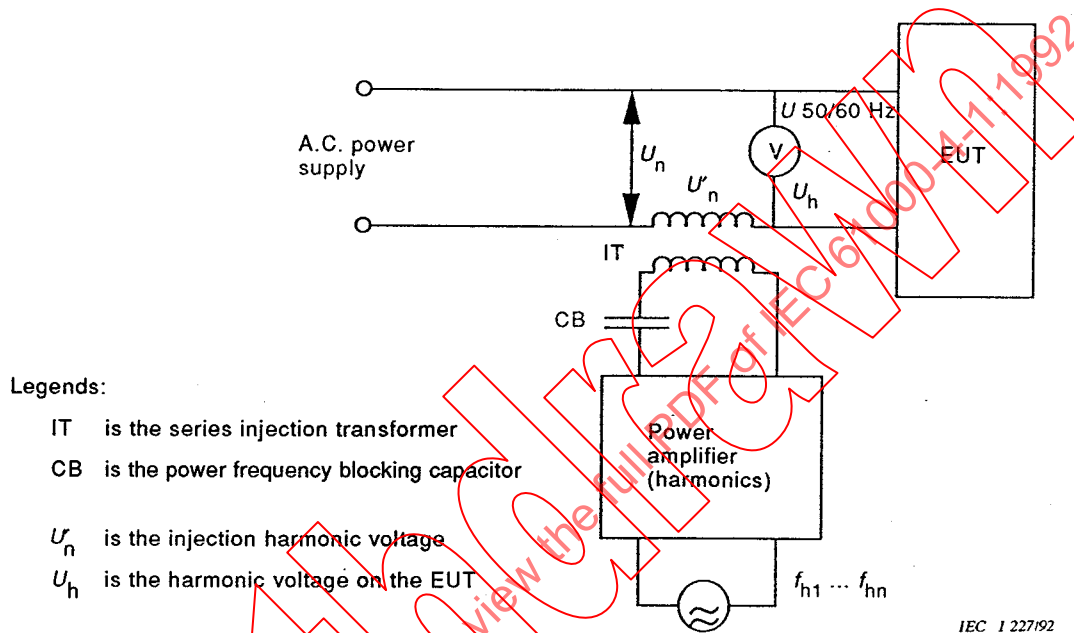


Figure A.2 – Schematic of a harmonics* test equipment for high power ratings (series injection)

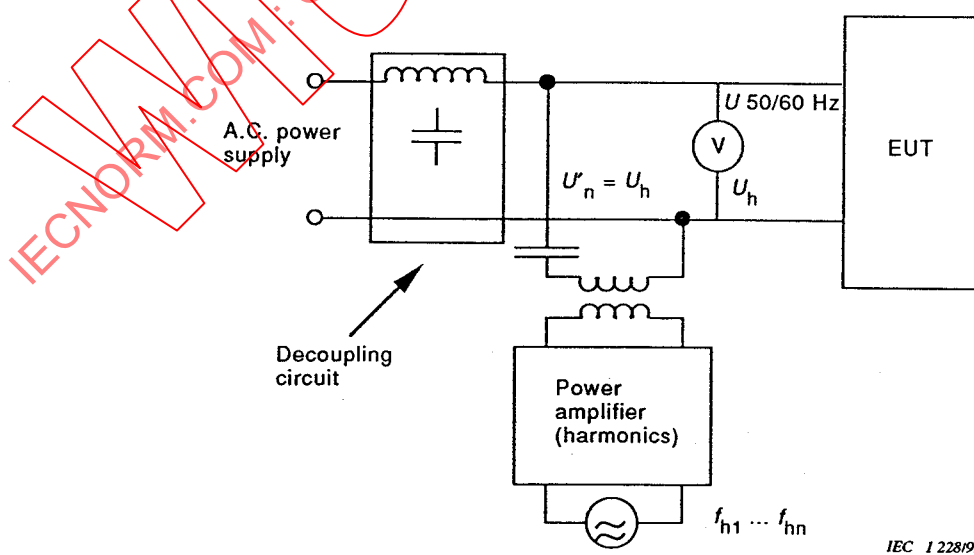


Figure A.3 – Schematic of a harmonics* test equipment for high frequencies (parallel injection with back filter)

* These schematics are also valid for tests with inter-harmonics and superimposed signals.

A.1.2 Interharmoniques (essai provisoire)

A.1.2.1 Références

Voir CEI 1000-2-1 et CEI 1000-2-2.

A.1.2.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est l'investigation de l'effet des interharmoniques existant dans les réseaux d'alimentation basse tension (tensions comprenant une fréquence entre les harmoniques) sur des matériels qui pourraient être sensibles à de telles fréquences. Il existe deux sortes de sources d'interharmoniques:

- les sources à fréquences discrètes (par exemple convertisseurs de fréquence statique, cyclo convertisseurs);
- les sources à spectre continu (par exemple fours à arc).

L'effet des interharmoniques sur des dispositifs sensibles peut être le même que celui des harmoniques: des effets à court terme pouvant éventuellement provoquer des mauvais fonctionnements ou des effets à long terme comme l'échauffement excessif.

Il convient d'appliquer un essai aux interharmoniques seulement dans des cas spéciaux comme par exemple:

- pour des matériels sélectifs en fréquence à bande étroite avec une sensibilité particulière à un interharmonique spécifique;
- pour un matériel sensible à large bande destiné à être installé dans un endroit où existe un niveau élevé d'interharmoniques (par exemple à proximité de grands fours à arc).

Pour la grande majorité des matériels, il convient que l'essai aux harmoniques soit suffisant pour couvrir les prescriptions.

A.1.2.3 Caractéristiques de la tension d'essai

Pour les fréquences interharmoniques discrètes, comme pour les harmoniques, une onde sinusoïdale continue d'amplitude appropriée est superposée à la tension secteur.

Pour les spectres continus, il y a lieu de noter qu'en pratique, dans les réseaux, de tels spectres ont une amplitude qui varie avec la fréquence – cela dépend des caractéristiques de la source et de l'impédance du réseau – et qui fluctue continuellement dans le temps. Jusqu'à présent, aucun spectre normalisé, pouvant être reproduit de manière non équivoque à des fins d'essai, n'a été défini. Jusqu'à ce qu'un tel spectre normalisé puisse être défini, il y a lieu de s'entendre cas par cas sur les caractéristiques de la tension d'essai. Il convient en particulier de se demander s'il serait possible d'utiliser une seule fréquence équivalente représentative.

A.1.2.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

Le matériel d'essai est fondamentalement le même que pour l'essai avec les harmoniques; les sources d'harmoniques sont remplacées par une source d'interharmoniques (voir figures A.1, A.2 et A.3).

A.1.2 *Interharmonics (provisional test)*

A.1.2.1 *References*

See IEC 1000-2-1 and 1000-2-2.

A.1.2.2 *Purpose of the test – Range of application*

The purpose of the test is to investigate the effects of interharmonics in the low-voltage supply networks (voltages with a frequency between the harmonics) on equipment that could be sensitive to such frequencies. There are two types of interharmonic sources:

- discrete frequencies (e.g. static frequency converters, cyclo-converters);
- continuous spectrum (e.g. arc furnaces).

The effect of interharmonics on sensitive devices can be the same as of the harmonics: either short term effects causing possibly malfunctions or long-term effects e.g. overheating.

A test for interharmonics should apply only in special cases e.g.:

- for narrowband frequency selective equipment with a particular sensitivity to a specific interharmonic;
- for broadband sensitive equipment aimed to be installed in a location with a high interharmonic level (e.g. in the vicinity of large arc furnaces).

For the great majority of equipment, the test with harmonics should be sufficient to cover the requirements.

A.1.2.3 *Test voltage characteristics*

For discrete interharmonic frequencies, as for the harmonics, a continuous sine-wave of appropriate magnitude is superimposed on the power supply voltage.

For continuous spectra, it should be noted that, in practice, in the networks, such spectra have an amplitude varying with the frequency – depending on the source characteristics and the network impedance – and fluctuating continuously in the course of time. So far, no standard spectrum has been defined that can be reproduced unequivocally for test purposes. Until such a standard spectrum can be defined, it should be agreed from case to case on the test voltage characteristics. In particular, the possibility of using a representative equivalent single frequency should be considered.

A.1.2.4 *Test equipment/Test generator*

The test equipment is essentially the same as for the test with harmonics where the harmonic sources are replaced by a source of interharmonics (see figures A.1, A.2 and A.3).

Dans le cas d'un spectre continu, la source d'interharmoniques peut être constituée par un générateur de bruit dont le signal de sortie passe par un filtre approprié produisant la caractéristique amplitude/fréquence requise. L'attention est attirée sur le fait que les circuits d'injection série comme ceux des figures A.2 et A.3 peuvent être très dépendants de la fréquence.

A.1.2.5 Niveaux de sévérité recommandés

L'information suivante peut servir de guide pour la fixation du niveau de compatibilité.

Les fréquences interharmoniques discrètes peuvent avoir un niveau de 0,5 % de la tension U_n à la fréquence fondamentale (en l'absence de résonances), mais doivent être réduites à moins de 0,1 % de U_n dans le cas où elles pourraient perturber les systèmes de télécommande centralisée.

Les spectres continus ont généralement un niveau $\leq 0,02$ % de U_n mesurés avec une bande passante de 10 Hz. Ils ont un niveau plus élevé dans le cas de fours à arc et de matériel similaire, suivant les circonstances.

Il y a lieu de s'entendre cas par cas sur les niveaux d'essai. Ils pourront être égaux au niveau de compatibilité augmenté d'un facteur d'immunité choisi par exemple entre 1,2 et 2,0.

A.1.2.6 Remarques concernant la procédure d'essai

L'essai aux interharmoniques peut être exécuté avec ou sans les harmoniques dans – ou adjacents à – la bande de fréquences considérée.

La mesure d'interharmoniques discrets est similaire à celle des harmoniques. La mesure d'un spectre continu peut être exécutée de deux manières:

- ou bien en mesurant la valeur efficace totale dans la bande de fréquences considérée;
- ou bien en mesurant la densité spectrale en tension avec un filtre de bande ($\Delta f = 3$ Hz ou 10 Hz)

A.1.3 Signaux superposés à la tension secteur (essai provisoire)

A.1.3.1 Références

Voir CEI 1000-1 et CEI 1000-2-1

A.1.3.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est l'investigation de l'influence des signaux superposés aux réseaux d'alimentation basse tension sur des matériels qui pourraient être sensibles à de tels signaux. Quatre types de signaux sont utilisés (ou sont envisagés pour de nouveaux systèmes):

- «fréquences audio» dans la gamme 110 Hz à 2 000 Hz (télécommande centralisée);
- «fréquences moyennes» dans la gamme 3 kHz à 20 kHz (porteuses FM de lignes);
- «fréquences radio» dans la gamme 20 kHz à 150 (500) kHz (porteuses RF de lignes);
- marqueurs sur la courbe de tension secteur (systèmes de marqueurs secteurs).

In the case of a continuous spectrum, the source of interharmonics can consist of a noise generator the output of which passes through an appropriate filter producing the required amplitude versus frequency characteristic. Attention is drawn to the fact that series injection circuits like the ones in figures A.2 and A.3 may be very frequency dependant.

A.1.2.5 *Recommended severity levels*

The following information can serve as a guide for setting the compatibility level.

Discrete interharmonic the frequencies may have a level of 0,5 % of the fundamental frequency voltage U_n (in the absence of resonances) but must be reduced to less than 0,1 % of U_n when they could disturb ripple control systems.

Continuous spectra show usually a background level $\leq 0,02$ % of U_n measured with a 10 Hz bandwidth. They show a higher level in the case of arc furnaces and similar equipment, depending on the circumstances.

The test levels have to be agreed upon from case to case: they may be set as equal to the compatibility level enhanced by an immunity factor chosen for example between 1,2 and 2,0.

A.1.2.6 *Comments on the test procedure*

The test with interharmonics can be carried out with or without the harmonics inside – or adjacent to – the considered frequency band.

The measurement of discrete interharmonics is similar to that of harmonics. The measurement of a continuous spectrum can be carried out in two ways:

- either measurement of the total r.m.s value in the considered frequency band;
- or measurement of the voltage density spectrum with a band filter ($\Delta f = 3$ Hz or 10 Hz).

A.1.3 *Signal voltages (provisional test)*

A.1.3.1 *References*

See IEC 1000-1 and IEC 1000-2-1.

A.1.3.2 *Purpose of the test – Range of application*

The purpose of the test is to investigate the effect of signal voltages in the low voltage supply networks or equipment that could be sensitive to such signals. Four types of signals are in use (or under consideration for new systems):

- "audio frequencies" in the range 110 Hz to 2 000 Hz (ripple control);
- "medium frequencies" in the range 3 kHz to 20 kHz (MF-power line carriers);
- "radio frequencies" in the range 20 kHz to 150 (500) kHz (RF-power line carriers);
- mark on the mains voltage curve (mains marks systems).

Du fait que les signaux sont transmis de manière intermittente sous forme d'impulsions, il y a lieu de ne rechercher que les effets à court terme.

L'essai peut être appliqué à des matériels installés dans les réseaux publics de distribution basse tension, dans les réseaux industriels ou dans des usines électriques susceptibles d'être perturbés par des impulsions courtes.

A.1.3.3 *Caractéristiques de la tension d'essai*

Les «signaux fréquentiels» sont des ondes sinusoïdales superposées aux tensions d'alimentation secteur. Il convient que les signaux «marqueurs secteur» soient transmis avec leur forme spécifique.

A.1.3.4 *Matériel d'essai/Générateur d'essai*

Pour les «signaux fréquentiels», trois montages peuvent être envisagés:

- pour les puissances faibles de l'EST, le montage de l'amplificateur peut être le même que celui des harmoniques, l'amplificateur fournissant la puissance 50/60 Hz ainsi que le signal (voir figure A.1);
- pour les puissances élevées et pour les fréquences basses – par exemple jusqu'à 10 kHz – le même montage d'injection série que pour les harmoniques (voir figure A.2);
- pour des puissances élevées et pour des fréquences moyennes et radio, un montage utilisant une injection parallèle et un filtre amont (voir figure A.3).

Dans tous ces montages, il y a lieu d'insérer un dispositif impulsif délivrant les signaux conformément au code du système.

Pour le signal marqueur secteur, un appareil d'essai spécifique est nécessaire.

A.1.3.5 *Niveaux de sévérité recommandés*

Dans la gamme des fréquences audio jusqu'à 2 000 Hz on peut prendre les valeurs les plus élevées des niveaux de compatibilité concernant les harmoniques les plus proches de la fréquence d'essai (c'est-à-dire les harmoniques impairs non multiples de 3). Il convient que les niveaux de sévérité soient augmentés d'un facteur d'immunité approprié, c'est-à-dire 1,2 à 2,0, comme pour les harmoniques.

NOTE Dans les pays possédant une réglementation sur les niveaux maximaux autorisés de signal de télécommande (c'est-à-dire «courbe de Meister»), par accord entre utilisateur et fabricant, ces valeurs peuvent également être étudiées, après avoir été éventuellement augmentées d'un faible facteur d'immunité.

Pour les gammes de fréquences moyennes et radio, au moment où la présente section de la CEI 1000-4 est en cours d'élaboration, les niveaux de compatibilité sont à l'étude. Jusqu'à ce que des résultats définis existent, les essais d'immunité peuvent être exécutés avec le niveau maximal de signal indiqué par le fabricant du système de signalisation, augmenté d'un facteur d'immunité approprié.

En ce qui concerne les signaux marqueurs secteur, il y a lieu d'effectuer les essais avec le niveau de signal indiqué par le fabricant, augmentés d'un facteur d'immunité approprié.

As the signals are transmitted intermittently in the form of pulses, only short-term effects should be investigated.

The test may be applied to equipment installed in low-voltage public distribution networks, in industrial networks or in electricity plants susceptible to be disturbed by short time pulses.

A.1.3.3 *Test voltage characteristics*

"Frequency-signals" are sine waves superimposed on the power supply voltages. "mains marks" signals should be sent with their specific shape.

A.1.3.4 *Test equipment/Test generator*

For "frequency signals" three different arrangements may be considered:

- for low power ratings of the EUT, the same amplifier arrangement as for harmonics, with an amplifier supplying the 50/60 Hz power as well as the signal (see figure A.1);
- for high power ratings and for low frequencies – for example up to 10 kHz – the same series injection arrangement as for harmonics (see figure A.2);
- for high power ratings and for medium and radio frequencies a parallel injection arrangement with back filter (see figure A.3).

In all of these arrangements, an impulsing device giving the signals according to the system code should be inserted.

For the mains marks signal a specific test equipment is necessary.

A.1.3.5 *Recommended severity levels*

In the audio-frequency range up to 2 000 Hz, the highest values of the compatibility levels for harmonics in the neighbourhood of the signals frequency (i.e. the odd harmonics non-multiple of 3) can be used for guidance. The severity levels should be enhanced by an appropriate immunity factor, i.e. 1,2 to 2,0, as in the harmonics.

NOTE - In countries where there exists a regulation concerning the maximum allowed ripple control signal levels (i.e. the so-called "Meister curve"), by agreement between user and manufacturer, these values, possibly enhanced by a small appropriate immunity factor, can also be considered.

As for the medium and radio frequency ranges, at the time this section of 1000-4 is being prepared, the compatibility levels are under consideration. Until definite results exist, immunity tests can be carried out with the maximum signal level as indicated by the manufacturer of the signalling system enhanced by an appropriate immunity factor.

With regard to mains marks signals, tests should also be carried out with the signal level indicated by the manufacturer, enhanced by an appropriate immunity factor.

A.1.3.6 Remarques concernant la procédure d'essai

Du fait que les signaux sont codés suivant des modèles différents, on pourra vérifier si un dispositif particulier est plus sensible à des signaux codés qu'à des signaux continus.

Certains dispositifs pourraient également être sensibles à des harmoniques de la fréquence du signal; si cela peut être suspecté, il convient qu'un essai d'immunité à ces fréquences soit également envisagé.

Pour la mesure de l'amplitude du signal, il faut utiliser des instruments adaptés à la mesure des impulsions codées ou au type de signal.

A.1.4 Fluctuations de tension (essai provisoire)

A.1.4.1 Références

Voir CEI 1000-1 et CEI 1000-2-1

A.1.4.2 But de l'essai – Domaine d'application

Les fluctuations de tension sont définies comme étant des variations rapides de la tension d'alimentation comprises dans la plage normale (éventuellement contractuelle) de variation pendant le fonctionnement normal du réseau, c'est-à-dire $\pm 10 \% U_n$.

Le but de l'essai est de vérifier l'immunité des matériels qui pourraient être sensibles à des variations rapides de tension dans le réseau d'alimentation BT.

De telles fluctuations sont produites par exemple par:

- des charges importantes variant de manière continue mais aléatoire (fours à arc par exemple);
- des commutations marche/arrêt isolées de charges (moteurs par exemple);
- des changements de tension par échelons (dus aux régulateurs de tension par plots des transformateurs).

NOTE - Il convient de distinguer ces variations rapides de tension des variations lentes normales de tension dues aux charges croissant ou décroissant normalement.

Les variations rapides de tension pourraient éventuellement affecter le fonctionnement d'appareils électroniques sensibles: dispositifs électroniques de commande, calculateurs, etc.

NOTE - Il y a lieu de ne pas confondre ce type de perturbations avec l'effet de scintillement (flicker), qui est un effet physiologique dû à des fluctuations de luminance de l'éclairage.

Cet essai peut s'appliquer à tous les matériels destinés aux réseaux publics, aux réseaux industriels et aux usines électriques qui pourraient être sensibles à ce type de perturbation.

A.1.3.6 *Comments on the test procedure*

Because the signals are coded according to different patterns, it is possible to check whether a certain appliance is more susceptible to coded signals than to continuous ones.

Some devices may also be sensitive to harmonics of the signal frequency; when this can be suspected, an immunity test at these frequencies should also be considered.

For the measurement of the signal levels, instruments appropriate to the coded pulses or type of signal are to be used.

A.1.4 *Voltage fluctuations (provisional test)*

A.1.4.1 *References*

See IEC 1000-1 and IEC 1000-2-1.

A.1.4.2 *Purpose of the test – Range of application*

Voltage fluctuations are defined as fast variations of the supply voltage within the normal (possibly contractual) variation range during normal operation of the network, i.e. $\pm 10\% U_n$.

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment which may be sensitive to fast voltage fluctuations in the LV-power supply network.

Such fluctuations are produced for example by:

- continuously but randomly varying large loads (e.g. arc furnaces);
- single on/off switching of loads (e.g. motors);
- step voltage changes (due to tap voltage regulators of transformers).

NOTE - These fast voltage fluctuations are to be differentiated from the normal slow voltage variations due to the normally increasing or decreasing loads.

Fast voltage fluctuations could possibly affect the operation of sensitive electronic equipment: electronic control devices, computers, etc.

NOTE - This type of interference should not be confused with the flicker effect which is a physiological phenomenon due to luminance fluctuations of the lighting.

This test may apply to all equipment intended for public networks, industrial networks and electricity plants likely to be sensitive to this type of disturbance.

A.1.4.3 Caractéristiques de la tension d'essai

On peut admettre que les changements de tension par échelon constituent le type de fluctuation de tension le plus perturbateur.

Initialement, l'EST est en fonctionnement avec une tension secteur constante et est ensuite soumis à des variations répétitives de tension par échelon suivant la figure A.4.

A.1.4.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

Un schéma de montage possible est représenté à la figure A.5.

A.1.4.5 Niveaux de sévérité recommandés

La tension initiale est fixée à:

$$U_n \text{ (valeur assignée), } U_n + 10 \%, U_n - 10 \%$$

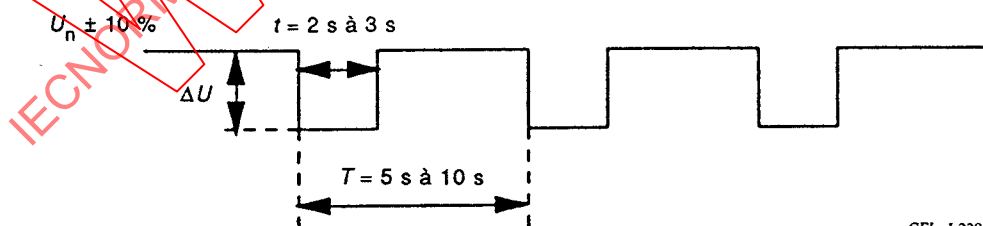
L'amplitude des échelons de tension peut être choisie comme suit:

- $\Delta U = \pm 8 \%$ de U_n pour le matériel destiné à des réseaux publics ou à des réseaux légèrement perturbés;
- $\Delta U = \pm 12 \%$ de U_n pour le matériel utilisé dans des réseaux fortement perturbés (c'est-à-dire réseaux industriels).

La période de répétition T et la durée des fluctuations de tension doivent être spécifiées; $T = 5 \text{ s à } 10 \text{ s}$, $t = 2 \text{ s à } 3 \text{ s}$ peuvent être pris à titre de guide général.

NOTE - Cependant, il ne convient pas de dépasser les limites supérieure et inférieure de tension de fonctionnement définies par le fabricant du produit.

A.1.4.6 Remarques concernant la procédure d'essai



CEI 1 229/92

Figure A.4 – Exemple d'une séquence de fluctuation de tension

A.1.4.3 Test voltage characteristics

It can be assumed that step voltage changes are the most disturbing type of voltage fluctuations.

The EUT is initially in operation at a steady mains voltage and is then subjected to repetitive step voltage changes according to figure A.4.

A.1.4.4 Test equipment/Test generator

A schematic of a possible arrangement is represented in figure A.5.

A.1.4.5 Recommended severity levels

The initial voltage is set to:

$$U_n \text{ (rated value), } U_n + 10 \%, U_n - 10 \%$$

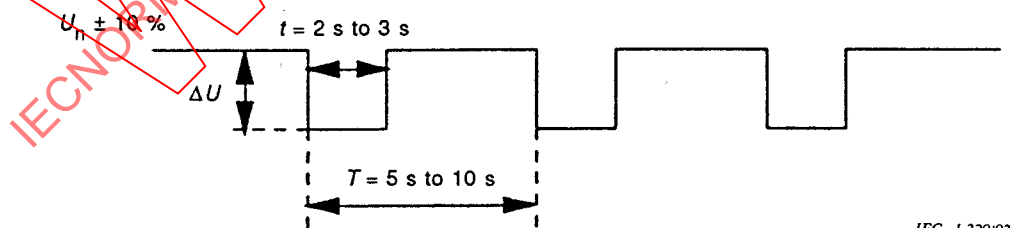
The magnitude of the voltage steps can be chosen as follows:

- $\Delta U = \pm 8 \%$ of U_n for equipment intended for public networks or other lightly disturbed networks;
- $\Delta U = \pm 12 \%$ of U_n for equipment utilized in heavily disturbed networks (i.e. industrial networks).

The repetition period T and the duration of the voltage fluctuations are to be specified; $T = 5 \text{ s to } 10 \text{ s}$, $t = 2 \text{ s to } 3 \text{ s}$ can be taken as a general guide.

NOTE - The upper and the lower voltage operation limits defined by the product manufacturer should not, however, be exceeded.

A.1.4.6 Comments on the test procedure



IEC 1229/92

Figure A.4 – Example of a voltage fluctuation sequence

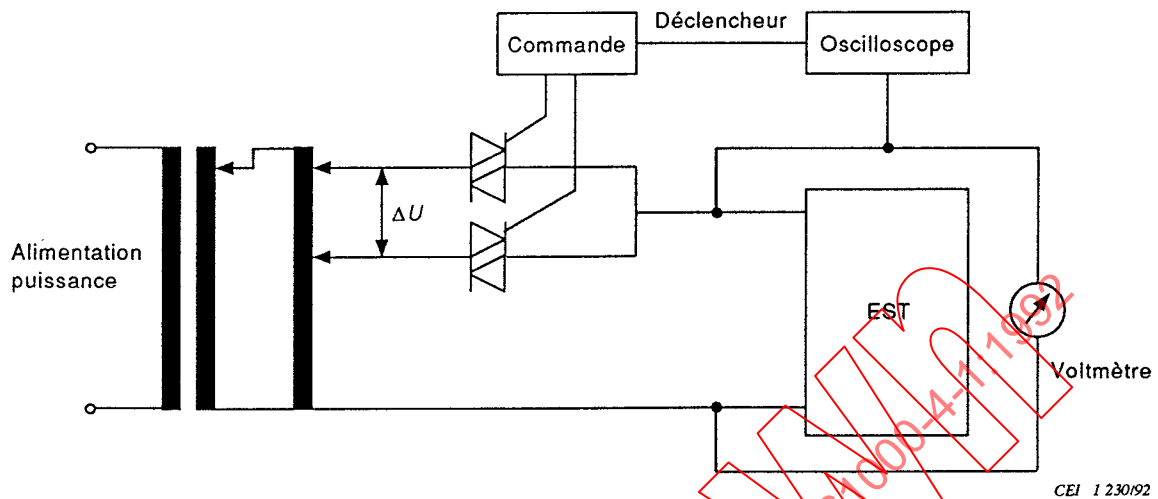


Figure A.5 – Schéma d'un générateur

- par variations de tension par échelon
- par chutes brèves et courtes interruptions de tension

A.1.5 Creux de tension et coupures brèves (à l'étude)

A.1.5.1 Références

Voir CEI 1000-1, 1000-2-2 et les futures publications de la série CEI 1000

A.1.5.2 But de l'essai – Domaine d'application

Les creux de tension sont des chutes occasionnelles de tension supérieures de 10 % à 15 % de U_n de courte durée (0,5 périodes à 50 périodes). Les coupures brèves de tension sont des chutes de tension de 100 % de U_n .

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité du matériel qui pourrait être sensible à des creux de tension et à des coupures brèves de tension. Les creux et les coupures de tension sont dus à des défauts dans les réseaux BT, MT ou HT (court-circuits ou défauts de mise à la terre). En particulier, il y a lieu de prendre en compte les creux et les coupures provenant des commutations sur défaut avec refermeture rapide d'une durée de 0,5 s.

Les effets des creux ou des coupures peuvent être de différents genres, par exemple:

- déclenchement de contacteurs;
- fonctionnement incorrect de dispositifs de régulation;
- défauts de commutation dans les convertisseurs;
- perte de données dans les mémoires de calculateurs, etc.

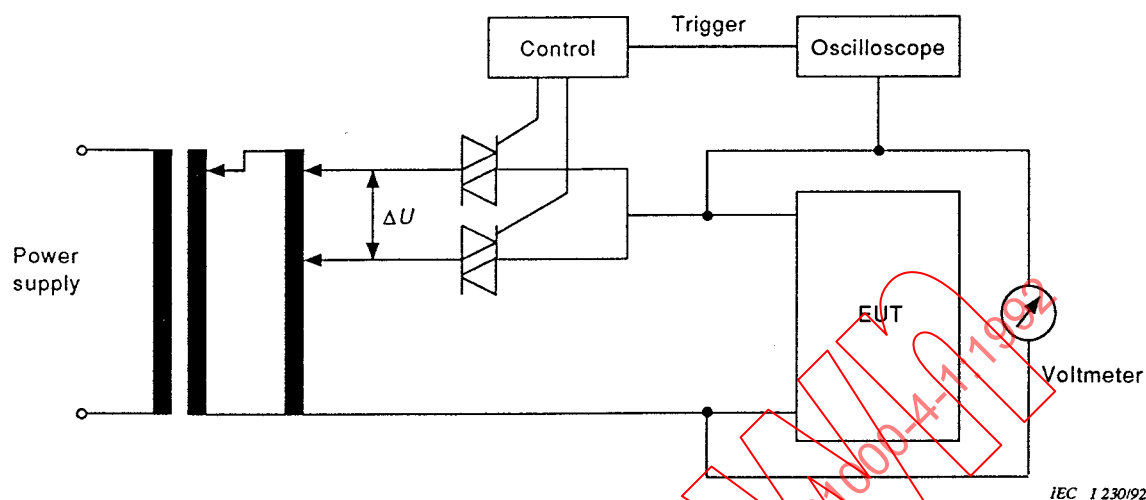


Figure A.5 – Schematic of a generator

- for voltage step changes
- for voltage dips and short voltage interruptions

A.1.5 Voltage dips and short interruptions (under consideration)

A.1.5.1 References

See IEC 1000-1, IEC 1000-2-2 and future publications in the series IEC 1000.

A.1.5.2 Purpose of the test – Range of application

Voltage dips are occasional voltage drops greater than 10 % to 15 % of U_n and of short duration (0,5 period to 50 periods). Short voltage interruptions are voltage dips of 100 % U_n .

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment which may be sensitive to voltage dips and short voltage interruptions. Voltage dips and interruptions are caused by faults in the LV, MV or HV networks (short circuits or ground faults). In particular, dips or interruptions subsequent to fault switching with rapid reclosure with a duration of 0,5 s are to be considered.

The effects of voltage dips or interruptions can be of different types, for example:

- tripping of contactors;
- incorrect operation of regulating devices;
- commutation failures in converters;
- loss of data in computer memories, etc.

A.1.5.3 Caractéristiques de la tension d'essai

L'EST est initialement en fonctionnement à sa tension assignée et est ensuite soumis à des creux de tension ou à des coupures suivant la figure A.6.

A.1.5.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

On pourra utiliser le même matériel que celui de l'essai des fluctuations de tension (voir figure A.5).

A.1.5.5 Niveaux de sévérité recommandés

Les valeurs d'essai suivantes sont recommandées:

	U	Durée
Creux de tension	30 %	} 0,5 à 50 périodes
	60 %	
Coupures de tension	100 %	

Le choix de la durée (des durées) dépend du type de processus et/ou du matériel (durées courtes particulièrement pour les dispositifs avec mémoires).

De plus, afin de simuler les conditions existant dans certains réseaux, un essai avec un cycle de deux creux/coupures consécutifs et un intervalle de temps variable peut également être envisagé.

A.1.5.6 Remarques concernant la procédure d'essai

Dans le cas de matériel triphasé, il pourra être nécessaire d'appliquer des creux de tension soit sur les trois phases simultanément, soit sur une ou deux phases seulement.

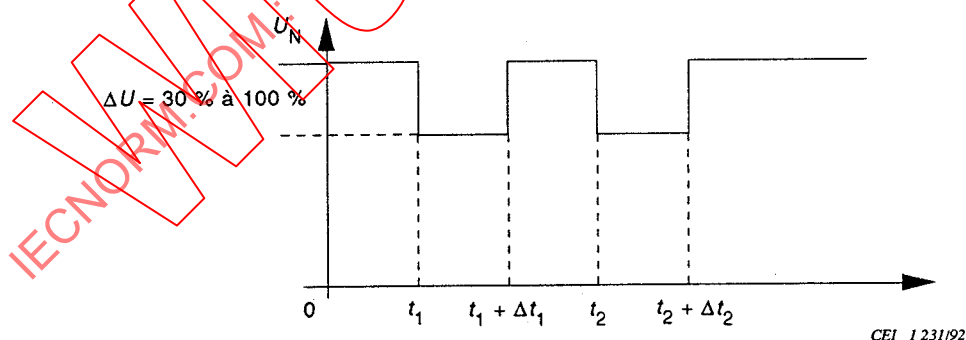


Figure A.6 – Exemple d'un cycle d'essai avec deux creux de tension

A.1.5.3 Test voltage characteristics

The EUT is initially in operation at its rated voltage and is then subjected to voltage dips or interruptions according to figure A.6.

A.1.5.4 Test equipment/Test generator

The same equipment as for the voltage fluctuation test may be used (see figure A.5).

A.1.5.5 Recommended severity levels

The following test values are recommended:

	U	Duration
Voltage dips	30 %	0,5 to 50 periods
	60 %	
Voltage interruptions	100 %	

The choice of the duration(s) depends on the type of process and/or of equipment (short durations particularly for devices with memories).

Further, in order to simulate the conditions in certain networks a test with a cycle of two consecutive dips/interruptions with a variable time interval may also be considered.

A.1.5.6 Comments on the test procedure

In the case of three-phase equipment, it may be necessary to apply voltage dips either on all the three phases simultaneously or on one or two phases only.

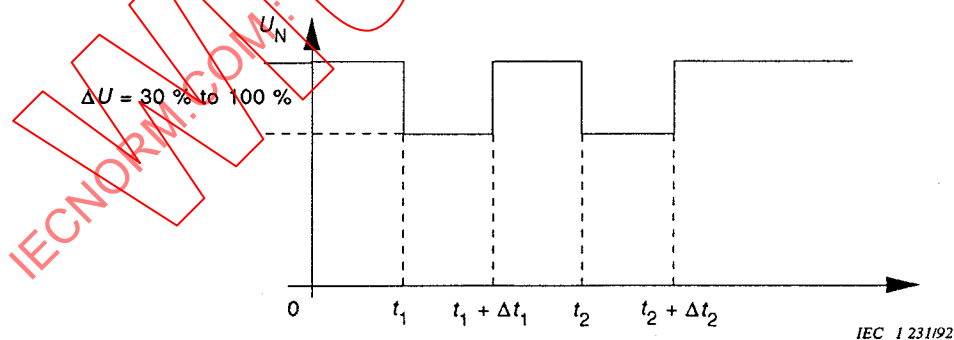


Figure A.6 – Example of a test cycle with two voltage dips

A.1.6 Déséquilibre de tension triphasée (essai provisoire)

A.1.6.1 Références

Voir CEI 1000-1, CEI 1000-2-2 et CEI 34-1.

A.1.6.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est l'investigation de l'influence du déséquilibre dans un système de tension triphasée sur un matériel qui pourrait être sensible à cette perturbation comme:

- surchauffe de machines tournantes alimentées en alternatif;
- génération d'harmoniques non caractéristiques dans les convertisseurs électroniques d'alimentation.

Le degré de déséquilibre est défini par le facteur de déséquilibre

$$i = \frac{U_i}{U_d}$$

composante inverse de la tension
composante directe de la tension

L'essai s'applique seulement au matériel triphasé.

A.1.6.3 Caractéristiques de la tension d'essai

Une tension triphasée à la fréquence secteur est appliquée à l'EST avec le facteur de déséquilibre spécifié. Afin de ne pas fausser l'essai, il convient que cette tension n'ait qu'un contenu d'harmoniques très faible.

A.1.6.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

Le montage d'essai le plus simple est constitué de trois autotransformateurs monophasés, dont les sorties sont régulées individuellement.

A.1.6.5 Niveaux de sévérité recommandés

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué avec un facteur de déséquilibre de 2 % (voir CEI 1000-2-2).

A.1.7 Variations de la fréquence secteur (essai provisoire)

A.1.7.1 Références

Voir CEI 1000-1 et CEI 1000-2-2.

A.1.6 *Three-phase voltage unbalance (provisional test)*

A.1.6.1 *References*

See IEC 1000-1, IEC 1000-2-2 and IEC 34-1.

A.1.6.2 *Purpose of the test – Range of application*

The purpose of the test is to investigate the influence of unbalance in a three-phase voltage system on equipment which may be sensitive to this disturbance e.g.:

- overheating of a.c. rotating machines;
- generation of non-characteristic harmonics in electronic power converters.

The degree of unbalance is defined by the unbalance factor

$$i = \frac{U_i}{U_d} \begin{array}{l} \text{negative sequence voltage} \\ \text{positive sequence voltage} \end{array}$$

The test applies only to three-phase equipment.

A.1.6.3 *Test voltage characteristics*

A power frequency three-phase voltage is applied to the EUT with the specified unbalance factor. In order not to falsify the test, this voltage should have only a very small harmonics content.

A.1.6.4 *Test equipment/Test generator*

The simplest test arrangement consists of three single-phase auto transformers, whose outputs are regulated individually.

A.1.6.5 *Recommended severity levels*

Unless otherwise specified, the test is to be carried out with an unbalance factor of 2 % (see IEC 1000-2-2).

A.1.7 *Power frequency variations (provisional test)*

A.1.7.1 *References*

See IEC 1000-1 and IEC 1000-2-2.

A.1.7.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est l'investigation de l'effet des variations de la fréquence secteur sur le matériel susceptible d'être affecté par ce type de perturbation. Les effets sont généralement des effets instantanés: erreur de mesure, perte de synchronisation ...

Du fait que la fréquence secteur dans les réseaux interconnectés ne varie que dans une bande de fréquence très étroite autour de la fréquence assignée (50/60 Hz), cet essai ne s'applique que dans des cas spéciaux:

- matériel devant fonctionner plus particulièrement avec de grandes variations de fréquence d'alimentation;
- matériel devant être installé dans de petits réseaux isolés d'un grand système interconnecté.

A.1.7.3 Caractéristiques de la tension d'essai

L'EST est alimenté par un générateur dont la fréquence de sortie varie dans une gamme de $\pm 10\%$ par exemple.

A.1.7.4 Matériel d'essai/Générateur d'essai

Tout type de générateur à la fréquence secteur: amplificateur de puissance, convertisseur de fréquence, groupe diesel etc. pourra être utilisé. Il convient que la tension de sortie ne comporte pas un contenu d'harmoniques élevé.

A.1.7.5 Niveaux de sévérité recommandés

Les valeurs d'essai sont à spécifier pour chaque cas particulier. Les indications suivantes peuvent servir de guide:

- gamme normale de variation de fréquence:
($f_n \pm 2$) % c'est-à-dire 51,0 Hz à 49,0 Hz, 61,2 Hz à 58,8 Hz;
- gamme étendue de variation de fréquence (cas spéciaux)
($f_n + 4/-6$) % c'est-à-dire 52 Hz à 47 Hz, 62,4 Hz à 56,4 Hz.

Dans le cas où, pour un matériel particulier, la vitesse de la variation de fréquence et la durée de l'essai pourraient avoir un effet, il y a lieu que ces valeurs soient également spécifiées par le comité de produit concerné ou par accord entre le fabricant et l'utilisateur.

A.1.8 Composante continue dans les réseaux alternatifs (à l'étude)

A.1.8.1 But de l'essai – Domaine d'application

Cet essai est prévu pour vérifier l'immunité de matériels qui pourraient être sensibles à une composante de tension continue superposée à la tension d'alimentation alternative. De telles composantes continues peuvent être causées par des charges asymétriques par rapport à la forme d'onde alternative, par des convertisseurs alternatif-continu déséquilibrés, etc.

Le domaine d'application et les spécifications d'essai sont à l'étude.

A.1.7.2 Purpose of the test - Range of application

The purpose of the test is to investigate the effects of power frequency variations on equipment which may be sensitive to this type of disturbance. The effects are generally instantaneous ones: measurement error, loss of synchronization,

As the power frequency in interconnected networks varies only in a very narrow frequency band around the rated frequency (50/60 Hz) this test applies only to special cases:

- equipment that has to operate particularly at large power frequency variations;
- equipment to be installed in small networks isolated from a large interconnected system.

A.1.7.3 Test voltage characteristics

The EUT is powered by a generator with an output frequency varying within a range of $\pm 10\%$ for example.

A.1.7.4 Test equipment/Test generator

Any power frequency generator, power amplifier, frequency converter, diesel generator group, etc. may be used. The output voltage should not have a high harmonic content.

A.1.7.5 Recommended severity levels

The test values are to be specified for each particular case. The following indications can serve as a guide:

- normal frequency variation range:
 $(f_n \pm 2)\%$ i.e. 51,0 Hz to 49,0 Hz, 61,2 Hz to 58,8 Hz;
- large frequency variation range (special cases)
 $(f_n + 4/-6)\%$ i.e. 52 Hz to 47 Hz, 62,4 Hz to 56,4 Hz.

In cases where, for a particular equipment, the rate of frequency variation and the duration of the test may have an effect, these values should also be specified by the relevant product committee or by agreement between user and manufacturer.

A.1.8 D.C. in a.c. networks (under consideration)

A.1.8.1 Purpose of the test - Range of application

This test is intended to verify the immunity of equipment that may be sensitive to a direct voltage component superimposed on the supply voltage. Such d.c. components may be caused by asymmetrical loads with regard to the a.c. wave form, to unbalanced a.c.-d.c. converters, etc.

The range of application and the test specifications are under consideration.

A.2 Essais d'immunité: transitoires et perturbations haute fréquence de conduction

A.2.1 Onde de choc tension/courant 100/1 300 μ s (à l'étude)

A.2.1.1 Référence

Voir la section correspondante de la CEI 1000-4.

A.2.1.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité du matériel: appareil simple ou systèmes contre les transitoires engendrés par la fusion de fusibles dans les réseaux d'alimentation BT. Ces transitoires ont les caractéristiques générales suivantes:

- impulsions unidirectionnelles ou ondes oscillatoires à amortissement rapide;
- longue durée (durée 50 %/50 % jusqu'à 10 ms);
- long temps de montée des impulsions unidirectionnelles (10 %/90 % jusqu'à 200 μ s);
- amplitude faible, 2 U_n à 3 U_n seulement;
- contenu énergétique élevé.

Du fait de leur longue durée et de leur contenu énergétique élevé, et en dépit de leur faible amplitude, de tels transitoires peuvent influencer le fonctionnement du matériel électronique ou causer quelques dommages.

L'essai peut s'appliquer à des matériels électroniques sensibles prévus pour être connectés à des réseaux de distribution BT ou à des réseaux BT de postes de distribution. Cependant, pour les matériels électroniques de puissance importante, les matériels d'essai pourraient devenir trop grands et trop chers, ce qui fait qu'il est envisagé de remplacer dans ce cas l'essai par une méthode de calcul.

Une spécification plus précise du domaine d'application de cet essai est à l'étude.

A.2.1.3 Caractéristiques de l'onde d'essai

Il est envisagé de pouvoir représenter ce type de transitoire par une onde de choc unidirectionnelle d'environ 100/1 300 μ s superposée à la crête positive et négative de la tension secteur (voir figure A.7).

A.2.1.4 Générateur d'essai/Matériel d'essai

A l'étude.

A.2.1.5 Niveaux de sévérité recommandés

Il convient que l'amplitude de l'onde de choc soit de 1,3 $\hat{U}_n$

par exemple pour $U_n = 230$ V; $U_c = 425$ V
 $= 400$ V; $U_c = 735$ V

A.2.1 100/1 300 μ s voltage/current surge (under consideration)

See the relevant section of IEC 1000-4.

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment: single apparatus or systems against transients generated by the blowing of high rated fuses in LV-supply networks. These transients have the following general characteristics:

- unidirectional pulses or rapidly damped oscillatory waves;
- long duration (50 %/50 % duration up to 10 ms);
- long rise time of the unidirectional pulses (10 %/90 % up to 200 μ s);
- low magnitude, only 2 U_n to 3 U_n ;
- high energy content.

Because of their long duration and their high energy content, despite the low magnitude, such transients can influence the operation of electronic equipment or cause some damage.

The test may apply to sensitive electronic equipment intended to be connected to LV power distribution networks or to LV power networks of electricity stations. However, for high power electronic equipment, the test equipment may be too large and expensive, so that replacing the test in this case by a calculation method is envisaged.

A more precise specification of the range of application of this test is under consideration.

A.2.1.3 *Test wave characteristic*

It is considered that this type of transient can be represented by an unidirectional surge of approximately 100/1 300 μ s superimposed on the positive and negative peak of the power frequency voltage curve (see figure A.7).

A.2.1.4 ~~Test generator/Test equipment~~

Under consideration.

A.2.1.5 Recommended severity levels

The magnitude of the surge should be $1,3 \hat{U}_n$

for example for $U_n = 230 \text{ V}$; $U_p = 425 \text{ V}$
 $= 400 \text{ V}$; $U_p = 735 \text{ V}$

La tension d'essai est appliquée sur les bornes d'alimentation du matériel, entre phases et neutre ou entre phases et elle est superposée à la crête de la sinusoïde de la tension d'alimentation (voir figure A.7).

A.2.1.6 Remarques concernant la procédure d'essai

L'essai est appliqué trois fois avec chaque polarité, à la crête de chaque demi-onde correspondante.

L'intervalle de temps entre les essais doit être assez long pour permettre aux dispositifs de protection de récupérer, c'est-à-dire 1 min. C'est un essai à effectuer généralement en laboratoire, pas sur le site.

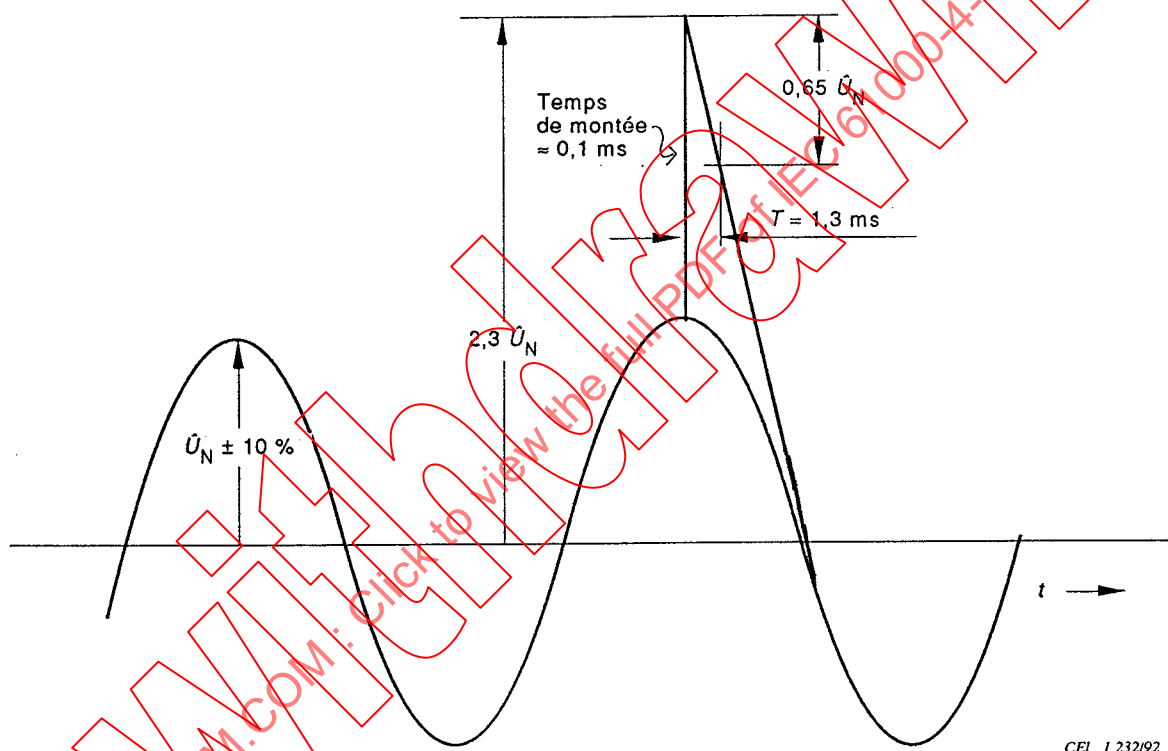


Figure A.7 – Forme d'une impulsion représentative de longue durée

A.2.2 Onde de choc 1,2/50 μ s (tension) – 8/20 μ s (courant) (à l'étude)

A.2.2.1 Référence

Voir CEI 801-5 et CEI 1000-4-5 (à l'étude).

The test voltage is applied on the supply terminals of the equipment, between phases and neutral or between phases and is superimposed on the supply voltage sinusoid (see figure A.7).

A.2.1.6 Comments on the test procedure

The test is applied three times with each polarity, on the peak of the corresponding half-wave.

The time interval between the tests shall be long enough to allow protection devices to recover, i.e. 1 min. It is a test to be carried out generally in a laboratory, not on site.

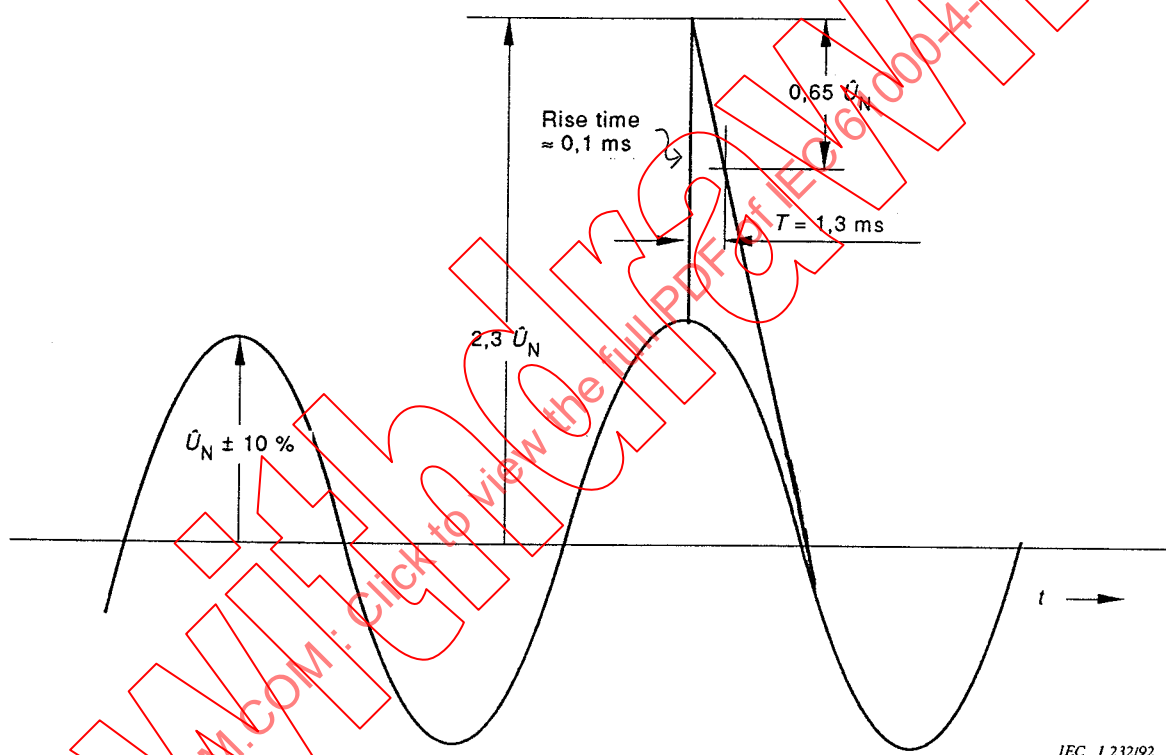


Figure A.7 – Shape of a representative long duration pulse

A.2.2 1,2/50 μs (voltage) – 8/20 μs (current) surge (under consideration)

A.2.2.1 Reference

See IEC 801-5 and IEC 1000-4-5 (under consideration).

A.2.2.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de cet essai est de vérifier l'immunité du matériel aux transitoires unidirectionnels causés par les phénomènes suivants:

- phénomènes de commutation dans le réseau (par exemple commutations de bancs de condensateurs);
- défauts dans le réseau;
- coups de foudre (directs ou indirects).

L'onde de choc de tension induite peut produire des effets différents, suivant l'impédance relative de la source et de l'EST:

- si l'EST a une impédance élevée par rapport à celle de la source, l'onde de choc produira une impulsion de tension sur les bornes de l'EST;
- si l'EST a une impédance relativement faible, l'onde de choc produira une impulsion de courant.

Ce comportement peut être illustré par un circuit d'entrée protégé par un parasurtenseur: aussi longtemps que ce dernier n'est pas rendu passant, l'impédance d'entrée est élevée; lorsqu'il devient passant, l'impédance d'entrée devient très basse. Un essai réaliste doit correspondre à ce comportement et le générateur d'essai doit être capable de délivrer aussi bien une impulsion de tension sur une haute impédance qu'une impulsion de courant sur une impédance basse (générateur hybride).

L'essai s'applique:

- à tous les genres de matériel;
- à leurs bornes ou aux lignes c.a. ou c.c. aux entrées/sorties des lignes de commande et de signal ou à leurs bornes,
- entre phases (phase à phase) ou phase(s) et terre.

Remarques

- a) Cet essai combiné remplace les essais antérieurs séparés soit en tension, soit en courant.
- b) Pour des matériels connectés aux réseaux BT publics, cet essai est complémentaire de l'essai à l'onde sinusoïdale amortie ou de l'essai aux ondes oscillatoires amorties de 0,1 MHz qui couvre principalement les transitoires apparaissant dans les réseaux de câbles (voir les essais de A.2.4 et A.2.5).
- c) Cet essai d'immunité ne doit pas être confondu avec l'essai de tenue à l'onde de choc, qui a un autre but (sécurité) et qui est effectué avec des tensions plus élevées et avec le matériel non alimenté.

A.2.2.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment against unidirectional transients caused by the following phenomena:

- switching phenomena in the power network (e.g. switching of capacitor banks);
- faults in the power network;
- lightning strokes (direct or indirect strokes).

The induced voltage surge can produce different effects, depending on the relative impedance of the source and of the EUT:

- if the EUT has a high impedance relative to that of the source, the surge will produce a voltage pulse on the EUT terminals;
- if the EUT has a relatively low impedance, the surge will produce a current pulse.

This behaviour can be illustrated by an input circuit protected by an overvoltage suppressor: as long as the latter does not break down, the input impedance is high, when it breaks down the input impedance becomes very low. A realistic test shall correspond to this behaviour and the test generator shall be able to deliver a voltage pulse to a high impedance just as well as a current pulse to a low impedance (combination wave generator).

The test applies:

- to all types of equipment;
- to their a.c or d.c. power supply lines or terminals, to the input/output control and signal lines or terminals;
- between lines (line to line) or line(s) and ground.

Remarks

- a) This combined test replaces previous separate tests by either voltage or current tests.
- b) For equipment connected to LV public networks, this test is complementary to the ring wave test or the damped oscillatory wave test 0,1 MHz that cover mainly transients appearing in cable networks (see tests of A.2.4 and A.2.5).
- c) This immunity test is not to be confused with the surge withstand test, that has another purpose (safety) and is carried out with higher voltages and without the equipment being energized.

A.2.2.3 Caractéristiques des ondes d'essai

On considère qu'il est approprié de prendre le même type d'onde pour l'essai de tenue à l'onde de choc et l'essai à l'onde de tension et courant, car l'immunité et l'isolement sont deux conséquences différentes des mêmes transitoires dans le réseau.

Par conséquent, les ondes d'essai devront avoir les caractéristiques de base suivantes:

- générateur en circuit ouvert – une impulsion de tension 1,2/50 μ s (voir figure A.8);
- générateur en court-circuit – une impulsion de courant 8/20 μ s (voir figure A.9).

Suivant l'impédance du générateur et de l'EST, qui peuvent varier pendant l'essai, la forme d'onde de tension ou de courant réelle peut différer fortement des caractéristiques ci-dessus (voir aussi annexe B).

L'impédance de la source, (c'est-à-dire pour cet essai l'impédance du générateur) peut être choisie comme suit:

- pour une alimentation BT entre deux phases: environ 2 Ω ;
- pour une alimentation BT entre phase et terre: environ 12 Ω ;
- pour toute autre ligne (mesure, commande) entre phase et terre: environ 42 Ω .

L'impédance du générateur doit donc être réglable.

A.2.2.4 Générateur d'essai/matériel d'essai

Le générateur d'essai doit être capable de délivrer, en circuit ouvert, une impulsion de tension, aussi bien que, en court-circuit, une impulsion de courant de forme et d'amplitude spécifiées. La figure A.10 représente le schéma d'un tel générateur «hybride».

Les caractéristiques principales doivent être les suivantes:

- tension de sortie en circuit ouvert ± 10 %: 0,5 kVc à 4 kVc;
- courant de sortie en court-circuit ± 10 %: 0,25 kAc à 2 kAc à l'étude (actuellement dans CEI 801-5 et la future CEI 1000-4-5).

Impédance du générateur:

- générateur lui-même: 2 Ω
- avec résistances additionnelles de 10 à 40 Ω : 12 Ω ou 42 Ω .

Impédance du générateur pour essais en mode différentiel: 2 Ω .

Polarité: positive et négative.

Décalage de phase: sur toute la gamme de 360°.

Fréquence de répétition maximale: au moins une par min.

A.2.2.3 Test waves characteristics

It is appropriate to consider the same wave for the surge voltage withstand test and the surge over current test because immunity and insulation effects are two different consequences of the same transients in the network.

Therefore the test surges should have the following basic characteristics:

- open-circuit generator – a voltage pulse 1,2/50 μ s (see figure A.8);
- short-circuited generator – a current pulse 8/20 μ s (see figure A.9).

Depending on the generator impedance and on the EUT impedance, which can vary during the test, the actual voltage or current waveform may significantly differ from the above characteristics (see also annex B).

The source impedance (i.e. the generator impedance for this test) may be chosen as follows:

- for a low-voltage supply network between two lines: approximately 2 Ω ;
- for a low-voltage supply network between a line and ground: approximately 12 Ω ;
- for all other lines (measure, control) between a line and ground: approximately 42 Ω .

Therefore the generator impedance must be variable.

A.2.2.4 Test generator/test equipment

The test generator shall be capable of delivering, in open circuit, a voltage pulse, as well as, in short circuit, a current pulse of the specified forms and magnitudes. Figure A.10 represents the schematic of such an "hybrid" generator.

The main characteristics shall be as follows:

- open circuit output voltage $\pm 10\%$: 0,5 kVp to 4 kVp;
- short circuit output current $\pm 10\%$: 0,25 kAp to 2 kAp, under consideration (presently in IEC 801-5 and future IEC 1000-4-5).

Generator impedance:

- generator itself: 2 Ω
- with additional resistances of 10 to 40 Ω : 12 Ω or 42 Ω .

Generator impedance for differential mode tests: 2 Ω .

Polarity: positive and negative.

Phase shifting in the whole range of 360°.

Maximum repetition rate: at least one per min.

Le matériel d'essai comporte également:

- un circuit de couplage d'un des types suivants:
 - un couplage capacitif (couplage parallèle) pour lignes d'alimentation ou de commande;
 - un couplage inductif (couplage par un transformateur à couplage) pour lignes d'alimentation ou de commande;
 - un couplage au moyen d'un parafoudre à gaz pour lignes de télécommunications;
- un circuit de découplage (filtre amont);
- un appareil de mesure approprié (oscilloscope) avec une bande passante supérieure ou égale à 10 MHz.

A.2.2.5 Niveaux de sévérité recommandés

La sélection du niveau d'essai pour un système ou appareil particulier dépend de l'environnement et des conditions d'installation de son lieu d'utilisation. La classification suivante est un guide général (pour la mesure dans les processus industriels et les instruments de commande voir la CEI 1000-1).

- Classe 0: – environnements très bien protégés,
 - l'onde de choc de tension reste très faible (exemple ≤ 25 Vc);
 - par exemple salles d'ordinateurs très bien protégées;
- Classe 1: – environnements bien protégés, non fortement exposés;
 - l'onde de choc de tension ne peut excéder 500 Vc;
 - par exemple salles de commande d'installations industrielles ou de postes;
- Classe 2: – environnements protégés mais moins que la classe 1;
 - l'onde de choc de tension ne peut excéder 1 kVc;
 - par exemple locaux industriels non fortement perturbés;
- Classe 3: – environnements normalement perturbés, aucune mesure spéciale d'installation,
 - l'onde de choc de tension ne peut excéder 2 kVc;
 - par exemple réseau de distribution public, zone de processus industriels, zones de postes électriques;
- Classe 4: – environnements très perturbés;
 - l'onde de choc de tension peut atteindre 4 kVc;
 - par exemple réseau aérien de distribution, poste électrique HT dans les locaux non protégés;
- Classe X: – spéciale.

The test equipment comprises also:

- a coupling circuit of one of the following types:
 - a capacitive coupling (parallel coupling) for power or control lines;
 - an inductive coupling (coupling through a series transformer) for power or control lines;
 - a gas arrester coupling for telecommunication lines;
- a decoupling circuit (back filter);
- an appropriate measuring instrument (oscilloscope) with a frequency range equal to or over 10 MHz.

A.2.2.5 Recommended severity levels

The selection of the test level for a particular apparatus or system depends on the environment and installation conditions where it will be used. The following classification gives general guidance (for industrial process measurement and control instrumentation, see IEC 1000-1).

- Class 0:
 - very well protected environments;
 - surge voltage remains very low (i.e. ≤ 25 Vp);
 - i.e. very well protected computer rooms;
- Class 1:
 - well protected environments, not strongly exposed;
 - surge voltage may not exceed 500 Vp;
 - i.e. control rooms of industrial plants or electrical stations;
- Class 2:
 - protected environments but less than class 1;
 - surge voltage may not exceed 1 kVp;
 - i.e. industrial plants not strongly disturbed;
- Class 3:
 - normally disturbed environments, no special measures of installation;
 - surge voltage may not exceed 2 kVp;
 - i.e. public distribution cable networks, industrial process areas, substation areas, etc.;
- Class 4:
 - heavily disturbed environments;
 - surge voltage may reach 4 kVp;
 - i.e. public distribution overhead networks, HV substations in unprotected locations;
- Class X:
 - special.

Les niveaux d'essai suivants peuvent être appliqués:

Classe	Phase à phase U_c (kV)	Phase à terre U_c (kV)
0	Aucun essai	
1	–	0,5
2	0,5	1,0
3	1,0	2,0
4	2,0	4,0
x	Sujet à accord	

U_c est la tension en circuit ouvert

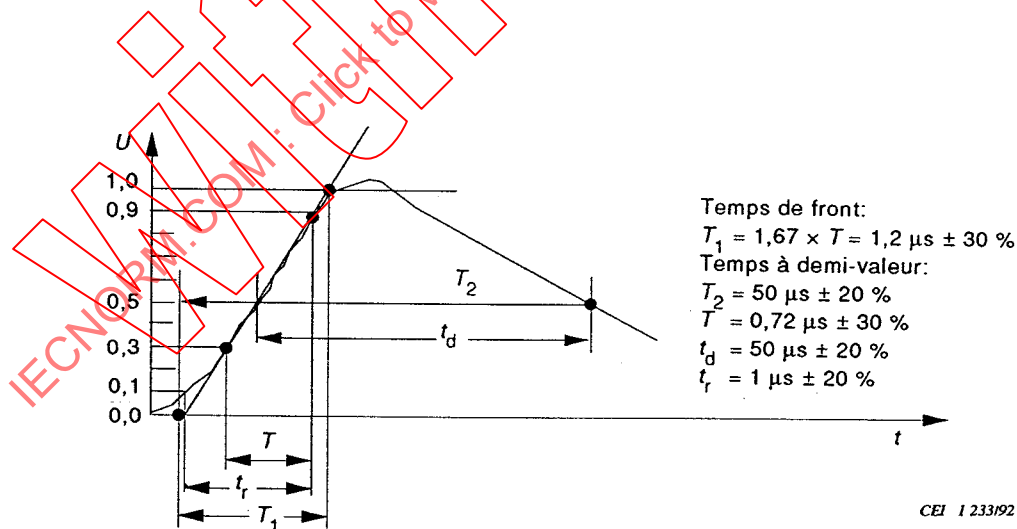
Les mêmes niveaux s'appliquent aux lignes d'alimentation et aux entrées/sorties.

A.2.2.6 Remarques concernant la procédure d'essai

L'essai doit être exécuté au moins cinq fois avec chaque polarité si possible avec une position différente à chaque fois sur l'onde de tension secteur. Le temps entre deux ondes dépend du temps de recouvrement des dispositifs de protection incorporés (par exemple fréquence de répétition: une par minute).

C'est essentiellement un essai de laboratoire. Deux types d'essais peuvent être envisagés:

- essais de base d'immunité sur un seul EST;
- essais de système/installation sur un système entier.



NOTE - 1 = 100 %

Figure A.8 – Forme d'onde de tension en circuit ouvert

The following test levels may be applied:

Class	Line to line U_p (kV)	Line to ground U_p (kV)
0	No test	
1	–	0,5
2	0,5	1,0
3	1,0	2,0
4	2,0	4,0
x	Subject to agreement	

U_p is the open circuit voltage

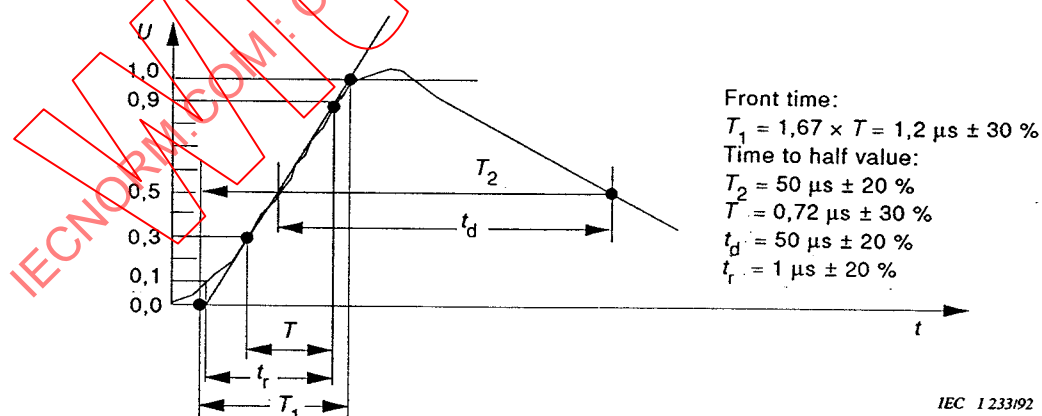
The same levels apply to power lines and input/outputs.

A.2.2.6 Comments on the test procedure

The test is to be carried out at least five times with each polarity, if possible each time at a different position on the mains voltage wave. The time between two surges depends on the recovery time of the (built-in) protection (e.g. repetition rate: one per minute).

It is essentially a laboratory test. Two types of tests may be considered:

- basic immunity tests on a single EUT;
- system/installation test on a whole system.



NOTE - 1 = 100 %

Figure A.8 – Open-circuit voltage waveform

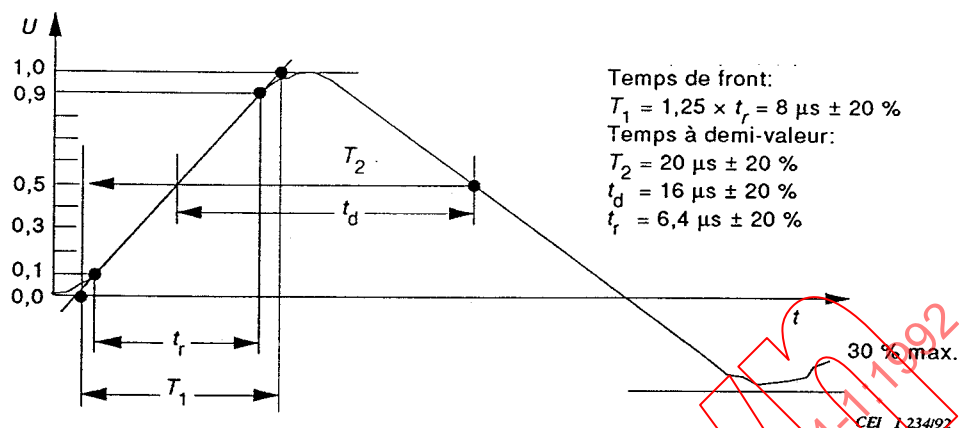
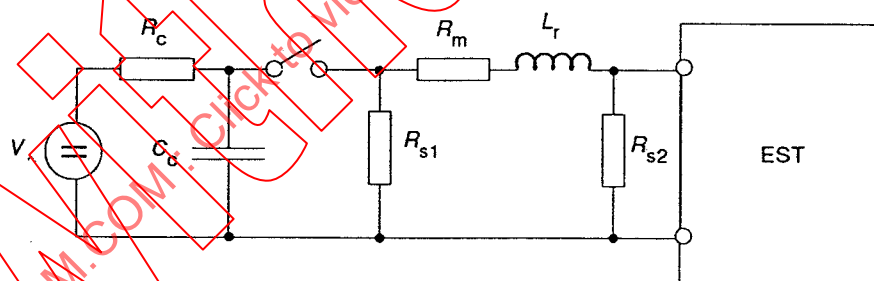


Figure A.9 – Forme d'onde de courant de court-circuit



CEI 1235/92

- V est la source haute tension
- R_c est la résistance de charge
- C_c est le condensateur de stockage d'énergie
- R_s est la résistance de mise en forme de durée d'impulsion
- R_m est la résistance d'adaptation d'impédance
- L_r est l'inductance d'adaptation d'impédance

Figure A.10 – Schéma d'un générateur à onde combinée

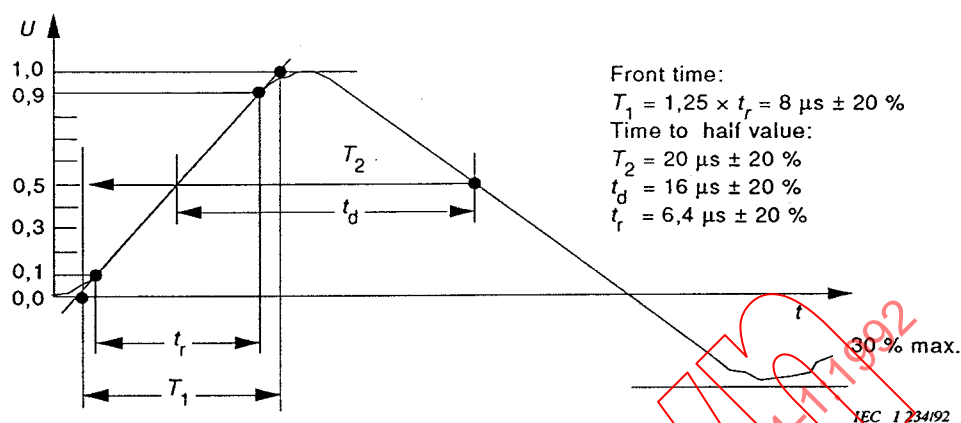
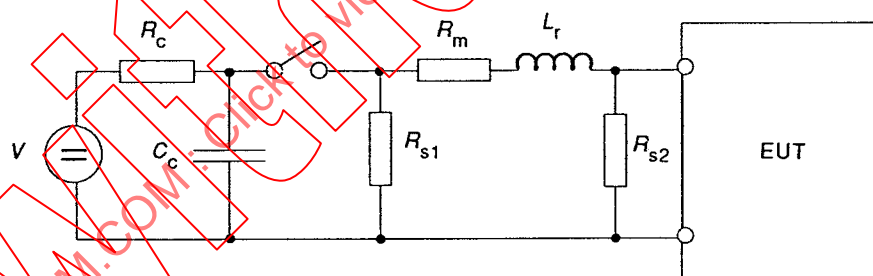


Figure A.9 – Short-circuit current waveform



IEC 1235/92

- V is the high-voltage source
- R_c is the charging resistor
- C_c is the energy storage capacitor
- R_s is the pulse duration shaping resistor
- R_m is the impedance matching resistor
- L_r is the impedance matching inductor

Figure A.10 – Schematic of a combination wave generator

A.2.3 *Transitoires rapides en salves* (publication)

A.2.3.1 *Référence*

Voir CEI 801-4 et CEI 1000-4-4 (à l'étude).

A.2.3.2 *But de l'essai – Domaine d'application*

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité du matériel: dispositif seul ou système, aux rafales de transitoires très courts par exemple générés par:

- la commutation de petites charges inductives, les rebondissements de contacts de relais (brouillages de conduction);
- la commutation de dispositifs de coupure HT – particulièrement les dispositifs à SF₆ ou à vide (brouillages rayonnés).

Les caractéristiques importantes de ces transitoires sont un temps de montée rapide, une durée courte, une faible énergie, mais une fréquence de répétition élevée. Ils sont susceptibles de perturber le matériel électronique, mais généralement moins susceptibles de causer des dommages.

L'essai s'applique:

- à l'alimentation c.a. ou c.c. et aux lignes de commande et de signal de l'EST;
- à des matériels utilisés par les fournisseurs d'électricité et par d'autres services publics;
- à des matériels utilisés dans les sites industriels;
- à des matériels destinés à l'utilisation par des particuliers dans les réseaux de distribution publics BT.

A.2.3.3 *Caractéristiques de l'onde d'essai*

L'essai est exécuté avec des salves répétitives d'impulsions courtes, comme représenté par les figures A.11 et A.12.

- temps de montée d'une impulsion 10 %/90 %: 5 ns ± 30 %;
- durée d'impulsion 50 %/50 %: 50 ns ± 30 %;
- fréquence de répétition: 5 ou 2,5 kHz;
- durée d'une salve: 15 ms;
- période de salve: 300 ms.

A.2.3.4 *Générateur d'essai/matériel d'essai*

Un schéma du générateur d'essai est représenté en figure A.13.

- tension de sortie à circuit ouvert: 0,25 kVc à 4 kVc;
- impédance dynamique: 50 % ± 20 %;
- polarité: positive/négative;
- relation avec l'alimentation: asynchrone.

A.2.3 Fast transient bursts (publication)

A.2.3.1 Reference

See IEC 801-4 and IEC 1000-4-4 (under consideration).

A.2.3.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of the equipment: single device or systems, against bursts of very short transients generated for example by:

- the switching of small inductive loads, relay contacts bouncing (conducted interferences);
- the switching of HV-switchgear – particularly SF₆ or vacuum switchgear (radiated interferences).

The significant characteristics of these transients are fast rise time, short duration, low energy but with high repetition rate. They are likely to disturb electronic equipment but generally less likely to cause damage.

The test applies according to the following:

- to the a.c. or d.c. power supplies and the control and signal lines of the EUT;
- to equipment used by electricity suppliers and other utilities;
- to equipment used in industrial plants;
- to equipment for private use on LV public distribution networks.

A.2.3.3 Test wave characteristics

The test is performed with repetitive bursts of short pulses as represented in figures A.11 and A.12.

- rise time of a pulse 10 %/90 %: 5 ns ± 30 %;
- pulse duration 50 %/50 %: 50 ns ± 30 %;
- repetition frequency: 5 or 2,5 kHz;
- duration of a burst: 15 ms;
- burst period: 300 ms.

A.2.3.4 Test generator/test equipment

A schematic of the test generator is represented in figure A.13.

- open-circuit output voltage: 0,25 kVp to 4 kVp;
- dynamic impedance: 50 % ± 20 %;
- polarity: positive/negative;
- relation to power supply: asynchronous.

Le matériel d'essai comporte également (voir CEI 801-4):

- pour les essais aux bornes d'alimentation de l'EST:
 - un dispositif de couplage, en pratique un condensateur de couplage de 33 nF;
 - pour les essais de laboratoire, un circuit supplémentaire de découplage (blocage);
 - pour les essais sur le site, ce circuit n'est plus utilisé.
- pour les essais des entrées commande et signal de l'EST:
 - un dispositif de couplage, ou une pince de couplage capacitive;
 - ou une feuille conductrice enveloppant les lignes;
 - ou des condensateurs de couplage de 100 pF pour chaque ligne.
- un matériel de mesure approprié (oscilloscope) avec une bande passante supérieure à 400 MHz.

A.2.3.5 Niveaux de sévérité recommandés:

Niveau	Alimentation ou borne de terre U_c kV	Fréquence de répétition kHz
1	0,5	5
2	1	5
3	2	5
4	4	2,5
x	Sujet à accord	

Niveau	Entrée sortie U_c kV	Fréquence de répétition kHz
1	0,25	5
2	0,5	5
3	1	5
4	2	5
x	Sujet à accord	

U_c (kV) est la tension en circuit ouvert du générateur.

Les tensions d'essai doivent être appliquées aux différents types de lignes ou bornes de l'EST.

- Alimentation (c.a. ou c.c.):

La tension d'essai est appliquée en mode commun entre chacune des bornes de l'alimentation et le point le plus proche de la terre de sécurité ou le plan de sol de référence.

- Lignes de communication et circuits de commande et signal:

La tension d'essai est appliquée en mode commun de préférence avec la pince de couplage capacitive ou sinon avec l'une des autres méthodes.

- Bornes de terre des enveloppes:

La tension d'essai est appliquée entre ces bornes et le plan de sol de référence.

The test equipment also comprises (see IEC 801-4):

- for tests on the power ports of the EUT:
 - a coupling device, in practice a coupling capacitor of 33 nF;
 - for laboratory tests, in addition a decoupling (blocking) circuit;
 - for field tests this circuit is not used.
- for tests on the control and signal ports of the EUT:
 - a coupling device, either a capacitive coupling clamp;
 - or a conductive foil enveloping the lines;
 - or coupling capacitors of 100 pF for each line.
- an appropriate measurement equipment (oscilloscope) with a frequency range greater than 400 MHz.

A.2.3.5 Recommended severity levels

Level	Power supply earth terminal U_p kV	Repetition rate kHz
1	0,5	5
2	1	5
3	2	5
4	4	2,5
x	Subject to agreement	

Level	Input output U_p kV	Repetition rate kHz
1	0,25	5
2	0,5	5
3	1	5
4	2	5
x	Subject to agreement	

U_p (kV) is the open-circuit voltage of the generator.

The test voltage shall be applied to the different types of lines or terminals of the EUT.

- Power supply lines (a.c. or d.c.):

The test voltage is applied in common mode between each of the power supply terminals and the nearest protective earth point or reference ground plane.

- Control and signal lines and communication lines:

The test voltage is applied in common mode preferably with the capacitive coupling clamp or otherwise with one of the other methods.

- Protective earth terminals of cabinets:

The test voltage is applied between these terminals and the reference ground plane.

Les niveaux de sévérité d'essai appropriés doivent être spécifiés séparément pour les bornes d'alimentation de puissance et les bornes de commande et de signal. Les deux niveaux peuvent être identiques ou différents selon les conditions de fonctionnement, les conditions d'installation et les mesures de protection (à savoir pour les matériels de mesure et de commande des processus industriels, le niveau de sévérité côté commande et signal de l'EST est la moitié du niveau de sévérité côté alimentation).

- Niveau 1 pourrait s'appliquer à des matériels installés dans un environnement bien protégé (salle d'ordinateurs par exemple).
- Niveau 2 pourrait s'appliquer à des matériels installés dans un environnement normalement protégé (par exemple salles d'ordinateurs et de commande d'usines industrielles ou électriques).
- Niveau 3 pourrait s'appliquer à des matériels installés dans un environnement non protégé (par exemple réseaux de distribution publics, zones de processus industriels, zones de postes électriques, etc.).
- Niveau 4 pourrait s'appliquer à des matériels pour environnements fortement perturbés (par exemple postes électriques avec dispositifs de coupure à SF₆ ou à vide).

The appropriate test severity levels shall be specified independently for the power supply port and the control and signal ports. The two levels may be the same or different according to the operational conditions, the installation conditions and protection measures (i.e. for industrial process measuring and control equipment, the severity level on the control and signal ports of the EUT is half the severity level on the power port).

- | | |
|---------|--|
| Level 1 | could apply to equipment installed in a well-protected environment (e.g. computer room). |
| Level 2 | could apply to equipment installed in a normally protected environment (e.g. computer and control rooms of industrial or electrical plants). |
| Level 3 | could apply to equipment installed in an unprotected environment (e.g. public distribution networks, industrial process areas, substations areas, etc.). |
| Level 4 | could apply to equipment for heavily disturbed environments (e.g. substations with gas insulated switchgear (GIS) or vacuum switchgears). |

A.2.3.6 Remarques concernant la procédure d'essai

La durée minimum de l'essai est de 1 min. L'essai s'applique aux essais de laboratoire et sur site.

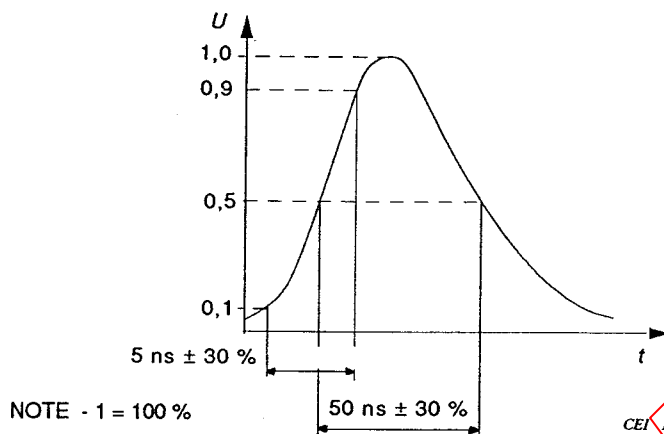


Figure A.11 – Forme d'onde d'une impulsion sur charge 50 Ω

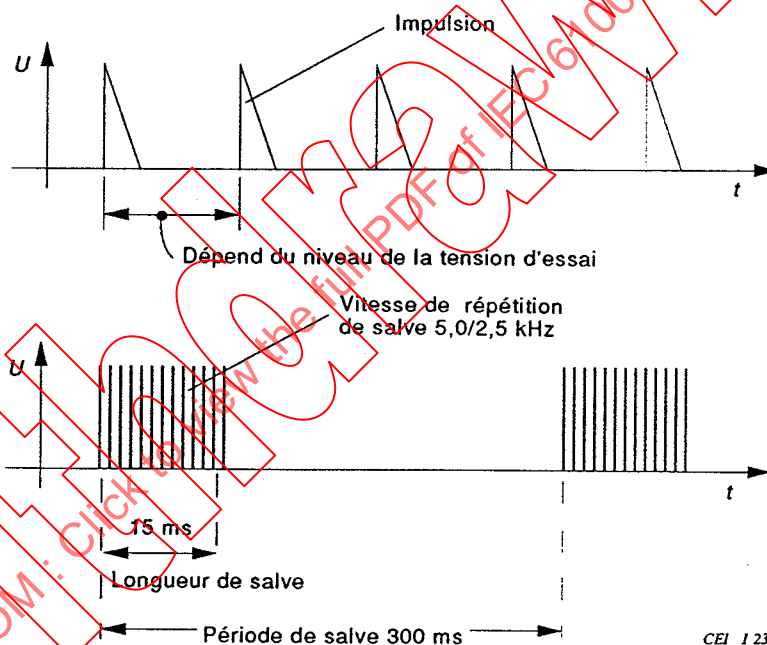
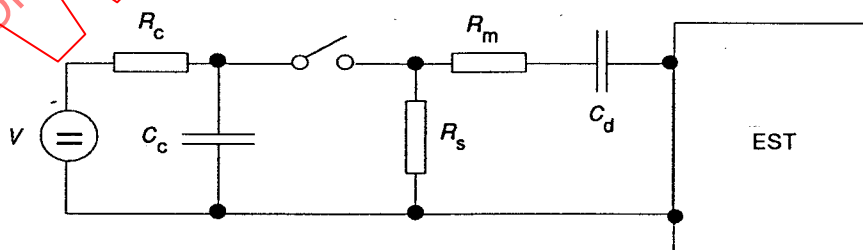


Figure A.12 – Allure générale d'un transitoire rapide



V est la source haute tension
 R_c est la résistance de charge
 C_c est le condensateur de stockage d'énergie

R_s est la résistance de mise en forme de durée d'impulsion
 R_m est la résistance d'adaptation d'impédance
 C_d est le condensateur de blocage c.c.

Figure A.13 – Schéma d'un générateur de transitoires rapides

A.2.3.6 Comments on the test procedure

The minimum duration of the test is 1 min. The test applies to laboratory and field tests.

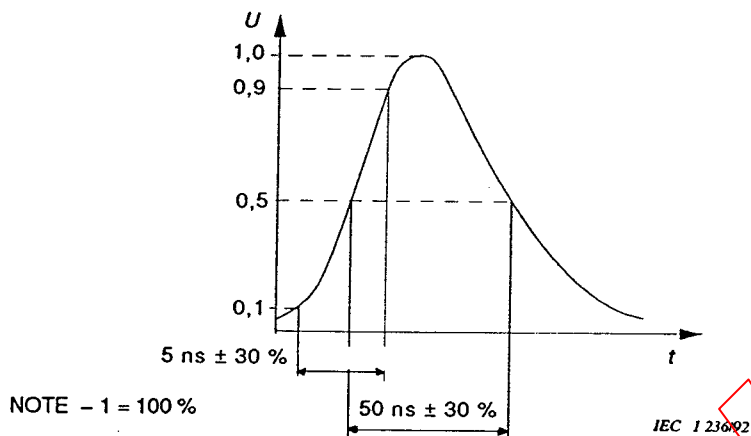


Figure A.11 – Waveform of a single spike into 50 Ω load

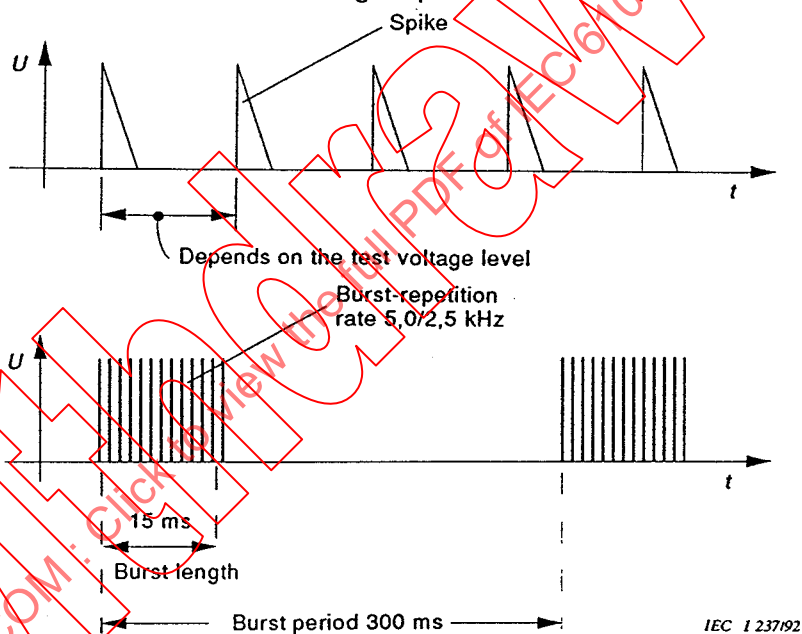
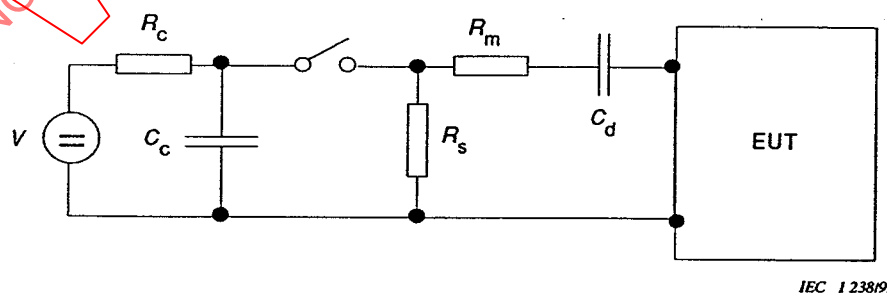


Figure A.12 – General graph of a fast transient



V is the high voltage source

R_c is the charging resistor

C_c is the energy storage capacitor

R_s is the pulse duration shaping resistor

R_m is the impedance matching resistor

C_d is the d.c. blocking capacitor

Figure A.13 – Diagram of a fast transient generator

A.2.4 *Onde sinusoïdale amortie (à l'étude)*

A.2.4.1 *Référence*

Voir la future section correspondante de la CEI 1000-4.

A.2.4.2 *But de l'essai – Domaine d'application*

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité des matériels à des transitoires oscillatoires – «ondes sinusoïdales amorties» – qui apparaissent dans les réseaux enterrés BT privés et industriels. Ces transitoires sont causés principalement par les phénomènes de commutation.

Cet essai est complémentaire de l'essai à l'onde de choc 1,2/50 μ s qui couvre les transitoires apparaissant dans les réseaux externes (lignes aériennes); (voir essai A.2.2) et constitue une variante de l'onde oscillatoire amortie 0,1 MHz avec des exigences moins sévères (A.2.5).

L'énergie mise en jeu au cours de l'essai aux «ondes sinusoïdales amorties» est cependant plus faible que l'énergie mise en jeu au cours de l'essai aux ondes de choc; d'un autre côté, elles pourraient générer des effets dans l'EST, dus aux changements de polarité de la tension.

Cet essai s'applique aux matériels prévus pour les réseaux BT domestiques et industriels, voire aussi pour les postes électriques.

A.2.4.3 *Caractéristiques de l'onde d'essai*

La forme d'onde est une impulsion d'un temps de montée de 0,5 μ s, suivie par une oscillation à 100 kHz avec un décrément tel que chaque crête est égale à 60 % de la crête précédente. Voir la figure A.14.

A.2.4.4 *Générateur d'essai/matériel d'essai*

Un schéma du générateur d'essai est donné en figure A.15.

- tension de sortie en circuit ouvert: 0,25 kVc à 4 kVc;
- impédance dynamique: à l'étude
(actuellement): 12 ou 30 Ω ;
- polarité: positive/négative
- relation avec l'alimentation: asynchrone;
- fréquence maximale de répétition: 6/min.

Le matériel d'essai comprend également (voir annexe B, figure B.3):

- un circuit de couplage;
- un circuit de découplage;
- un appareil de mesure approprié (oscilloscope) d'une bande passante supérieure ou égale à 10 MHz.

A.2.4 *Ring wave (under consideration)*

A.2.4.1 *Reference*

See relevant future section of IEC 1000-4.

A.2.4.2 *Purpose of the test – Range of application*

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment to oscillatory transients – "ring waves" – that occur on residential and industrial LV underground cabling networks. These transients are caused mainly by switching phenomena.

This test is complementary to the 1,2/50 μ s surge test that covers transients occurring on outdoor (overhead lines) networks (see test A.2.2) and is an alternative to the 0,1 MHz damped oscillatory wave both with less severe requirements (A.2.5).

The energy of the "ring waves" test is however less than that of the surges test; but the former may generate effects in the EUT due to the voltage polarity changes.

The test applies to equipment intended for LV residential and industrial networks and possibly for electrical substations.

A.2.4.3 *Test wave characteristics*

The waveform consists of a pulse with a rise time of 0,5 μ s followed by an oscillation with an oscillation at 100 kHz with a decrement such that each peak is 60 % of the preceding peak. See figure A.14.

A.2.4.4 *Test generator/test equipment*

A schematic of the test generator is represented in figure A.15.

- open-circuit output voltage: 0,25 kVp to 4 kVp;
- dynamic impedance: under consideration;
(presently): 12 or 30 Ω ;
- polarity: positive/negative;
- relation to power supply: asynchronous;
- maximum repetition rate: 6/min.

The test equipment comprises also (see annex B, figure B.3):

- a coupling circuit;
- a decoupling circuit;
- an appropriate measuring instrument (oscilloscope) with a frequency range equal to or over 10 MHz.

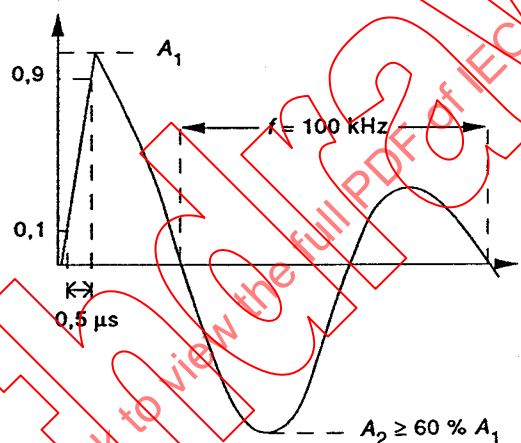
A.2.4.5 Niveaux de sévérité recommandés

Niveau	Mode commun A_c kV	Mode différentiel A_c kHz
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x	Sujet à accord	

Recommandations pour le choix des niveaux de sévérité: à l'étude.

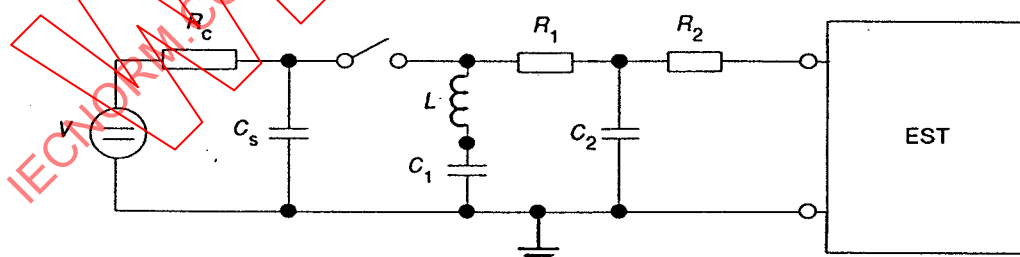
A.2.4.6 Remarques concernant la procédure d'essai

- le nombre d'essais sera limité à: (à l'étude);
- l'intervalle entre deux essais sera d'au moins 10 s.



CEI 1 239/92

Figure A.14 – Caractéristiques de l'onde sinusoïdale amortie (tension en circuit ouvert)



CEI 1 240/92

- | | |
|---|--|
| V est la source haute tension | C_2 est le condensateur d'adaptation |
| R_c est la résistance de charge | R_1 est la résistance d'adaptation à temps constant |
| C_s est le condensateur de stockage d'énergie | R_2 est la résistance d'adaptation d'impédance du générateur |
| C_1-L est le circuit oscillant | |

Figure A.15 – Schéma d'un générateur d'onde sinusoïdale amortie

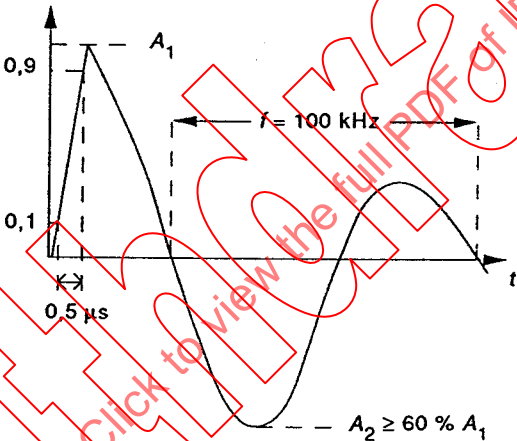
A.2.4.5 Recommended severity levels

Level	Common mode A_p kV	Differential mode A_p kHz
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x	Subject to agreement	

Recommendations for the choice of the severity level: under consideration.

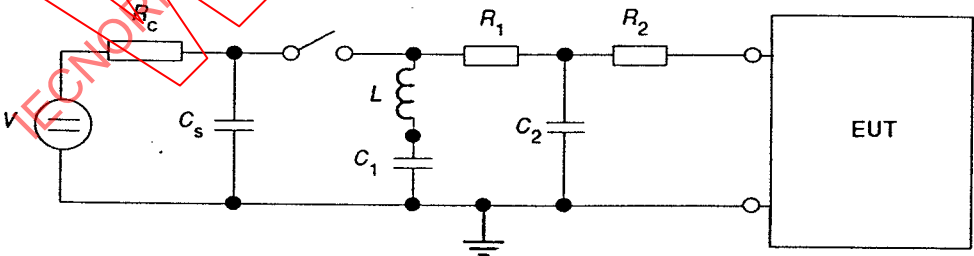
A.2.4.6 Comments on the test procedure

- the number of tests shall be limited to: (under consideration);
- the interval between two tests shall be at least 10 s.



IEC 1239/92

Figure A.14 – Ring wave characteristics (open-circuit voltage)



IEC 1240/92

- | | | | |
|-------------------|---------------------------------|----------------|--|
| V | is the high-voltage source | C ₂ | is the matching capacitor |
| R _c | is the charging resistor | R ₁ | is the time constant matching resistor |
| C _s | is the energy storage capacitor | R ₂ | is the generator impedance matching resistor |
| C ₁ -L | is the oscillatory circuit | | |

Figure A.15 – Schematic of a ring wave generator

A.2.5 Ondes oscillatoires amorties (à l'étude)

A.2.5.1 Références

Voir la future section correspondante de la CEI 1000-4 et la CEI 255-22-1.

A.2.5.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité du matériel électrique ou électronique – particulièrement le matériel installé dans les postes électriques HT/MT, ou le matériel à haute fiabilité – à un certain type de transitoire oscillant induit dans les circuits basse tension par des phénomènes dans les réseaux HT/MT (de commutation, défauts, etc). Ce type de transitoire est caractérisé par des oscillations assez fortement amorties dans une gamme de fréquence comprise entre 30 kHz et 2 MHz.

L'essai s'applique principalement à du matériel installé dans des postes électriques, du côté alimentation aussi bien que du côté commande et signaux de l'EST.

NOTE - On peut également envisager cet essai pour du matériel placé dans d'autres endroits tels que réseaux publics BT principalement à la fréquence 100 kHz. Il peut être remplacé par l'essai plus spécifique de «l'onde sinusoïdale amortie» (voir essai A.2.4). (Ce dernier a un temps de montée plus grand.) De même, cet essai est complémentaire de l'essai d'onde de choc (voir essai A.2.2).

A.2.5.3 Caractéristiques de l'onde d'essai

La tension d'essai consiste en une oscillation amortie à une fréquence comprise entre 30 kHz et 10 MHz, avec les valeurs préférentielles de 0,1 MHz et 1 MHz, avec une valeur crête décroissant à 50 % de la première crête après trois à six périodes et avec un temps de montée de la première onde d'environ 75 ns (voir figure A.16). Ces oscillations sont appliquées avec une fréquence de répétition d'environ 40/s à 0,1 MHz et de 400/s à 1 MHz (valeurs préférentielles).

A.2.5.4 Générateur d'essai/matériel d'essai

Un schéma du générateur d'essai est représenté en figure A.13:

- fréquence: 0,1 MHz et 1 MHz;
- tension crête de sortie à circuit ouvert: 0,25 kV à 2,5 kV;
- impédance dynamique: à l'étude;
- (actuellement dans CEI 255-22-1): $200 \Omega \pm 20 \%$;
- polarité de la première demi-onde: positive/négative;
- relation avec l'alimentation: asynchrone;
- fréquence de répétition: valeurs préférentielles: 40/s ou 400/s.

Le matériel d'essai comprend également (voir annexe B, figure B.3):

- un circuit de couplage;
- un circuit de découplage;
- un appareil de mesure approprié (oscilloscope) avec une bande passante supérieure ou égale à 10 MHz.

A.2.5 Damped oscillatory waves (under consideration)

A.2.5.1 References

See relevant future section of IEC 1000-4 and IEC 255-22-1.

A.2.5.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of electrical or electronic equipment – particularly equipment installed in HV/MV electricity substations, or high reliability equipment – to oscillatory transients induced in the low-voltage circuits by phenomena in the HV or MV networks (switching phenomena, faults, etc). This type of transient is characterized by quite heavily damped oscillations in a frequency range between 30 kHz and 2 MHz.

The test applies essentially to equipment installed in electricity substations on the power supply port and on the control and signal ports of the EUT.

NOTE - This test can also be considered for equipment placed in other locations such as residential networks, with frequency 100 kHz. It is then similar to the ring wave test (see test A.2.4). (The latter has, however, a longer rise time.) Similarly it is complementary to the surge voltage test (see test A.2.2).

A.2.5.3 Test wave characteristics

The test voltage consists of a damped oscillation with a frequency between 30 kHz and 10 MHz, with the preferred values of 0,1 MHz and 1 MHz, with a crest value decaying to 50 % of the first peak after three to six periods and with a rise time of the first wave of 75 ns (see figure A.16). These oscillations are applied with a repetition rate of approximately 40/s at 0,1 MHz and 400/s at 1 MHz (preferred values).

A.2.5.4 Test generator/test equipment

A schematic of the test generator is represented in figure A.13:

- frequency: 0,1 MHz and 1 MHz;
- open-circuit peak output voltage: 0,25 kV to 2,5 kV;
- dynamic impedance: under consideration;
(presently in IEC 255-22-1): presently in $200\ \Omega \pm 20\ %$;
- polarity of the first half wave: positive/negative;
- relation to power supply: asynchronous;
- repetition rate: preferred values: 40/s or 400/s.

The test equipment comprises also (see annex B, figure B.3):

- a coupling circuit;
- a decoupling circuit;
- an appropriate measuring instrument (oscilloscope) with a bandwidth equal to or over 10 MHz.

A.2.5.5 Niveaux de sévérité recommandés

Niveau	Mode commun U_c (kV)	Mode différentiel U_c (kHz)
1	0,5	0,25
2	1,0	0,5
3	2,0/2,5*	1,0
x	Sujet à accord	

U_c est la tension en circuit ouvert

* 2,5 kVc dans CEI 255 22-1

La même tension d'essai est appliquée sur tous les types de lignes: alimentation ou commande et signal.

A.2.5.6 Remarques concernant la procédure d'essai

La durée minimum de chaque essai est de 2 s.

L'essai est effectué à 0,1 MHz et 1,0 MHz. Toute autre valeur entre 30 kHz et 10 MHz doit être indiquée dans le plan d'essai.



Onde oscillatoire amortie 1 MHz

Onde oscillatoire amortie 0,1 MHz

Figure A.16 – Caractéristiques de l'onde oscillatoire amortie

A.2.5.5 Recommended severity levels

Level	Common mode U_p (kV)	Differential mode U_p (kHz)
1	0,5	0,25
2	1,0	0,5
3	2,0/2,5*	1,0
x	Subject to agreement	

U_p is the open-circuit voltage

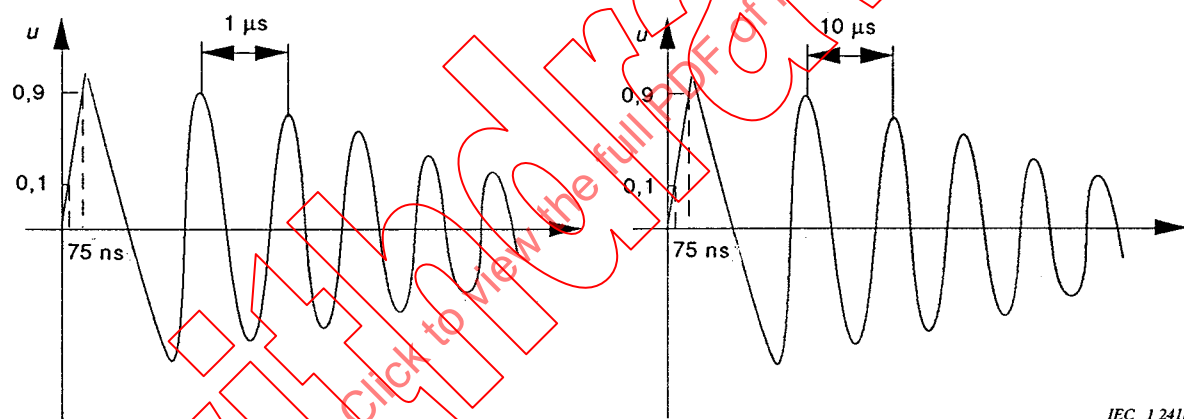
* 2,5 kVp in IEC 255-22-1.

The same test voltage is applied on all lines: power supply, or control and signal lines.

A.2.5.6 Comments on the test procedure

The minimum duration of each test is 2 s.

The test is carried out at 0,1 MHz and 1,0 MHz. Other values between 30 kHz and 10 MHz shall be recorded in the test plan.

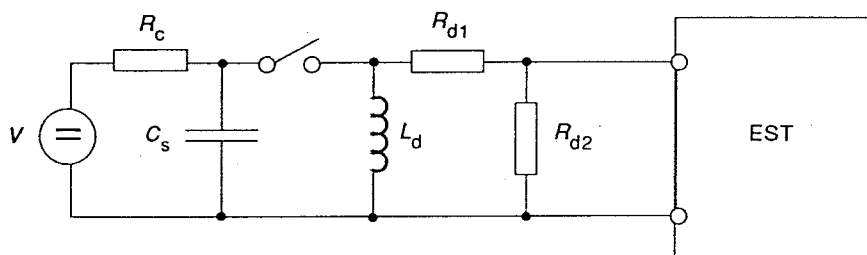


IEC 1 241/92

Damped oscillatory wave 1 MHz

Damped oscillatory wave 0,1 MHz

Figure A.16 – Damped oscillatory wave characteristics



CEI 1242/92

- V est la source haute tension
 R_c est la résistance de charge (200 K Ω)
 C_s est le condensateur de stockage d'énergie (0,15 μ F)
 R_{d1} , R_{d2} sont les résistances d'adaptation d'impédance (300 Ω)
 L_d est l'inductance d'adaptation d'impédance (0,75 μ H)

Figure A.17 – Schéma d'un générateur 1 MHz

A.2.6 Tensions haute fréquence induites (essai provisoire)

A.2.6.1 Référence

Voir la future section de la CEI 1000-4.

A.2.6.2 But de l'essai – Domaine d'application

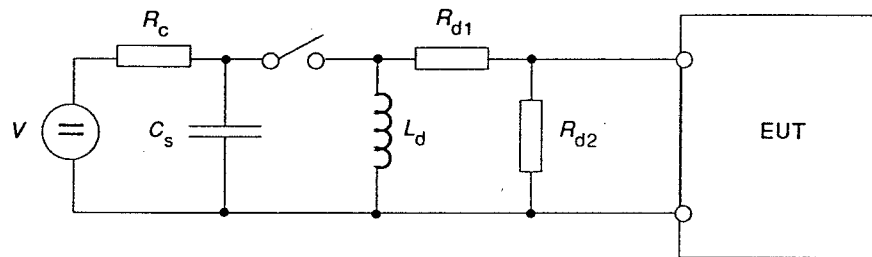
Le but de l'essai est la vérification de l'immunité du matériel électronique aux tensions haute fréquence qui apparaissent sur les lignes d'alimentation de commande et de signal par exemple en tant que tensions résiduelles sur les lignes de commande et de signaux sur l'écran des câbles blindés. Ces perturbations peuvent être des tensions continues (ou quasi continues) provenant d'opérations de commutation ou de défauts dans les réseaux HT, MT ou BT. Ces perturbations induisent des transitoires oscillatoires dans les circuits secondaires en dépit des mesures de protection.

Le brouillage apparaît comme une tension de mode commun d'amplitude limitée. Sur les câbles blindés, l'efficacité de blindage de ceux-ci limite l'amplitude de la tension.

L'essai est principalement applicable aux bornes de commande et de signaux de matériel destiné à être installé dans des postes électriques, éventuellement aussi dans des usines industrielles.

A.2.6.3 Caractéristiques de l'onde d'essai

La tension d'essai consiste en une série de rafales, dont chacune comporte 20 sinusoïdes de fréquence variable. La fréquence est balayée dans la gamme de 0,01 MHz à 1 MHz à une vitesse de 0,1 décade/s ou moins et l'intervalle entre les rafales est de 20 ms.



IEC 1242/92

- V is the high-voltage source
 R_c is the charging resistor (200 K Ω)
 C_s is the energy storage capacitor (0,15 μ F)
 R_{d1}, R_{d2} are the impedance matching resistors (300 Ω)
 L_d is the impedance matching inductor (0,75 μ H)

Figure A.17 – Schematic of a 1 MHz generator

A.2.6 High-frequency induced voltages (provisional test)

A.2.6.1 Reference

See future section of IEC 1000-4.

A.2.6.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of electronic equipment to high-frequency voltages that appear on power, control and signal lines, for example as residual voltages on the screen of shielded cables. These disturbances may be continuous (or quasi continuous) voltages which originate from switching operations, or faults in the HV, MV, or LV networks. These disturbances induce oscillatory transients in the secondary circuits despite protective measures.

The interference appears as common mode voltage of limited amplitude. On the circuits of shielded cables, the shielding efficiency limits the voltage magnitude.

The test is essentially applicable to the control and signal ports of equipment to be installed in electrical substations and also possibly in industrial plants.

A.2.6.3 Test wave characteristics

The test voltage consists of a series of bursts, each of them consisting of 20 sinusoids of variable frequency. The frequency sweeps in the range 0,01 MHz to 1 MHz at a rate of 0,1 decade/s or lower and the interval between the bursts is 20 ms.

A.2.6.4 Générateur d'essai/matériel d'essai

Spécifications du générateur d'essai (et de l'amplificateur associé si nécessaire):

- tension de sortie crête en circuit ouvert: maximum 100 V;
- impédance du générateur: 200 Ω ;
- courant de sortie: $\geq 0,25 A_c$;
- modulation marche/arrêt: impulsions de 20 sinusoïdes avec des intervalles de 20 ms;
- balayage de fréquence 1 kHz à 1 MHz: < 0,1 décade/s.

Le matériel d'essai comprend également:

- un circuit de couplage;
- un circuit de découplage;
- un appareil de mesure approprié (oscilloscope ou voltmètre sélectif).

A.2.6.5 Niveaux de sévérité recommandés

Niveau	Tension d'essai (crête) V
1	10
2	20
3	50
4	100
x	Sujet à accord

La tension d'essai est appliquée en mode commun sur les bornes d'alimentation et de commande.

A.2.6.6 Remarques concernant la procédure d'essai

La durée de l'essai doit être limitée au temps nécessaire pour vérifier le bon comportement de l'EST en fonctionnement comme spécifié dans le plan d'essai.

A.2.7 Perturbations conduites radiofréquence (à l'étude)

A.2.7.1 Références

Voir les futures sections de la CEI 801-6, CEI 1000-4, CEI 1000-4-6 et la 2^e édition de la CEI 790 (à l'étude).

A.2.7.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de cet essai est la vérification de l'immunité de matériels électroniques: dispositifs seuls ou systèmes (y compris leurs câbles) aux brouillages rayonnés en remplaçant un essai direct utilisant un champ perturbateur par un essai indirect équivalent, avec une perturbation de conduction. Ce courant est le même que celui qui serait induit par le champ perturbateur.

A.2.6.4 Test generator/test equipment

Specifications of the test generator (and associated amplifier if necessary):

- open circuit peak output voltage: maximum 100 V;
- generator impedance: 200 Ω ;
- output current: $\geq 0,25 A_p$;
- on/off modulation: pulses of 20 sinusoids with intervals of 20 ms;
- frequency sweeping 1 kHz to 1 MHz: < 0,1 decade/s.

The test equipment also comprises:

- a coupling circuit;
- a decoupling circuit;
- an appropriate measuring instrument (oscilloscope or selective voltmeter).

A.2.6.5 Recommended severity levels

Level	Peak test voltage V
1	10
2	20
3	50
4	100
x	Subject to agreement

The test voltage is applied in common mode on power supply and control terminals.

A.2.6.6 Comments on the test procedure

The duration of the test is to be limited to the time necessary to check the operating behaviour of the EUT as specified in the test plan.

A.2.7 Conducted radio frequency disturbances (under consideration)

A.2.7.1 References

See future sections of IEC 801-6, future sections of IEC 1000-4, IEC 1000-4-6 and 2nd edition of IEC 790 (under consideration).

A.2.7.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of electronic equipment: single devices or systems (including their cables) against radiated interferences by replacing a direct test with a disturbance field by an equivalent indirect test with a conducted disturbance. This current is the same that would be induced by the disturbance field.

Deux essais sont possibles: un essai permanent et un essai impulsif.

Les spécifications d'essai sont à l'étude.

A.2.8 Onde de choc de tension 10/700 μ s (à l'étude)

A.2.8.1 Références

Voir Recommandation K21 du CCITT.

Voir également Recommandation K20, CEI 801-5 et CEI 1000-4-5 (à l'étude).

A.2.8.2 But de l'essai

Le but de l'essai est de vérifier l'immunité des matériels connectés aux lignes de télécommunications, aux perturbations par ondes de choc, dues par exemple aux chocs de foudre. Dans le contexte de la présente section, il s'applique aux matériels de terminaux tels que modems et matériels similaires, avec entrées/sorties de commande, qui envoient et reçoivent des informations par l'intermédiaire des lignes de télécommunications.

Cet essai s'applique aux bornes des lignes de télécommunication de l'EST conformément aux spécifications des administrations des télécommunications.

Remarques:

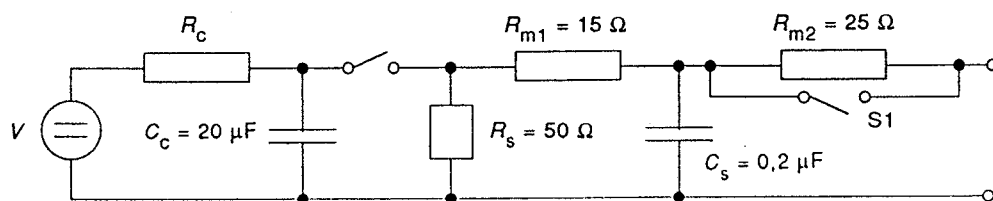
- a) pour les autres bornes, d'autres essais peuvent s'appliquer (par exemple essais A.2.2, A.2.3, A.2.4, et A.2.5);
- b) les Administrations des Télécommunications peuvent également spécifier d'autres essais très spécifiques aux télécommunications qui n'entrent pas dans le domaine d'application général du présent document (à savoir tension induite alternative, voir Recommandations K21 du CCITT).

A.2.8.3 Caractéristiques de l'onde d'essai

Cet essai est effectué avec une onde de choc de caractéristiques suivantes: (circuit ouvert)

- temps de montée 10 %/90 % = 7 μ s (durée du front 10 μ s)
- durée 50 %/50 % = 700 μ s

Cette onde de choc est caractérisée par un front de montée relativement lent, une longue durée et un contenu énergétique relativement élevé.



CEI 1243/92

Figure A.18 – Schéma du générateur d'essai

Two tests are possible: continuous wave test and impulsive test.

The test specifications are under consideration.

A.2.8 10/700 μ s voltage surge (under consideration)

A.2.8.1 References

See CCITT Recommendation K21.

See also Recommendation K20, IEC 801-5 and IEC 1000-4-5 (under consideration).

A.2.8.2 Purpose of the test

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment connected to telecommunication lines against surge disturbances due for example to lightning discharges. In the context of this section, it applies to terminal equipment such as modems and similar equipment with control inputs/outputs, which send and receive information via telecom ports.

The test applies to the telecom ports of the EUT according to the specifications of the telecom authorities.

Comments:

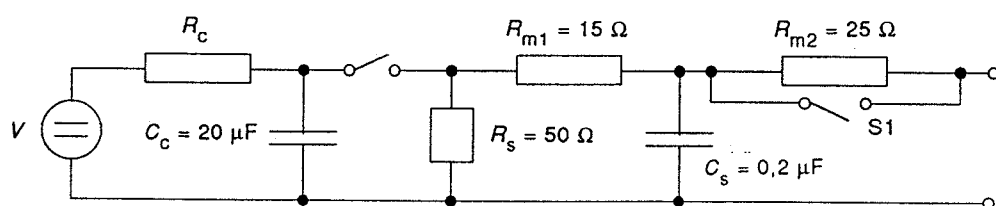
- a) for the other terminals other tests may apply (e.g. tests A.2.2, A.2.3, A.2.4, and A.2.5);
- b) then Telecom authorities may also specify further very specific telecom tests, which are not within the general scope of the present document (i.e. a.c. induced voltage, see CCITT Recommendation K21).

A.2.8.3 Test wave characteristics

The test is performed with a voltage surge having the following specifications: (open circuit)

- rise time 10 %/90 % = 7 μ s (front time 10 μ s)
- duration 50 %/50 % = 700 μ s

This surge is characterized by a relatively smooth front rise and a long duration and a relatively high energy content.



IEC 1243/92

Figure A.18 – Schematic of the test generator

A.2.8.4 Générateur d'essai/matériel d'essai

La figure A.18 représente le schéma du générateur d'essai:

- tension de sortie crête en circuit ouvert: 0,5 kV à 4 kV;
- impédance dynamique: 40 Ω ;
- polarité: positive/négative.

Le matériel d'essai comporte également:

- un circuit de couplage avec parafoudre à gaz;
- un appareil de mesure approprié à savoir un oscilloscope avec une bande passante minimum de 2 MHz.

A.2.8.5 Niveau de sévérité recommandé

La Recommandation K21 du CCITT recommande une amplitude de tension maximale de:

- matériel installé dans un environnement non exposé: $U_c \leq 1$ kV;
- matériel installé dans un environnement exposé avec une protection primaire reconnue $U_c \leq 4$ kV.

A.2.8.6 Remarques concernant la procédure d'essai

L'onde de choc d'essai est appliquée 10 fois à intervalles de 1 min et la polarité est inversée entre deux impulsions de tension consécutives.

A.3 Essais d'immunité: décharges électrostatiques

A.3.1 Décharges électrostatiques

A.3.1.1 Référence

Voir CEI 801-2 et CEI 1000-4-2 (à l'étude).

A.3.1.2 But de l'essai – Domaine d'application

Le but de l'essai est de vérifier l'immunité de matériels – appareils seuls ou systèmes implantés dans des armoires – aux décharges électrostatiques (DES) générées par exemple:

- par un opérateur ou un objet qui touche ce matériel;
- par des objets ou des personnes entrant en contact à proximité de ce matériel.

Les personnes ou les objets peuvent accumuler de l'électricité statique suite à des phénomènes variés. Il y a lieu de noter plus particulièrement que des personnes marchant sur des tapis synthétiques génèrent des charges électrostatiques. En fonction des circonstances, la tension peut atteindre 15 kV (voir article A.5 ci-dessous). La DES peut influencer sur le fonctionnement d'un matériel ou endommager ses circuits électroniques soit par un effet direct, ou, indirectement, par couplage inductif ou rayonnement.

L'essai s'applique à tous les appareils électriques et électroniques.

A.2.8.4 Test generator/test equipment

A schematic of the test generator is represented in figure A.18:

- open circuit peak output voltage: 0,5 kV to 4 kV;
- dynamic impedance: 40 Ω ;
- polarity: positive/negative.

The test equipment also includes:

- a gas arrester coupling circuit;
- an appropriate measuring instrument, i.e. an oscilloscope with a minimum bandwidth of 2 MHz.

A.2.8.5 Recommended severity level

CCITT Recommendation K21 recommends a maximum voltage amplitude of:

- equipment for unexposed environments: $U_p \leq 1$ kV;
- equipment for exposed environments with agreed primary protection: $U_p \leq 4$ kV.

A.2.8.6 Comments on the test procedure

The test surge is applied 10 times, at intervals of 1 min, and the polarity is reversed between two consecutive pulses.

A.3 Immunity tests: electrostatic discharges

A.3.1 Electrostatic discharges

A.3.1.1 Reference

See IEC 801-2 and IEC 1000-4-2 (under consideration).

A.3.1.2 Purpose of the test – Range of application

The purpose of the test is to verify the immunity of equipments – single devices or systems in cubicles – against electrostatic discharges (ESD) generated, for example:

- by an operator or an object touching the equipment;
- by objects or persons coming into contact in the vicinity of the equipment.

Persons or objects can accumulate static electricity as a result of various phenomena. It should be particularly noted that people walking on synthetic carpets generate electrostatic charges. Depending on the circumstances the voltage can reach up to 15 kV (see clause A.5 below). The ESD can influence the operation of an equipment or damage its electronic circuitry, either by a direct effect or indirectly by inductive coupling or radiation.

The test applies to all electric and electronic equipment.

A.3.1.3 Caractéristiques de la tension d'essai

La forme d'onde du courant de décharge dépend de la nature de la charge.
La figure A.19 représente une forme d'onde typique sur une charge résistive.

A.3.1.4 Générateur d'essai/Matériel d'essai

La figure A.20 donne un diagramme simplifié du générateur de DES.

A.3.1.5 Niveaux de sévérité recommandés

Niveau	Tension d'essai décharge au contact kV
1	2
2	4
3	6
4	8
x	spécial

Niveau	Tension d'essai décharge dans l'air kV
1	2
2	4
3	8
4	15
x	spécial

La méthode d'essai à utiliser de préférence est la méthode de décharge au contact. Les décharges dans l'air sont utilisées lorsque les décharges au contact ne peuvent s'appliquer.

A.3.1.6 Remarques concernant la procédure d'essai

Application directe de la décharge

La DES devra être appliquée à tous les points normalement accessibles de l'EST. L'essai est exécuté:

- avec des décharges uniques;
- entre ces points et la terre;
- avec au moins 10 décharges (positives ou négatives);
- avec des intervalles d'au moins 1 s entre les décharges successives.

Remarque:

Les points sur lesquels les décharges sont à appliquer pourront être choisis au moyen d'une exploration à 20 décharges par seconde.

Simulation de décharges entre objets à proximité de l'EST

La décharge est appliquée sur le plan de sol ou sur une plaque métallique de 50 cm x 50 cm disposée autour de l'EST (à 10 cm).

A.3.1.3 Test voltage characteristics

The waveform of the discharge current depends on the kind of load. Figure A.19 represents a typical waveform into a resistive load.

A.3.1.4 Test generator/test equipment

Figure A.20 gives a simplified diagram of the ESD generator.

A.3.1.5 Recommended severity levels

Level	Test voltage contact discharge kV
1	2
2	4
3	6
4	8
x	special

Level	Test voltage air discharge kV
1	2
2	4
3	8
4	15
x	special

Contact discharge is the preferred test method. Air discharge shall be used where contact discharge cannot be applied.

A.3.1.6 Comments on the test procedure

Direct application of the discharge.

The ESD shall be applied to all normally accessible points of the EUT. The test is performed:

- with single discharges;
- between these points and earth;
- with at least 10 discharges (positives or negatives);
- with intervals of at least 1 s between successive discharges.

Comment:

The points to which discharges are to be applied may be selected by an exploration with 20 discharges per second.

Simulation of discharges between objects in the vicinity of the EUT

The discharge is applied to the ground plane or on a metal plate of 50 cm x 50 cm around the EUT (at 10 cm from it).

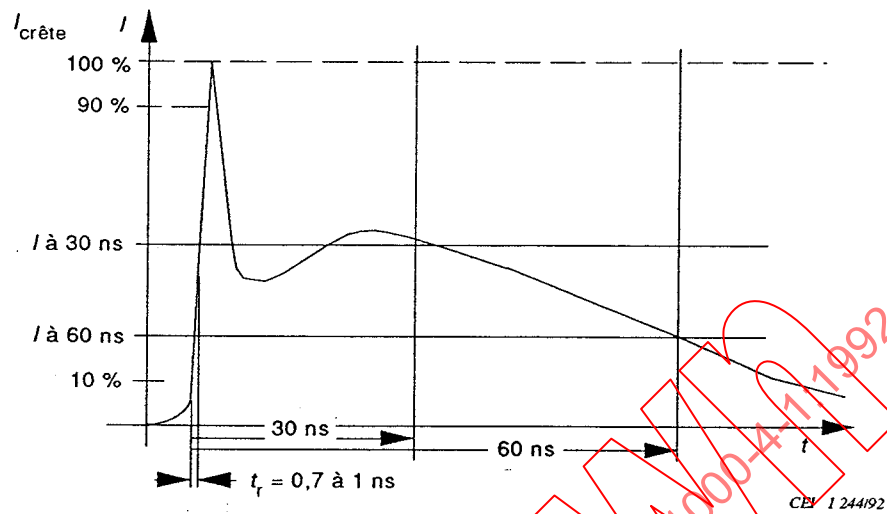
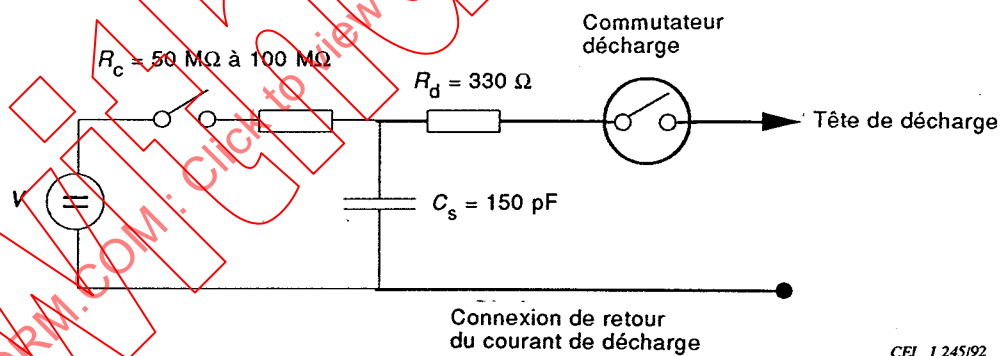


Figure A.19 – Forme d'onde type du courant de sortie du générateur DES



V	est la source haute tension	(16,5 kV)
R_c	est la résistance de charge	(50 MΩ à 100 MΩ)
C_s	est la capacité de stockage d'énergie	(150 pF)
R_d	est la résistance de décharge	(330 Ω)

Figure A.20 – Schéma simplifié du générateur DES

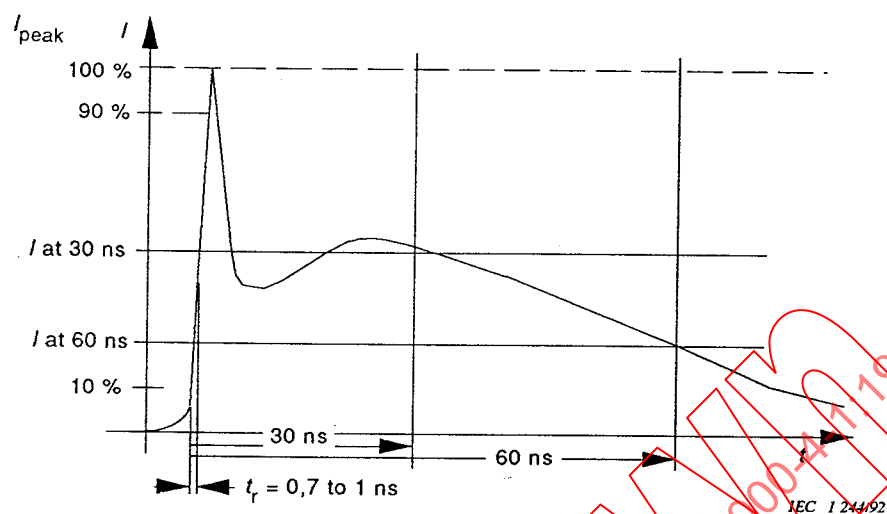
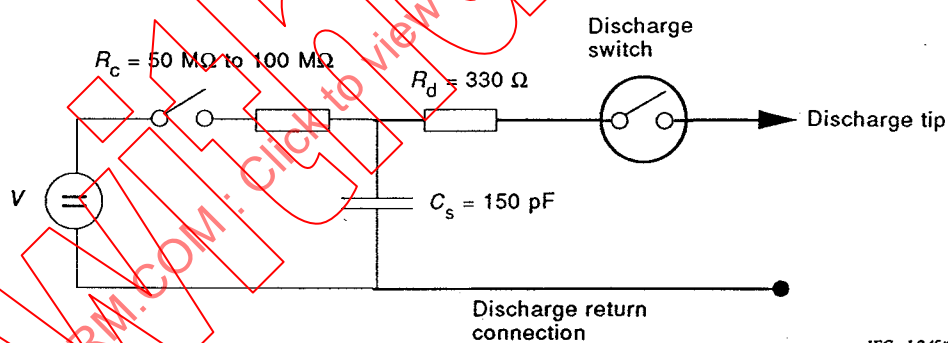


Figure A.19 – Typical waveform of the output current of the ESD generator



V	is the high-voltage source	(16,5 kV)
R_c	is the charging resistor	(50 MΩ to 100 MΩ)
C_s	is the energy storage capacitor	(150 pF)
R_d	is the discharge resistor	(330 Ω)

Figure A.20 – Simplified diagram of the ESD generator

A.4 Essais d'immunité: perturbations magnétiques

A.4.1 Champ magnétique à la fréquence secteur

A.4.1.1 Références

Voir CEI 1000-4-8 (en préparation) et 8.5.2 de la CEI 521.

NOTE - La CEI 1000-4-8 traite des champs magnétiques aux fréquences secteur 50/60 Hz. Les essais avec d'autres champs magnétiques sont à l'étude:

- pour les fréquences secteur 16 2/3 Hz (rail);
20-30 Hz (navires);
400 Hz (aviation);
- pour les courants harmoniques de la fréquence secteur (100 Hz à 2 000 Hz);
- pour les fréquences plus élevées jusqu'à 150 kHz (par exemple systèmes de signaux superposés);
- pour des champs continus.

A.4.1.2 But de l'essai

Le but de l'essai est la vérification de l'immunité des matériels, appareils ou systèmes implantés dans des armoires, aux champs magnétiques provenant de courants d'alimentation à la fréquence secteur circulant dans des conducteurs proches ou, plus rarement, d'autres dispositifs (par exemple fuites de transformateurs).

Il convient de faire la différence entre:

- le courant dans les conditions normales de fonctionnement qui produit un champ magnétique constant, d'amplitude comparativement faible;
- le courant dans des conditions de défaut qui peut produire des champs magnétiques comparativement forts de durée courte, jusqu'à ce que les dispositifs de protection fonctionnent (quelques millisecondes pour les fusibles, 3 s à 5 s au maximum pour les relais de protection).

L'essai à un champ magnétique permanent peut s'appliquer à tous les types de matériels prévus pour les réseaux publics ou industriels de distribution BT et pour les postes électriques.

L'essai au champ magnétique de courte durée (1 s à 3 s) s'applique principalement aux matériels devant être installés dans des endroits exposés dans des postes électriques.

A.4.1.3 Caractéristiques du champ d'essai

Le champ magnétique doit être un champ à la fréquence secteur, d'amplitude spécifiée, sans harmoniques, raisonnablement homogène sans l'EST (c'est-à-dire une variation d'intensité de champ de -0 % à +50 %).

A.4 Immunity tests: magnetic disturbances

A.4.1 Power frequency magnetic field

A.4.1.1 References

See IEC 1000-4-8 (in preparation) and 8.5.2 of IEC 521.

NOTE - IEC 1000-4-8 deals with magnetic fields at the power frequencies 50/60 Hz. Tests for other magnetic fields are under consideration, e.g.:

- for power frequencies 16 2/3 Hz (railways);
 20-30 Hz (ships);
 400 Hz (avionic);
- for harmonic currents of the power frequency (100 Hz to 2 000 Hz);
- for higher frequencies up to 150 kHz (e.g. from mains signalling systems);
- for d.c. fields.

A.4.1.2 Purpose of the test

The purpose of the test is to verify the immunity of equipment, apparatus or systems in cubicles, to magnetic fields originating from power frequency currents in nearby conductors or, less often, from other devices (e.g. leakage of transformers).

A distinction should be made between the following:

- the current under normal operation conditions, which produces a steady magnetic field with a comparatively small magnitude,
- the current under fault conditions which can produce comparatively high magnetic fields but of short duration, until the protection devices operate (a few milliseconds with fuses, maximum 3 s to 5 s with protection relays).

The test with a steady magnetic field may apply to all types of equipment intended for public or industrial LV distribution networks and for electricity substations.

The test to short duration magnetic field (1 s to 3 s) applies mainly to equipment to be installed in exposed places in electricity substations.

A.4.1.3 Test field characteristics

The test field should be a power frequency field of specified magnitude, free of harmonics, reasonably homogeneous without the EUT (i.e. field strength variation –0 % to +50 %).

A.4.1.4 Matériel d'essai

Le matériel d'essai comprend:

- une bobine d'induction pour générer le champ magnétique;
- une source à la fréquence-secteur pour alimenter la bobine d'induction;
- le matériel de mesure et d'essai auxiliaire nécessaire.

A.4.1.4.1 Trois types de bobines sont recommandés:

a) une spire carrée (figure A.21) – normalisée de 1 m de côté avec une tolérance de 3 dB pour l'essai de petits appareils – utilisable dans un volume: 0,6 m x 0,6 m x 0,5 (h) m.

NOTE - Pour les compteurs électriques, le paragraphe 8.5.2 de la CEI 521 spécifie une spire circulaire de 1 m de diamètre.

b) deux spires carrées (figure A.22) – [bobine d'Helmoltz] – normalisées de 1 m de côté, espacées de 0,6 m à 0,8 m pour l'essai de petits appareils mais avec un volume plus important avec une tolérance de 3 dB: 0,6 m x 0,6 m x 1,0 m à 0,6 m x 0,6 m x 1,2 m.

c) une spire appropriée pour des grands matériels par exemple armoires (figure A.23). La bobine doit être réalisée selon les dimensions de L'EST. Afin de rester dans la zone des 3 dB, il convient que le côté de la bobine soit à une distance des côtés de l'EST d'environ 25 cm à 30 cm (par exemple pour une armoire de 2,0 m x 0,5 m, les dimensions de la bobine seront 2,6 m x 1,0 m). Cela peut être modifié par étapes de 0,5 m.

A.4.1.4.2 La source de courant consiste en un régulateur de tension (relié à l'alimentation), un transformateur d'alimentation/bobine et un circuit de commande pour des essais de courte durée (figure A.25):

- | | |
|--|---|
| – gamme d'intensité de sortie pour l'essai de fonctionnement permanent | 1 A à 100 A
divisés par le facteur de la bobine; |
| – gamme d'intensité de sortie pour l'essai de fonctionnement de courte durée | 300 A à 1 000 A
divisés par le facteur de la bobine; |
| – temps programmable pour l'essai de fonctionnement de courte durée | 1 s à 3 s |

NOTES

1 Pour une investigation préliminaire en vue de découvrir les éléments sensibles, il peut être fait usage de la méthode de proximité. Cette méthode consiste à déplacer le long des côtés de l'EST une petite bobine qui permet aussi de modifier la direction du champ.

Cette méthode n'est pas applicable pour les essais d'acceptation.

2 Pour les essais à fréquence secteur, les bobines sont normalement alimentées par le même réseau que l'EST.

A.4.1.4 Test equipment

The test equipment includes:

- an induction coil to generate the magnetic field;
- a power frequency source to supply the induction coil;
- the necessary auxiliary test and measurement equipment.

A.4.1.4.1 Three types of coils are recommended:

a) a single induction coil (figure A.21) of square form – standardized side length: 1 m, for the testing of small apparatus – usable volume within 3 dB tolerance: 0,6 m x 0,6 m x 0,5 (h) m.

NOTE - For electrical meters, 8.5.2 of IEC 521 specifies a single coil of 1 m diameter.

b) a double induction coil (figure A.22) – [Helmoltz coil] of square form – standardized side length 1 m and distance between each half coil 0,6 m respectively 0,8 m, also for the testing of small apparatus but with a larger usable volume 3 dB tolerance: 0,6 m x 0,6 m x 1,0 m respectively 0,6 m x 0,6 m x 1,2 m.

c) dedicated single induction coils for large equipment for example cabinets (figure A.23). The coil shall be realized according to the dimensions of the EUT. In order to remain in the 3 dB area, the coil side should be at a distance of approximately 25 cm to 30 cm from the EUT sides (e.g. for a cabinet 2,0 m x 0,5 m, the coil dimensions should be approximately 2,6 m x 1,0 m). It can be moved in steps of 0,5 m.

A.4.1.4.2 The current source consists of a voltage regulator (connected to the mains supply), a transformer supply/coil and a control circuit for short duration tests (figure A.25).

- | | |
|--|--|
| – output current range for continuous mode tests | 1 A to 100 A
divided by the coil factor |
| – output current range for short duration tests | 300 A to 1 000 A
divided by the coil factor |
| – time adjustment for short time tests | 1 s to 3 s |

NOTES

1 For preliminary investigations in order to discover the sensitive parts of an EUT, use of the "proximity method" can be made. This method consists of moving a small coil along the EUT side which also allows variation in the field direction.

This method is not applicable for acceptance tests.

2 For tests with power frequency the coils are normally supplied by the same network as the EUT.

A.4.1.5 Niveaux de sévérité recommandés

Niveau	Champ permanent A/m	Courte durée 1 s à 3 s A/m
1	1	–
2	3	–
3	10	–
4	30	300
5	100	1 000
x	Sujet à accord	Sujet à accord

NOTES

1 100 A/m génère un champ en espace libre de 0,125 mT ou 1,25 G.

2 Les intensités de champ ci-dessus sont les valeurs mesurées en champ libre sans l'EST. Pour les compteurs d'électricité, 8.5.2 de la CEI 521 spécifie 400 A/m.

A.4.1.6 Remarques concernant la procédure d'essai

Les essais en champ magnétique sont principalement des essais de laboratoire.

A.4.1.5 Recommended severity levels

Level	Continuous field	Short duration 1 s to 3 s
	A/m	A/m
1	1	–
2	3	–
3	10	–
4	30	300
5	100	1 000
x	Subject to agreement	Subject to agreement

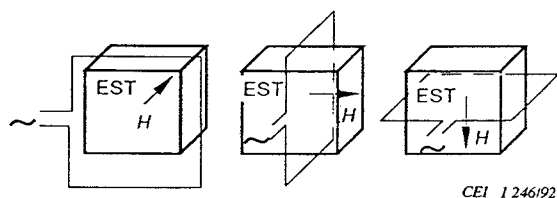
NOTES

1 100 A/m generates a free space field of 0,125 mT ou 1,25 G.

2 The above field strengths are the values of the free field without EUT. For electricity meters, 8.5.2 of IEC 521 specifies 400 A/m.

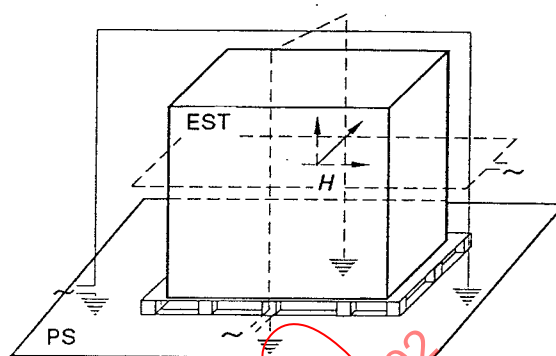
A.4.1.6 Comments on the tests procedure

Magnetic field tests are mainly laboratory tests.



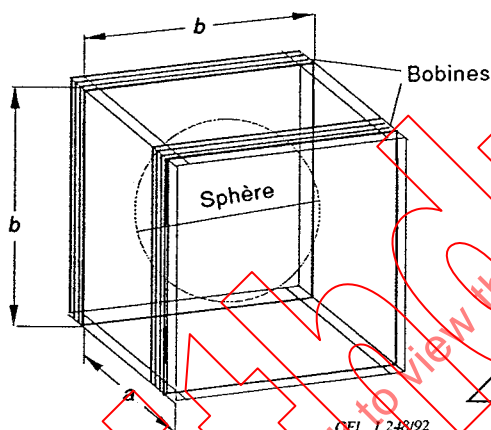
CEI 1 246/92

Figure A.21 – Exemple d'une bobine d'induction pour l'essai de petits EST



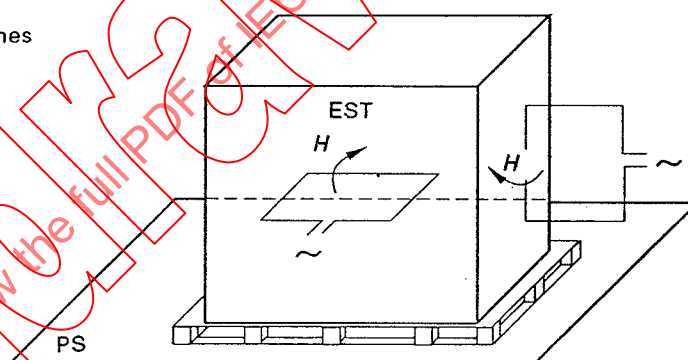
CEI 1 247/92

Figure A.23 – Exemple d'une bobine d'induction à une spire pour l'essai de baies



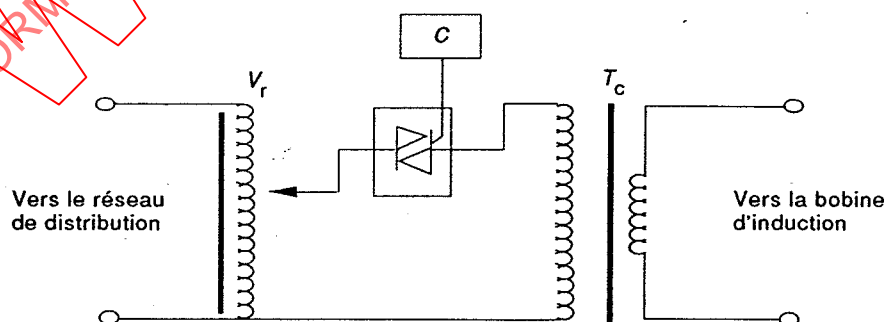
CEI 1 248/92

Figure A.22 – Bobine d'Helmoltz pour l'essai de petits EST



CEI 1 249/92

Figure A.24 – Exemple d'une bobine d'induction pour une investigation qualitative de la sensibilité magnétique par la méthode de proximité



CEI 1 250/92

- V_r est le régulateur de tension
 C est le circuit de commande (permanent/courte durée)
 T_c est le transformateur de courant

Figure A.25 – Schéma de la source de courant