

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-5**

Première édition
First edition
1995-02

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 5: Surge immunity test



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1000-4-5: 1995

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-5**

Première édition
First edition
1995-02

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 5: Surge immunity test

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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	12
3.1 Transitoires de manoeuvre	12
3.2 Transitoires de foudre	12
3.3 Simulation des transitoires	12
4 Définitions	14
5 Niveaux d'essai	16
6 Instrumentation d'essai	18
6.1 Générateur (hybride) d'ondes combinées (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)	18
6.2 Générateur d'essai 10/700 μ s suivant le CCITT	20
6.3 Réseaux de couplage/découplage	22
7 Montage d'essai	26
7.1 Matériel d'essai	26
7.2 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur l'alimentation de l'EST	26
7.3 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées	28
7.4 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes d'interconnexion ou de télécommunications symétriques non blindées (figure 12)	28
7.5 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes blindées	28
7.6 Montage d'essai pour l'application de différences de potentiel	30
7.7 Autres montages d'essai	30
7.8 Conditions d'essai	30
8 Procédure d'essai	30
8.1 Conditions de référence en laboratoire	30
8.2 Application de l'onde de choc en laboratoire	32
9 Résultats d'essai et compte rendu d'essai	34
Tableaux	
1 Niveaux d'essai	16
2 Définitions des paramètres de la forme d'onde 1,2/50 μ s	38
3 Définitions des paramètres de la forme d'onde 10/700 μ s	42
A.1 Choix des niveaux d'essai (en fonction des conditions d'installation)	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 General	13
3.1 Switching transients	13
3.2 Lightning transients	13
3.3 Simulation of the transients	13
4 Definitions	15
5 Test levels	17
6 Test instrumentation	19
6.1 Combination wave (hybrid) generator (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)	19
6.2 Test generator 10/700 μ s according to CCITT	21
6.3 Coupling/decoupling networks	23
7 Test set-up	27
7.1 Test equipment	27
7.2 Test set-up for tests applied to EUT power supply	27
7.3 Test set-up for tests applied to unshielded unsymmetrically operated interconnection lines	29
7.4 Test set-up for tests applied to unshielded symmetrically operated interconnection/telecommunication lines (figure 12)	29
7.5 Test set-up for tests applied to shielded lines	29
7.6 Test set-up to apply potential differences	31
7.7 Other test set-ups	31
7.8 Test conditions	31
8 Test procedure	31
8.1 Laboratory reference conditions	31
8.2 Application of the surge in the laboratory	33
9 Test results and test report	35
Tables	
1 Test levels	17
2 Definitions of the waveform parameters 1,2/50 μ s	39
3 Definitions of the waveform parameters 10/700 μ s	43
A.1 Selection of the test levels (depending on the installation conditions)	63

Figures

1	Schéma de principe du circuit du générateur d'ondes combinées	38
2	Forme d'onde de tension en circuit ouvert (1,2/50 μ s)	40
3	Forme d'onde en courant de court-circuit (8/20 μ s)	40
4	Schéma de principe du générateur d'impulsions 10/700 μ s	42
5	Forme d'onde de tension en circuit ouvert (10/700 μ s)	44
6	Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a./c.c.; couplage entre un fil et la terre (conformément à 7.2)	46
7	Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a./c.c.; couplage entre fils de ligne (conformément à 7.2)	46
8	Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé); couplage entre la phase L3 et la phase L1 (conformément à 7.2)	48
9	Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé); couplage entre la phase L3 et la terre (conformément à 7.2), sortie du générateur mise à terre	50
10	Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non blindées; couplage entre fils ou entre un fil et la terre (conformément à 7.3), couplage par condensateurs	52
11	Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre (conformément à 7.3), couplage par parafoudres	54
12	Exemple de montage d'essai pour lignes non blindées utilisées de façon symétrique (lignes de télécommunications); couplage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre (conformément à 7.4), couplage par parafoudres	56
13	Exemple de montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes blindées (conformément à 7.5) en vue de l'application de différence de potentiel (conformément à 7.6), couplage par conduction	58
14	Exemple de montage d'essai pour les essais pratiqués sur lignes blindées et lignes non blindées mises à la terre à une seule extrémité (conformément à 7.5) en vue de l'application de différences de potentiel (conformément à 7.6), couplage par conduction	58
B.1	Exemple de protection contre les ondes de choc par blindage dans les bâtiments comportant un système commun de terre de référence	72
B.2	Exemple de protection secondaire contre les ondes de choc dans les bâtiments comportant des systèmes indépendants de terre de référence	72
B.3	Exemple de protection primaire et secondaire contre les ondes de choc pour des matériels installés à la fois à l'intérieur et à l'extérieur	74

Annexes

A	Choix des générateurs et des niveaux d'essai	60
B	Notes explicatives	64
C	Bibliographie	76

Figures

1	Simplified circuit diagram of the combination wave generator	39
2	Waveform of open-circuit voltage (1,2/50 μ s)	41
3	Waveform of short-circuit current (8/20 μ s)	41
4	Simplified circuit diagram of the 10/700 μ s impulse generator	43
5	Waveform of open-circuit voltage (10/700 μ s)	45
6	Example of test set-up for capacitive coupling on a.c./d.c. lines; line-to-earth coupling (according to 7.2)	47
7	Example of test set-up for capacitive coupling on a.c./d.c. lines; line-to-line coupling (according to 7.2)	47
8	Example of test set-up for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases); line L3 to line L1 coupling (according to 7.2)	49
9	Example of test set-up for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases); line L3 to earth coupling (according to 7.2), generator output earthed	51
10	Example of test set-up for unshielded interconnection lines; line-to-line/ line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via capacitors	53
11	Example of test set-up for unshielded unsymmetrically operated lines; line-to line/line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via arrestors	55
12	Example of test set-up for unshielded symmetrically operated lines (telecommunication lines); line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.4), coupling via arrestors	57
13	Example of test set-up for tests applied to shielded lines (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling	59
14	Example of test set-up for tests applied to unshielded lines and shielded lines earthed only at one end (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling	59
B.1	Example for surge protection by shielding in buildings with common earth reference system	73
B.2	Example for secondary surge protection in buildings with separate common earth reference systems	73
B.3	Example for primary and secondary surge protection of indoor-outdoor equipment	75

Annexes

A	Selection of generators and test levels	61
B	Explanatory notes	65
C	Bibliography	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure –
Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc

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 1000-4-5 a été établie par le sous-comité 65A: Aspects systèmes, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Elle constitue la section 5 de la partie 4 de la norme CEI 1000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
65A 41 77B (BC) 25	65A/168/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 5: Surge immunity test**

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 1000-4-5 has been prepared by sub-committee 65A: System aspects, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

It forms section 5 of part 4 of IEC 1000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

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

DIS	Report on voting
65A 77B (CO) ⁴¹ ₂₅	65A/168/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

INTRODUCTION

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

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

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

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme normes internationales soit comme rapports techniques.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai relatives aux ondes de tension ou aux ondes de courant.

INTRODUCTION

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

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

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

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 9: Miscellaneous

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

This section is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to surge voltages and surge currents.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 1000-4 se rapporte aux prescriptions d'immunité pour les matériels, aux méthodes d'essai et à la gamme des niveaux d'essai recommandés, vis-à-vis des ondes de choc unidirectionnelles provoquées par des surtensions dues aux transitoires de foudre et de manoeuvre. Elle définit plusieurs niveaux d'essai se rapportant à différentes conditions d'environnement et d'installation. Ces prescriptions sont développées pour les matériels électrique et électronique et leur sont applicables.

Cette section a pour objet d'établir une référence commune d'évaluation des performances des matériels lorsque leurs lignes d'alimentation et d'interconnexion sont soumises à des perturbations de grande énergie.

Cette norme définit:

- la gamme des niveaux d'essai;
- le matériel d'essai;
- le montage d'essai;
- la procédure d'essai.

L'essai de laboratoire décrit ici a pour but de déterminer la réaction de l'EST, dans des conditions opérationnelles spécifiées, aux surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manoeuvres, pour certains niveaux de menace.

Il n'est pas destiné à évaluer la capacité de l'isolation à supporter des tensions élevées. Le coup de foudre direct n'est pas pris en compte par cette norme.

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

2 Références normatives

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

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

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test

1 Scope and object

This section of IEC 1000-4 relates to the immunity requirements, test methods, and range of recommended test levels for equipment to unidirectional surges caused by overvoltages from switching and lightning transients. Several test levels are defined which relate to different environment and installation conditions. These requirements are developed for and are applicable to electrical and electronic equipment.

The object of this section is to establish a common reference for evaluating the performance of equipment when subjected to high-energy disturbances on the power and inter-connection lines.

This standard defines:

- range of test levels;
- test equipment;
- test set-up;
- test procedure.

The task of the described laboratory test is to find the reaction of the EUT under specified operational conditions caused by surge voltages from switching and lightning effects at certain threat levels.

It is not intended to test the capability of the insulation to withstand high-voltage stress. Direct lightning is not considered in this standard.

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

2 Normative references

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

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

CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 469-1: 1987, *Techniques des impulsions et appareils – Première partie: Termes et définitions concernant les impulsions*

3 Généralités

3.1 Transitoires de manoeuvre

Les transitoires dus aux manoeuvres peuvent être séparés en transitoires provenant:

- a) de perturbations résultant de manoeuvres sur de grands réseaux électriques, telles que celles produites par la manoeuvre de batteries de condensateurs;
- b) d'une activité de manoeuvre de moindre importance pratiquée à proximité de l'instrumentation ou encore à des modifications de la charge du réseau de distribution électrique;
- c) de circuits résonnants associés à des composants de commutation, tels que les thyristors;
- d) de divers défauts du réseau, tels que les courts-circuits et les amorçages vers le dispositif de mise à la terre de l'installation.

3.2 Transitoires de foudre

Les principaux mécanismes par lesquels la foudre produit des tensions de choc sont les suivants:

- a) un coup de foudre direct sur une ligne extérieure produisant l'injection de courants forts transformés en tensions lors de leur écoulement au travers de la résistance de terre ou au travers de l'impédance présentée par la ligne extérieure;
- b) un coup de foudre indirect (une décharge entre les nuages ou en leur sein, ou encore, sur des objets proches qui engendre des champs électromagnétiques) induisant des tensions/courants sur les conducteurs des lignes situées à l'extérieur et/ou à l'intérieur d'un bâtiment;
- c) l'écoulement à la terre d'un courant de foudre résultant de la proximité de décharges directes et se couplant au réseau commun du dispositif de mise à la terre de l'installation.

La variation rapide de la tension et la circulation du courant pouvant résulter de l'amorçage d'une protection sont susceptibles d'influencer les lignes intérieures.

3.3 Simulation des transitoires

- a) Les caractéristiques du générateur d'essai sont telles qu'il simule les phénomènes mentionnés ci-dessus aussi fidèlement que possible;
- b) si la source de perturbation est dans le même circuit, par exemple dans le réseau d'alimentation (couplage direct), le générateur peut simuler une source à basse impédance aux points d'accès du matériel soumis à l'essai;
- c) si la source de perturbation n'est pas dans le même circuit que les points d'accès de l'équipement victime (couplage indirect), alors le générateur peut simuler une source d'impédance plus élevée.

IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 469-1: 1987, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

3 General

3.1 *Switching transients*

System switching transients can be separated into transients associated with:

- a) major power system switching disturbances, such as capacitor bank switching;
- b) minor switching activity near the instrumentation or load changes in the power distribution system;
- c) resonating circuits associated with switching devices, such as thyristors;
- d) various system faults, such as short circuits and arcing faults to the earthing system of the installation.

3.2 *Lightning transients*

The major mechanisms by which lightning produces surge voltages are the following:

- a) a direct lightning stroke to an external circuit (outdoor) injecting high currents producing voltages by either flowing through earth resistance or flowing through the impedance of the external circuit;
- b) an indirect lightning stroke (i.e. a stroke between or within clouds or to nearby objects which produces electromagnetic fields) that induces voltages/currents on the conductors outside and/or inside a building;
- c) lightning earth current flow resulting from nearby direct-to-earth discharges coupling into the common earth paths of the earthing system of the installation.

The rapid change of voltage and flow of current which may occur when a protector is excited may couple into internal circuits.

3.3 *Simulation of the transients*

- a) The characteristics of the test generator are such that it simulates the above-mentioned phenomena as closely as possible;
- b) if the source of interference is in the same circuit, e.g. in the power supply network (direct coupling), the generator may simulate a low impedance source at the ports of the equipment under test;
- c) if the source of interference is not in the same circuit (indirect coupling) as the ports of the victim-equipment, then the generator may simulate a higher impedance source.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1000-4, les définitions suivantes et celles de la CEI 50(161) s'appliquent, sauf spécification contraire.

4.1 lignes équilibrées: Paire de conducteurs cheminant de façon symétrique dont la perte de conversion du mode différentiel en mode commun est inférieure à 20 dB.

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

4.3 réseau de découplage: Circuit électrique dont le but est d'empêcher les ondes de choc appliquées à l'EST d'influencer d'autres appareils, matériels ou systèmes qui ne font pas partie de l'essai.

4.4 durée: La valeur absolue de l'intervalle de temps pendant lequel un élément particulier ou une forme d'onde spécifiés se produisent ou se maintiennent. [CEI 469-1]

4.5 EST: matériel soumis à l'essai.

4.6 durée du front

tension de choc: La durée de front T_1 d'une tension de choc est un paramètre conventionnel défini comme 1,67 fois l'intervalle de temps T compris entre les instants où la tension atteint 30 % et 90 % de la valeur de crête (voir figure 2).

courant de choc: La durée de front T_1 d'un courant de choc est un paramètre conventionnel défini comme 1,25 fois l'intervalle de temps T compris entre les instants où le courant atteint 10 % et 90 % de la valeur de crête (voir figure 3). [CEI 60-1 modifiée]

4.7 immunité: Aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence de perturbations électromagnétiques. [VEI 161-01-20]

4.8 installation électrique: Ensemble de matériels électriques associés en vue d'une application donnée et ayant des caractéristiques coordonnées. [VEI 826-01-01]

4.9 lignes d'interconnexion: Elles sont constituées de:

- lignes E/S (lignes d'entrées/sorties);
- lignes de communication;
- lignes équilibrées.

4.10 protection primaire: Moyens par lesquels la majeure partie de l'énergie perturbatrice est empêchée de se propager au-delà d'une interface désignée.

4.11 temps de montée: Durée de l'intervalle de temps entre les instants auxquels la valeur instantanée d'une impulsion atteint pour la première fois une valeur inférieure puis une valeur supérieure donnée.

NOTE – Sauf spécification contraire, les valeurs inférieure et supérieure sont fixées à 10 % et 90 % de la hauteur de l'impulsion. [VEI 161-02-05]

4 Definitions

For the purposes of this section of IEC 1000-4, the following definitions together with those in IEC 50(161) apply, unless otherwise stated.

4.1 balanced lines: A pair of symmetrically driven conductors with a conversion loss from differential to common mode of less than 20 dB.

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

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

4.4 duration: The absolute value of the interval during which a specified waveform or feature exists or continues. [IEC 469-1]

4.5 EUT: Equipment under test.

4.6 front time

surge voltage: The front time T_1 of a surge voltage is a virtual parameter defined as 1,67 times the interval T between the instants when the impulse is 30 % and 90 % of the peak value (see figure 2).

current surge: The front time T_1 of a surge current is a virtual parameter defined as 1,25 times the interval T , between the instants when the impulse is 10 % and 90 % of the peak value (see figure 3). [IEC 60-1 modified]

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

4.8 electrical installation: An assembly of associated electrical equipment to fulfil a specific purpose or purposes and having coordinated characteristics. [IEV 826-01-01]

4.9 interconnection lines consist of:

- I/O lines (input/output lines);
- communication lines;
- balanced lines.

4.10 primary protection: The means by which the majority of stressful energy is prevented from propagating beyond the designated interface.

4.11 rise time: The interval of time between the instants at which the instantaneous value of a pulse first reaches a specified lower value and then a specified upper value.

NOTE – Unless otherwise specified, the lower and upper values are fixed at 10 % and 90 % of the pulse magnitude. [IEV 161-02-05]

4.12 protection secondaire: Moyens par lesquels le résidu d'énergie ayant traversé la protection primaire est éliminé. Ils peuvent être faits d'un dispositif spécial ou constituer une caractéristique inhérente à l'EST.

4.13 onde de choc: Onde transitoire de courant, tension ou puissance électrique se propageant le long d'une ligne ou dans un circuit et comportant une montée rapide suivie d'une décroissance plus lente. [VEI 161-08-11 modifié]

4.14 système: Ensemble d'éléments associés pour atteindre un but déterminé au moyen d'un fonctionnement spécifié.

NOTE - Un système est considéré comme séparé du milieu ambiant et d'autres systèmes extérieurs par une surface imaginaire qui coupe les liaisons entre eux et le système considéré. Par ces liaisons le système subit les actions d'ambiance ou celles de systèmes extérieurs, ou bien agit lui-même sur le milieu ambiant ou les systèmes extérieurs. [VEI 351-01-01]

4.15 durée jusqu'à la mi-valeur T_2 : La durée jusqu'à la mi-valeur T_2 d'une onde de choc est un paramètre conventionnel défini comme l'intervalle de temps compris entre l'origine conventionnelle O_1 et l'instant où la tension est tombée à la moitié de la valeur crête. [CEI 60-1 modifiée]

4.16 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]

5 Niveaux d'essai

La gamme préférentielle des niveaux d'essai est indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1 – Niveaux d'essai

Niveau	Tension d'essai $\pm 10\%$ en circuit ouvert kV
1	0,5
2	1,0
3	2,0
4	4,0
x	Spécial
NOTE – x est une classe à déterminer. Ce niveau peut être spécifié dans la spécification de produit.	

Les niveaux d'essai doivent être choisis en fonction des conditions d'installation; les classes d'installation sont données en B.3 de l'annexe B.

Toutes les tensions des niveaux d'essai inférieurs doivent être satisfaites (voir 8.2).

Pour le choix des niveaux d'essai aux différentes interfaces, se reporter à l'annexe A.

4.12 secondary protection: The means by which the let-through energy from primary protection is suppressed. It may be a special device or an inherent characteristic of the EUT.

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

4.14 system: Set of interdependent elements constituted to achieve a given objective by performing a specified function.

NOTE – The system is considered to be separated from the environment and other external systems by an imaginary surface which cuts the links between them and the considered system. Through these links, the system is affected by the environment, is acted upon by the external systems, or acts itself on the environment or the external systems. [IEV 351-01-01]

4.15 time to half-value T_2 : The time to half-value T_2 of a surge is a virtual parameter defined as the time interval between the virtual origin O_1 and the instant when the voltage current has decreased to half the peak value. [IEC 60-1 modified]

4.16 transient: Pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval short compared to the time-scale of interest. [IEV 161-02-01]

5 Test levels

The preferential range of test levels is given in table 1.

Table 1 – Test levels

Level	Open-circuit test voltage ± 10 % kV
1	0,5
2	1,0
3	2,0
4	4,0
x	Special
NOTE – x is an open class. This level can be specified in the product specification.	

The test levels shall be selected according to the installation conditions; classes of installation are given in B.3 of annex B.

All voltages of the lower test levels shall be satisfied (see 8.2).

For selection of the test levels for the different interfaces, see annex A.

6 Instrumentation d'essai

6.1 Générateur (hybride) d'ondes combinées (1,2/50 μ s – 8/20 μ s)

Le schéma de principe du circuit du générateur est donné sur la figure 1. Les valeurs des différents composants R_{S1} , R_{S2} , R_m , L_r et C_c sont choisies de façon que le générateur délivre une tension de choc de 1,2/50 μ s (en circuit ouvert), un courant de choc 8/20 μ s en court-circuit, c'est-à-dire que le générateur présente une impédance de sortie effective de 2 Ω .

Par souci de commodité, l'impédance effective de sortie d'un générateur de chocs est définie par le rapport de la tension crête de sortie en circuit ouvert au courant crête de court-circuit.

Ce type de générateur, produisant une forme d'onde 1,2/50 μ s en circuit ouvert et une forme d'onde 8/20 μ s en court-circuit, est appelé générateur d'ondes combinées (CWG) ou générateur hybride.

NOTES

1 La forme d'onde de la tension ou du courant est une fonction de l'impédance d'entrée de l'EST. Cette impédance peut changer au moment des chocs et résulter, soit du fonctionnement approprié des dispositifs de protection mis en place, soit encore du contournement ou de l'amorçage d'un composant, quand les protections sont absentes ou non opérantes. Par conséquent, il faut que les ondes de tension 1,2/50 μ s et de courant 8/20 μ s soient délivrées par la même sortie du générateur d'essai aussi rapidement que la charge le nécessite.

2 Le générateur d'ondes combinées décrit dans cette norme est identique au générateur hybride parfois spécifié par d'autres normes.

6.1.1 Caractéristiques et performances du générateur d'ondes combinées

Tension de sortie en circuit ouvert:

Variable de	0,5 kV ou moins, jusqu'à 4,0 kV ou plus
Forme d'onde de la tension de choc	voir la figure 2 et le tableau 2
Tolérance sur la tension de sortie en circuit ouvert	± 10 %

Courant de sortie de court-circuit:

Variable de	0,25 kA ou moins, jusqu'à 2,0 kA ou plus
Forme d'onde du courant de choc	voir la figure 3 et le tableau 2
Tolérance sur le courant de sortie de court-circuit	± 10 %
Polarité	positive/négative
Décalage de phase	de 0° à 360° par rapport à la phase du secteur

Fréquence de répétition une fois par minute au minimum

On doit utiliser un générateur à sortie flottante.

Des résistances additionnelles (10 Ω ou 40 Ω) doivent être rajoutées pour augmenter l'impédance effective de la source afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées (voir l'article 7 et B.1 de l'annexe B).

6 Test instrumentation

6.1 Combination wave (hybrid) generator (1,2/50 μ s - 8/20 μ s)

A simplified circuit diagram of the generator is given in figure 1. The values for the different components R_{S1} , R_{S2} , R_m , L_r and C_c are selected so that the generator delivers a 1,2/50 μ s voltage surge (at open-circuit conditions) and a 8/20 μ s current surge into a short circuit, i.e. the generator has an effective output impedance of 2 Ω .

For convenience, an effective output impedance is defined for a surge generator by calculating the ratio of peak open-circuit output voltage and peak short-circuit current.

Such a generator with 1,2/50 μ s open-circuit voltage waveform 8/20 μ s short-circuit current waveform is referred to as a combination wave generator (CWG) or hybrid generator.

NOTES

- 1 The waveform of the voltage and current is a function of the EUT input impedance. This impedance may change during surges to equipment and due either to proper operation of the installed protection devices, or to flashover or component breakdown, if the protection devices are absent or inoperative. Therefore the 1,2/50 μ s voltage and the 8/20 μ s current waves have to be available from the same test generator output as instantaneously required by the load.
- 2 The combination wave generator described in this standard is identical to the hybrid generator sometimes specified in some other standards.

6.1.1 Characteristics and performance of the combination wave generator

Open-circuit output voltage:

At least as low as	0,5 kV to at least as high as 4,0 kV
Waveform of the surge voltage	see figure 2 and table 2
Tolerance of the open circuit output voltage	± 10 %

Short-circuit output current:

At least as low as	0,25 kA to at least as high as 2,0 kA
Waveform of the surge current	see figure 3 and table 2
Tolerance of the short-circuit output current	± 10 %

Polarity	positive/negative
Phase shifting	in a range between 0° to 360° versus the a.c. line phase angle
Repetition rate	at least 1 per min

A generator with floating output shall be used.

Additional resistors (10 Ω or 40 Ω) shall be included to increase the required effective source impedances for the specified test conditions (see clause 7 and B.1 of annex B).

Dans ce cas, les caractéristiques de l'onde de tension en circuit ouvert et l'onde de courant en court-circuit en présence du réseau de couplage/découplage ne sont plus, respectivement, 1,2/50 μ s et 8/20 μ s (onde combinée).

6.1.2 Vérification des caractéristiques du générateur

Afin de rendre comparables les résultats d'essais effectués à partir de différents générateurs, les caractéristiques du générateur utilisé doivent être vérifiées. A cet effet, il est nécessaire d'en mesurer les caractéristiques essentielles selon la procédure suivante.

La sortie du générateur d'essai doit être connectée à un système de mesure d'une largeur de bande suffisante et d'une capacité en tension permettant le contrôle des caractéristiques des formes d'onde.

Les caractéristiques du générateur doivent être mesurées en *circuit ouvert* (impédance de charge supérieure ou égale à 10 k Ω) et en *court-circuit* (impédance de charge inférieure ou égale à 0,1 Ω) pour la même tension de charge.

NOTE – Courant de court-circuit: 0,25 kA au minimum quand la tension en circuit ouvert est réglée sur 0,5 kV et 2,0 kA, au minimum, quand la tension en circuit ouvert est réglée sur 4,0 kV.

6.2 Générateur d'essai 10/700 μ s suivant le CCITT

Le schéma de principe du générateur est donné à la figure 4. Les valeurs des divers composants R_c , C_c , R_s , R_{m1} , C_s et R_{m2} sont définies de façon que le générateur délivre une onde de choc de 10/700 μ s.

6.2.1 Caractéristiques et performances du générateur

Tension de sortie en circuit ouvert:

Variable de 0,5 kV ou moins, jusqu'à 4,0 kV ou plus

Forme d'onde de la tension de choc voir la figure 5 (CEI 60-1) et le tableau 3

Tolérance sur la tension de sortie en circuit ouvert ± 10 %

Courant de sortie de court-circuit:

Variable de 12,5 A ou moins, jusqu'à 100 A ou plus

Forme d'onde du courant de choc voir le tableau 3

Tolérance sur le courant de sortie de court-circuit ± 10 %

Polarité positive/négative

Fréquence de répétition une fois par minute au minimum

On doit utiliser un générateur à sortie flottante.

6.2.2 Vérification des caractéristiques du générateur

Les conditions de vérification pour le générateur d'essai 10/700 μ s sont identiques à celles de 6.1.2 tout en s'accordant à la note suivante.

NOTE – Courant de court-circuit: 12,5 A au minimum quand la tension en circuit ouvert est réglée sur 0,5 kV, et 100 A au minimum quand la tension en circuit ouvert est réglée sur 4,0 kV.

Under these circumstances, the open-circuit voltage waveform and the short-circuit current waveform in combination with the coupling/decoupling network are no longer 1,2/50 μ s and 8/20 μ s respectively (combination wave).

6.1.2 Verification of the characteristics of the generator

In order to compare the test results from different test generators, the test generator characteristic shall be verified. For this purpose, the following procedure is necessary to measure the most essential characteristics of the generator.

The test generator output shall be connected to a measuring system with a sufficient bandwidth and voltage capability to monitor the characteristics of the waveforms.

The characteristics of the generator shall be measured under *open-circuit* conditions (load greater or equal to 10 k Ω) and under *short-circuit* conditions (load smaller or equal to 0,1 Ω) at the same charge voltage.

NOTE – Short-circuit current: 0,25 kA minimum with the open-circuit voltage set to 0,5 kV and 2,0 kA minimum with the open-circuit voltage set to 4,0 kV.

6.2 Test generator 10/700 μ s according to CCITT

The simplified circuit diagram of the generator is given in figure 4. The values for the different components R_c , C_c , R_s , R_{m1} , C_s and R_{m2} are defined so that the generator delivers a 10/700 μ s surge.

6.2.1 Characteristics and performances of the generator

Open-circuit output voltage:

At least as low as	0,5 kV to at least as high as 4,0 kV
Waveform of the surge voltage	see figure 5 (IEC 60-1) and table 3
Tolerance of the open-circuit output voltage	± 10 %

Short-circuit output current:

At least as low as	12,5 A to at least as high as 100 A
Waveform of the surge current	see table 3
Tolerance of the short-circuit output current	± 10 %

Polarity	positive/negative
Repetition rate	at least 1 per min

A generator with floating output shall be used.

6.2.2 Verification of the characteristics of the generator

The verification conditions for the 10/700 μ s test generator are identical to 6.1.2 with the following note.

NOTE – Short-circuit current: 12,5 A minimum with the open-circuit voltage set to 0,5 kV, and 100 A minimum with the open-circuit voltage set to 4,0 kV.

6.3 Réseaux de couplage/découplage

Les réseaux de couplage/découplage ne doivent pas avoir d'influence sensible sur les paramètres du générateur, comme par exemple, la tension en circuit ouvert, le courant de court-circuit, qui doivent rester dans les tolérances spécifiées.

Exception: Couplage par parafoudres.

NOTE – Pour les inductances, l'utilisation d'un matériau à pertes réduit le phénomène d'oscillation.

Tout réseau de couplage/découplage doit satisfaire aux prescriptions suivantes.

6.3.1 Réseaux de couplage/découplage pour circuits d'alimentation en c.a./c.c. (uniquement utilisés avec un générateur d'ondes combinées)

La durée du front et la durée jusqu'à la mi-valeur de l'impulsion doivent être vérifiées pour la tension en circuit ouvert et pour le courant en court-circuit.

La sortie du générateur d'essai ou de son réseau de couplage doit être connectée à un système de mesure d'une largeur de bande suffisante et d'une capacité en tension permettant le contrôle de la forme d'onde de la tension en circuit ouvert.

La forme d'onde du courant de court-circuit peut être mesurée au moyen d'un transformateur de courant, au travers de l'ouverture duquel passe une liaison établissant un court-circuit entre les bornes de sortie du réseau de couplage.

Il convient que toutes les caractéristiques des formes d'onde, ainsi que tous les autres paramètres déterminant les performances du générateur d'essai soient ceux spécifiés en 6.1.1 pour la sortie du réseau de couplage/découplage comme pour celle du générateur.

NOTE – La durée de l'impulsion d'essai issue du réseau de couplage peut changer de façon importante lorsque l'impédance du générateur passe de $2\ \Omega$ à, par exemple, $12\ \Omega$ ou $42\ \Omega$, pour satisfaire aux prescriptions relatives à l'installation d'essai.

6.3.1.1 Couplage capacitif pour les circuits d'alimentation

Le couplage capacitif donne la possibilité d'appliquer la tension d'essai entre des fils de ligne ou entre un fil de ligne et la terre, alors que le réseau de découplage de l'alimentation de l'EST est également connecté. Le schéma des circuits utilisables pour les réseaux monophasés est représenté sur les figures 6 et 7 et, pour ce qui concerne les réseaux triphasés, sur les figures 8 et 9.

Caractéristiques assignées au réseau de couplage/découplage:

Couplage

condensateurs de couplage: $C = 9\ \mu\text{F}$ ou $18\ \mu\text{F}$ (voir le montage d'essai)

Découplage

inductance de découplage pour l'alimentation: $L = 1,5\ \text{mH}$

Le résidu de la tension de choc sur les lignes qui ne sont pas directement soumises à l'essai ne doit pas excéder 15 % de la tension d'essai maximale quand l'EST est déconnecté.

6.3 Coupling/decoupling networks

The coupling/decoupling networks shall not significantly influence the parameters of the generators e.g. open-circuit voltage, short-circuit current capability as in the specified tolerances.

Exception: Coupling via arrestor.

NOTE – Lossy material for the inductances reduces ringing.

Each coupling/decoupling network shall satisfy the following requirements:

6.3.1 Coupling/decoupling networks for a.c./d.c. power supply circuits (only used with combination wave generator)

The front time and surge time to half value shall be verified for voltage under open-circuit conditions and for current under short-circuit conditions.

The test generator output or its coupling network shall be connected to a measuring system with a sufficient bandwidth and voltage capability to monitor the open-circuit voltage waveform.

The short-circuit current waveform can be measured with a current transformer through whose aperture passes a short-circuit link between the output terminals of the coupling network.

All waveform definitions, as well as all other performance parameters of the test generator, should be as specified in 6.1.1 at the output of the coupling/decoupling network as well as at the output of the generator itself.

NOTE – When the generator impedance is increased from 2 Ω to e.g. 12 Ω or 42 Ω according to the requirements of the test set-up, the duration of the test pulse at the output of the coupling network might be significantly changed.

6.3.1.1 Capacitive coupling for power supply circuits

Capacitive coupling enables the test voltage to be applied line to line or one line to earth while the power supply decoupling network is also connected. The circuit diagrams for single phase systems are shown in figures 6 and 7 and for three-phase systems are shown in figures 8 and 9.

Rated characteristics of the coupling/decoupling network:

Coupling:

coupling capacitors: $C = 9 \mu\text{F}$ or $18 \mu\text{F}$ (see test set-up)

Decoupling:

decoupling inductance for supply voltage: $L = 1,5 \text{ mH}$

The residual surge voltage on unsurged lines shall not exceed 15 % of the maximum applicable test voltage when the EUT is disconnected.

Le résidu de la tension de choc sur les entrées d'alimentation du réseau de découplage, quand l'EST et le réseau d'alimentation sont déconnectés, ne doit pas excéder 15 % de la tension d'essai appliquée ou deux fois la valeur crête de la tension secteur la plus élevée.

Les caractéristiques mentionnées ci-dessus pour les réseaux monophasés (phase, neutre, terre de protection) sont également valables pour les systèmes triphasés (trois phases, neutre et terre de protection).

6.3.1.2 *Couplage inductif pour l'alimentation*

A l'étude.

6.3.2 *Réseaux de couplage/découplage pour lignes d'interconnexion*

La méthode de couplage doit être choisie en fonction des circuits et des conditions opérationnelles. Elle sera stipulée dans la spécification de produit.

On peut mentionner les exemples suivants de méthodes de couplage:

- couplage capacitif;
- couplage par parafoudres.

Pour l'essai d'un accès donné de l'EST, les différents montages d'essai définis dans les paragraphes suivants peuvent ne pas donner les mêmes résultats. Le montage le plus approprié sera retenu dans la spécification ou la norme de produit.

NOTE – Sur les figures 10 à 12, R_L représente la part résistive de l'inductance L dont la valeur dépend de l'atténuation négligeable apportée au signal transmis.

6.3.2.1 *Couplage capacitif pour lignes d'interconnexion*

Le couplage capacitif est la méthode recommandée pour les circuits d'entrées/sorties non blindés et non symétriques, lorsqu'il n'exerce pas d'influence sur la fonctionnalité de la communication sur la ligne. L'utilisation qui en est faite doit être conforme à la figure 10 pour les couplages entre fils de ligne et entre un fil et la terre.

Caractéristiques assignées du réseau capacitif de couplage/découplage:

Condensateur de couplage C : 0,5 μF

Inductances de découplage L (sans compensation de courant): 20 mH

NOTE – Il faut que l'intensité nominale du signal admissible soit prise en considération; elle dépend des circuits soumis à l'essai.

6.3.2.2 *Couplage par parafoudres*

Le couplage par parafoudres est la méthode recommandée pour les circuits symétriques non blindés (télécommunications). Il est représenté sur la figure 12.

La méthode peut également être utilisée dans les cas où le couplage capacitif n'est pas applicable pour des raisons fonctionnelles en raison de l'adjonction de condensateurs sur l'EST (voir la figure 11).

Le réseau de couplage a également pour rôle d'assurer la répartition du courant de choc afin de reproduire le cas des tensions induites sur les câbles multiconducteurs.

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

The above-mentioned characteristics for single-phase systems (line, neutral, protective earth) are also valid for three-phase systems (three-phase wires, neutral and protective earth).

6.3.1.2 *Inductive coupling for power supply*

Under consideration.

6.3.2 *Coupling/decoupling networks for interconnection lines*

The coupling method shall be selected as a function of the circuits and operational conditions. This has to be specified in the product specification.

Examples of coupling methods are the following:

- capacitive coupling;
- coupling via arrestors.

The different set-ups defined in the following subclauses to test a given port of the EUT may not give comparable results. The most suitable set-up has to be selected in the product specification/standard.

NOTE – R_L in figures 10 to 12 represents the resistive part of the inductance L and the value is dependent on negligible attenuation of the transmission signal.

6.3.2.1 *Capacitive coupling for interconnection lines*

The capacitive coupling is the preferred method for unbalanced unshielded I/O circuits when there is no influence to the functional communication on that line. The application is in accordance with figure 10 for line-to-line coupling and for line-to-earth coupling.

Rated characteristics of the capacitive coupling/decoupling network:

Coupling capacitor C : 0.5 μF

Decoupling inductors L (not current compensated): 20 mH

NOTE – Signal current capability has to be considered and is dependent on the circuits under test.

6.3.2.2 *Coupling via arrestors*

Coupling via arrestors is the preferred coupling method for unshielded balanced circuits (telecommunication), as shown in figure 12.

The method can also be used in cases where the capacitive coupling is not possible because of functional problems caused by attachment of capacitors to the EUT (see figure 11).

The coupling network also has the task to accommodate the distribution of the surge current in the case of induced voltages in multiconductor cables.

De ce fait, les résistances R_{m2} du réseau de couplage doivent, pour les n conducteurs associés, valoir $n \times 25 \Omega$ (pour n égal ou supérieur à 2).

EXEMPLE: Si $n = 4$, $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega$. En comprenant l'impédance interne du générateur, la valeur totale est approximativement de 40Ω . La valeur de R_{m2} ne doit pas dépasser 250Ω .

Le couplage par parafoudres à gaz peut être amélioré par des condensateurs mis en parallèle avec les parafoudres.

EXEMPLE: $C \leq 0,1 \mu F$ pour la transmission d'un signal sur la ligne aux fréquences inférieures à 5 kHz . Pour les fréquences plus élevées, on n'utilise pas de condensateurs.

Caractéristiques assignées au réseau de couplage/découplage:

- résistance de couplage R_{m2} $n \times 25 \Omega$ (pour n égal ou supérieur à 2)
- parafoudre (à gaz) 90 V
- inductance de découplage L 20 mH
(sur noyau torique, compensé en courant)

NOTES

- 1 Pour des raisons fonctionnelles on utilise, dans certains cas, des parafoudres s'amorçant à une tension plus élevée.
- 2 Des éléments autres que les parafoudres peuvent être utilisés lorsque les conditions opérationnelles ne sont pas influencées de façon trop importante.

6.3.3 Autres méthodes de couplage

D'autres méthodes de couplage sont à l'étude.

7 Montage d'essai

7.1 Matériel d'essai

Les matériels suivants feront partie du montage d'essai:

- matériel soumis à l'essai (EST);
- matériel auxiliaire (EA);
- câbles (de types et longueurs spécifiés);
- dispositif de couplage (capacitif ou par parafoudres);
- générateur d'essai (générateur d'ondes combinées, générateur $10/700 \mu s$);
- réseau de découplage/dispositifs de protection;
- résistances additionnelles, 10Ω et 40Ω (voir B.1 de l'annexe B).

7.2 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur l'alimentation de l'EST

L'onde de choc est appliquée aux bornes de l'alimentation de l'EST par l'intermédiaire d'un réseau de couplage capacitif (voir les figures 6, 7, 8 et 9). L'usage de réseaux de découplage est nécessaire pour éviter que d'éventuels effets indésirables ne se

Therefore the resistances R_{m2} in the coupling network shall be, for n composite conductors, $n \times 25 \Omega$ (for n equal to or greater than 2).

EXAMPLE: $n = 4$, $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega$. With the impedance of the generator the total value is approximately 40Ω . R_{m2} shall not exceed 250Ω .

The coupling via gas-filled arrestors can be improved by capacitors in parallel with the arrestors.

EXAMPLE: $C \leq 0,1 \mu F$ for frequencies of the transmission signal on the line below 5 kHz. At higher frequencies no capacitors are used.

Rated characteristics of the coupling/decoupling network:

- coupling resistance R_{m2} $n \times 25 \Omega$ (for n equal to or greater than 2)
- arrestor (gas-filled) 90 V
- decoupling inductor L 20 mH
(ring core, current compensated)

NOTES

- 1 In some cases, arrestors with higher activation voltages are used for functional reasons.
- 2 Other elements than arrestors may be used when the operational conditions are not unduly influenced.

6.3.3 Other coupling methods

Other coupling methods are under consideration.

7 Test set-up

7.1 Test equipment

The following equipment is part of the test set-up:

- equipment under test (EUT);
- auxiliary equipment (AE);
- cables (of specified type and length);
- coupling device (capacitive or arrestors);
- test generator (combination wave generator, 10/700 μs generator);
- decoupling network/protection devices;
- additional resistors, 10 Ω and 40 Ω (see B.1 of annex B).

7.2 Test set-up for tests applied to EUT power supply

The surge is to be applied to the EUT power supply terminals via the capacitive coupling network (see figures 6, 7, 8 and 9). Decoupling networks are required in order to avoid possible adverse effects on equipment not under test that may be powered by the same

produisent sur le matériel non soumis à l'essai mais éventuellement alimenté par les mêmes lignes, et pour présenter une impédance de découplage suffisante, de façon que l'onde de choc spécifiée puisse se propager sur les lignes soumises à l'essai.

S'il n'est pas spécifié par ailleurs, le câble d'alimentation reliant l'EST au réseau de couplage/découplage doit avoir une longueur de 2 m (ou être plus court).

Afin de simuler l'impédance typique de couplage, des résistances spécifiées doivent être ajoutées dans certains cas pour pratiquer l'essai (se reporter à B.1 de l'annexe B pour des explications).

NOTE – Dans certains pays, les Etats-Unis par exemple, les normes pour les lignes en courant alternatif demandent que les essais représentés aux figures 7 et 9 soient réalisés avec une impédance de $2\ \Omega$ bien que les essais ainsi réalisés soient plus sévères. La spécification générale requérant $10\ \Omega$.

7.3 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées

L'onde de choc est en général appliquée aux lignes par couplage capacitif, selon la représentation de la figure 10. Le réseau de couplage/découplage ne doit pas avoir d'influence sur la fonctionnalité des circuits soumis à l'essai.

La figure 11 propose une variante de montage d'essai (couplage par parafoudres) pour les circuits à débit élevé. Le choix doit être fait en fonction de la charge capacitive et de la fréquence de transmission.

S'il n'est pas spécifié par ailleurs, le câble de d'interconnexion reliant l'EST au réseau de couplage/découplage doit avoir une longueur de 2 m (ou être plus court).

7.4 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes d'interconnexion ou de télécommunications symétriques non blindées (figure 12)

Pour les circuits équilibrés d'interconnexion ou de télécommunications, la méthode du couplage capacitif ne peut pas être habituellement utilisée. Le couplage est alors effectué au moyen de parafoudres à gaz (Recommandation K.17 du CCITT). Des niveaux d'essai inférieurs au point d'amorçage du parafoudre de couplage (environ 300 V pour un parafoudre 90 V) ne peuvent pas être spécifiés (sauf dans le cas d'une protection secondaire ne comportant pas de parafoudre à gaz).

NOTE – Deux configurations d'essai sont à prendre en compte:

- l'essai d'immunité d'un matériel, comportant uniquement une protection secondaire de l'EST, à un faible niveau d'essai, par exemple 0,5 kV ou 1 kV,
- l'essai d'immunité d'un système, comportant une protection primaire additionnelle, à un niveau d'essai plus élevé, par exemple 2 kV ou 4 kV.

S'il n'est pas spécifié par ailleurs, le câble d'interconnexion reliant l'EST au réseau de couplage/découplage doit avoir une longueur de 2 m (ou être plus court).

7.5 Montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes blindées

Dans le cas de lignes blindées, un réseau de couplage/découplage peut ne pas être utilisable.

lines and to provide sufficient decoupling impedance to the surge wave so that the specified wave may be developed on the lines under test.

If not otherwise specified the power cord between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

To simulate the representative coupling impedances, in some cases additional specified resistors have to be used for the tests (explanations, see B.1 of annex B).

NOTE – In some countries (e.g. USA) standards for a.c. lines require the tests according to figures 7 and 9 with a 2 Ω impedance although this is a more severe test. The general requirement is 10 Ω .

7.3 Test set-up for tests applied to unshielded unsymmetrically operated interconnection lines

In general, the surge is applied to the lines in accordance with figure 10 via capacitive coupling. The coupling/decoupling network shall not influence the specified functional conditions of the circuits to be tested.

An alternative test set-up (coupling via arrestors) is given in figure 11 for circuits with a higher signal transfer rate. Selection shall be made depending on the capacitive load with respect to the transmission frequency.

If not otherwise specified, the interconnection line between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

7.4 Test set-up for tests applied to unshielded symmetrically operated interconnection/telecommunication lines (figure 12)

For balanced interconnection/telecommunication circuits, the capacitive coupling method can normally not be used. In this case, the coupling is performed via gas arrestors (CCITT Recommendation K.17). Test levels below the ignition point of the coupling arrestor (about 300 V for a 90 V arrestor) cannot be specified (except in the case of secondary protection without gas arrestors).

NOTE – Two test configurations are to be considered:

- for the equipment level immunity test with only secondary protection at the EUT at a low test level, e.g. 0,5 kV or 1 kV,
- for the system level immunity test with additional primary protection at a higher test level, e.g. 2 kV or 4 kV.

If not otherwise specified the interconnection line between the EUT and the coupling/decoupling network shall be 2 m in length (or shorter).

7.5 Test set-up for tests applied to shielded lines

In the case of shielded lines a coupling/decoupling network may not be applicable.

De ce fait, l'onde de choc est appliquée au blindage (enceinte métallique) des EST et aux écrans des câbles qui y sont reliés comme le montre la figure 13. Pour les écrans connectés à une seule extrémité, on se référera à la figure 14. Afin de découpler le conducteur de protection, on doit utiliser un transformateur d'isolement de sécurité. Normalement, la longueur maximale du câble blindé spécifié doit être mise en oeuvre. Eu égard au spectre de fréquences de l'onde de choc, une longueur de 20 m de ce câble doit être disposée en un faisceau que la géométrie de son arrangement rend non inductif.

Règles d'application de l'onde de choc aux lignes blindées:

a) *Blindages mis à la terre aux deux extrémités*

- l'injection de l'onde de choc doit être réalisée selon la représentation de la figure 13.

b) *Blindages mis à la terre à une seule extrémité*

- l'essai doit être réalisé selon la représentation de la figure 14. Le condensateur C représente la capacité du câble par rapport à la terre dont la valeur peut être calculée sur la base de 100 pF/m. Si rien d'autre n'est spécifié, on peut retenir comme valeur typique 10 nF.

Le niveau d'essai choisi pour l'application sur les écrans est la «valeur entre ligne et terre» (2Ω d'impédance).

7.6 Montage d'essai pour l'application de différences de potentiel

S'il est nécessaire d'appliquer des différences de potentiel pour simuler les tensions qui peuvent apparaître à l'intérieur d'un système, les essais peuvent être réalisés selon la représentation de la figure 13 pour les systèmes qui comportent des lignes blindées dont les blindages sont mis à la terre aux deux extrémités, et selon la représentation de la figure 14 pour les systèmes qui comportent des lignes non blindées ou des lignes blindées mises à la terre à une seule extrémité.

7.7 Autres montages d'essai

Si l'une des méthodes de couplage spécifiées pour le montage d'essai ne peut être utilisée pour des raisons fonctionnelles, une autre méthode (adaptée au cas particulier) doit être spécifiée dans la norme spécifique du produit.

7.8 Conditions d'essai

Les conditions d'essai opérationnelles et les conditions d'installation doivent satisfaire à la spécification de produit et comprendre:

- la configuration d'essai (matériel);
- la procédure d'essai (logiciel).

8 Procédure d'essai

8.1 Conditions de référence en laboratoire

Afin de réduire au minimum l'effet des conditions d'environnement sur les résultats de l'essai, celui-ci doit être réalisé dans les conditions de référence climatiques et électromagnétiques spécifiées en 8.1.1 et 8.1.2.

Thus the surge is applied to the shields (metallic enclosures) of the EUTs and connected shields of the lines in accordance with figure 13. For shields connected at one end figure 14 applies. For decoupling the connected safety earthwire a safety isolating transformer shall be used. Normally, the maximum length of the specified shielded cable shall be used. With respect to the frequency spectrum of the surge 20 m length of the specified shielded cable shall be used in non-inductively bundled configuration for physical reasons.

Rules for application of the surge to shielded lines:

a) *Shields earthed at both ends*

- the surge injection on the shield shall be carried out according to figure 13.

b) *Shields earthed at one end*

- the test shall be carried out according to figure 14. The capacitor C represents the cable capacity to earth and the value may be calculated with 100 pF/m. As a representative value 10 nF may be used unless otherwise specified.

The test level applied on shields is the "line-to-earth value" (2Ω impedance).

7.6 Test set-up to apply potential differences

If it is necessary to apply potential differences which simulate voltages that can occur within a system, the tests may be carried out in accordance with figure 13 for systems with shielded lines, shields earthed at both ends, and in accordance with figure 14 for systems with unshielded lines or shielded lines earthed only at one end.

7.7 Other test set-ups

If one of the specified coupling methods in the test set-up cannot be used for functional reasons, alternative methods (suitable for the special case) shall be specified in the dedicated product standard.

7.8 Test conditions

The operational test conditions and the installation conditions shall be in accordance with the product specification and shall include the:

- test configuration (hardware);
- test procedure (software).

8 Test procedure

8.1 Laboratory reference conditions

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

8.1.1 Conditions climatiques

Les conditions climatiques doivent être conformes aux prescriptions suivantes:

- température ambiante 15 °C à 35 °C
- humidité relative 10 % à 75 %
- pression atmosphérique 86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar)

NOTE – Toute autre valeur peut être spécifiée dans la spécification de produit. Il convient que l'EST fonctionne dans les conditions climatiques pour lesquelles il est prévu. Il convient que la température et l'humidité relative soient consignées dans le compte rendu d'essai.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

L'environnement électromagnétique du laboratoire ne doit pas avoir d'influence sur les résultats de l'essai.

8.2 Application de l'onde de choc en laboratoire

Les caractéristiques et les performances des générateurs d'essai doivent être conformes aux spécifications de 6.1.1 et 6.2.1; l'étalonnage des générateurs doit être fait selon 6.1.2 et 6.2.2.

L'essai doit être réalisé conformément au plan d'essai qui doit comporter une description du montage d'essai (voir également B.2 de l'annexe B) comprenant

- le générateur et les autres matériels utilisés;
- le niveau d'essai en tension/courant (voir l'annexe A);
- l'impédance de source du générateur;
- la polarité de l'onde de choc;
- le déclenchement interne ou externe du générateur;
- le nombre d'essais: au moins cinq positifs et cinq négatifs aux points choisis;
- la fréquence de répétition maximale de l'impulsion: 1/min.

NOTE – La plupart des dispositifs de protection d'utilisation courante ont une capacité de dissipation en puissance moyenne assez faible, bien que leur capacité de dissipation en puissance crête ou en énergie crête leur permette de supporter de forts courants. De ce fait, la fréquence de répétition maximale (le temps entre deux ondes de choc et le temps de récupération) dépend des dispositifs de protection intégrés dans l'EST.

- les entrées et sorties devant être soumises aux essais;

NOTE – Dans le cas de plusieurs circuits identiques, des mesures représentatives effectuées sur un nombre prédéterminé de circuits peut s'avérer suffisant.

- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- la séquence d'application de l'onde de choc aux circuits;
- l'angle de phase dans le cas d'alimentation en courant alternatif;
- les conditions d'installation réelles, par exemple:
 - c.a.: neutre mis à la terre,
 - c.c.: (+) ou (–) mis à la terre pour simuler les conditions réelles de mise à la terre.

Des informations sur la façon de conduire les essais sont données en B.2 de l'annexe B.

8.1.1 Climatic conditions

The climatic conditions shall comply with the following requirements:

- ambient temperature 15 °C to 35 °C
- relative humidity 10 % to 75 %
- atmospheric pressure 86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar)

NOTE – Any other value may be specified in the product specification. The EUT should be operated within its intended climatic conditions. The temperature and relative humidity should be recorded in the test report.

8.1.2 Electromagnetic conditions

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

8.2 Application of the surge in the laboratory

The characteristics and performance of the test generators shall be as specified in 6.1.1 and 6.2.1; the calibration of the generators shall be performed according to 6.1.2 and 6.2.2.

The test shall be performed according to the test plan that shall specify (see also B.2 of annex B) the test set-up with

- generator and other equipment utilized;
- test level (voltage/current) (see annex A);
- generator source impedance;
- polarity of the surge;
- internal or external generator trigger;
- number of tests: at least five positive and five negative at the selected points;
- repetition rate: maximum 1/min.

NOTE – Most protectors in common use have low average power capabilities, even though their peak power or peak energy handling can deal with high currents. Therefore the maximum repetition rate (the time between two surges and the recovery time) depends on the built-in protection devices of the EUT.

- inputs and outputs to be tested;

NOTE – In the case of several identical circuits representative measurements on a selected number of circuits may be sufficient.

- representative operating conditions of the EUT;
- sequence of application of the surge to the circuits;
- phase angle in the case of a.c. power supply;
- actual installation conditions, for example:
 - AC: neutral earthed,
 - DC: (+) or (–) earthed to simulate the actual earthing conditions.

Information on the mode to perform the tests is given in B.2 of annex B.

Sauf spécification contraire, l'onde de choc doit être synchronisée avec la phase de la tension alternative, de manière à être appliquée lors du passage de cette tension à la valeur nulle et à la valeur crête (positive et négative).

Il convient d'appliquer les ondes de choc entre fils de ligne et entre fil(s) et la terre. Pour les essais entre fils et la terre, la tension d'essai doit être appliquée successivement entre chacune des lignes et la terre, sauf spécification contraire.

NOTE – Lorsqu'on utilise le générateur d'ondes combinées pour faire un essai par rapport à la terre de deux lignes ou plus (lignes de télécommunications), la durée de l'impulsion d'essai peut se trouver réduite.

La procédure d'essai doit également prendre en compte les caractéristiques de non-linéarité courant-tension du matériel soumis à l'essai. La tension d'essai doit donc être augmentée par pas successifs jusqu'au niveau d'essai spécifié dans la norme ou dans le plan d'essai.

Tous les niveaux inférieurs ainsi que le niveau d'essai retenu doivent être satisfaits. Lors des essais de la protection secondaire, on doit augmenter la tension de sortie du générateur jusqu'à la tension d'amorçage la plus défavorable (niveau de non-fonctionnement) de la protection primaire.

Les sources non disponibles des signaux utiles peuvent être simulées. En aucun cas le niveau d'essai ne peut excéder celui prescrit dans la spécification de produit. L'essai doit être conduit selon le plan d'essai.

Pour mettre en évidence tous les points critiques du cycle de fonctionnement du matériel, on doit appliquer un nombre suffisant d'impulsions d'essai positives et négatives. Pour un essai d'agrément, on doit mettre en oeuvre un matériel qui n'a pas subi d'épreuve ou dont on aura remplacé les dispositifs de protection.

9 Résultats d'essai et compte rendu d'essai

Cet article sert de guide pour l'évaluation des résultats d'essai et pour le compte rendu d'essai relatif à cette section de la CEI 1000-4.

La variété et la diversité des matériels et des systèmes à essayer rendent difficile la tâche qui vise à constater les effets produits par les ondes de choc sur ces matériels et systèmes.

Les résultats d'essai doivent être classés comme suit, selon les conditions de fonctionnement et les spécifications fonctionnelles du matériel soumis à l'essai, à moins que d'autres spécifications n'aient été proposées par les comités de produit ou dans les spécifications de produit:

- a) comportement normal dans les limites des spécifications;
- b) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement autorécupérable;
- c) dégradation temporaire ou perte de fonction ou de comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système;
- d) dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie du matériel (composants) ou du logiciel ou d'une perte de données.

If not otherwise specified the surges have to be applied synchronized to the voltage phase at the zero-crossing and the peak value of the a.c. voltage wave (positive and negative).

The surges have to be applied line to line and line(s) and earth. When testing line to earth the test voltage has to be applied successively between each of the lines and earth, if there is no other specification.

NOTE – When using the combination wave generator to test two or more lines (telecommunication lines) to earth the duration of the test pulse might be reduced.

The test procedure shall also consider the non-linear current-voltage characteristics of the equipment under test. Therefore the test voltage has to be increased by steps up to the test level specified in the product standard or test plan.

All lower levels including the selected test level shall be satisfied. For testing the secondary protection, the output voltage of the generator shall be increased up to the worst-case voltage breakdown level (let-through level) of the primary protection.

If the actual operating signal sources are not available, they may be simulated. Under no circumstances may the test level exceed the product specification. The test shall be carried out according to a test plan.

To find all critical points of the duty cycle of the equipment, a sufficient number of positive and negative test pulses shall be applied. For acceptance test a previously unstressed equipment shall be used or the protection devices shall be replaced.

9 Test results and test report

This clause gives a guide for the evaluation of the test results and for the test report, related to this section of IEC 1000-4.

The variety and diversity of equipment and systems to be tested makes the task of establishing the effects of surges on equipment and systems difficult.

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

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

Les matériels ne doivent pas devenir dangereux ni affecter la sécurité du fait de la mise en oeuvre des essais définis dans cette section de la CEI 1000-4.

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

En règle générale, le résultat d'essai est positif si le matériel montre son immunité pendant toute la durée d'application de l'onde de choc et si, à la fin de l'essai, l'EST remplit les prescriptions fonctionnelles fixées dans la spécification technique.

La spécification technique peut définir les effets exercés sur l'EST pouvant être considérés comme non significatifs et par conséquent acceptables.

Dans ces conditions on doit vérifier que le matériel est capable de retrouver par lui-même sa capacité de fonctionnement à la fin de l'application de l'onde de choc; on doit donc enregistrer l'intervalle de temps pendant lequel le matériel ne dispose plus de la totalité de sa capacité de fonctionnement. Ces vérifications sont obligatoires pour l'évaluation finale du résultat d'essai.

Le compte rendu d'essai doit comprendre les conditions d'essai et les résultats d'essais.

Equipment shall not become dangerous or unsafe as a result of the application of the tests defined in this section of IEC 1000-4.

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

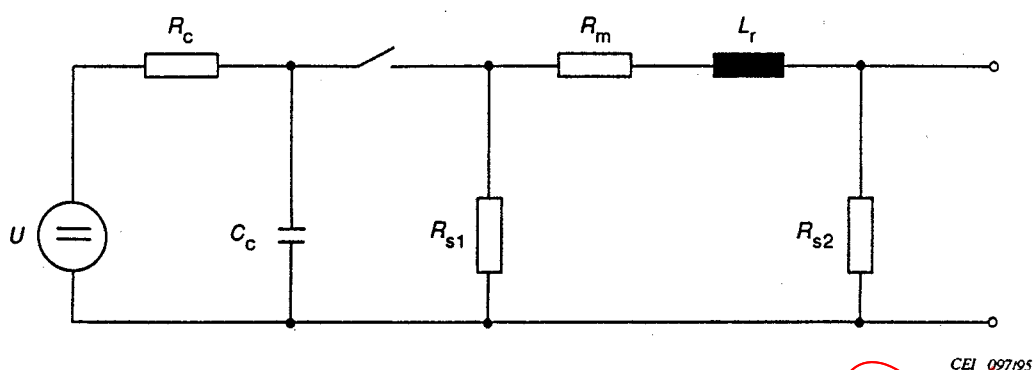
As a general rule, the test result is positive if the equipment shows its immunity for all the period of application of the surge, and at the end of the tests the EUT fulfils the functional requirements established in the technical specification.

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 surges; the time interval during which the equipment has lost its full functional capabilities shall be therefore recorded. These verifications are binding for the definitive evaluation of the test result.

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

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-5:1995



CEI 097/95

U Source haute tension
 R_c Résistance de charge
 C_c Condensateur de stockage d'énergie
 R_{s1} Résistances déterminant la durée de l'impulsion
 R_m Résistance d'adaptation d'impédance
 L_r Inductance déterminant le temps de montée

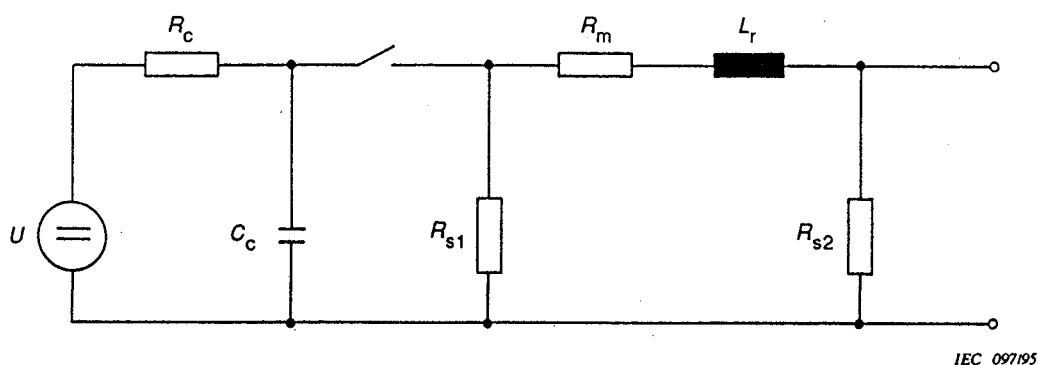
Figure 1 – Schéma de principe du circuit du générateur d'ondes combinées

Tableau 2 – Définitions des paramètres de la forme d'onde 1,2/50 μs

Définitions	En conformité avec la CEI 60-1		En conformité avec la CEI 469-1	
	Durée du front μs	Durée jusqu'à la mi-valeur μs	Temps de montée (10 % – 90 %) μs	Durée (50 % – 50 %) μs
Tension en circuit ouvert	1,2	50	1	50
Courant de court-circuit	8	20	6,4	16

NOTE – Dans les publications CEI existantes, les formes d'onde 1,2/50 μs et 8/20 μs sont généralement définies conformément à la CEI 60-1, comme le montrent les figures 2 et 3. D'autres recommandations de la CEI sont établies à partir des définitions des formes d'onde de la CEI 469-1 mentionnées au tableau 2.

Les deux définitions sont applicables à cette section de la CEI 1000-4 et concernent un générateur unique.

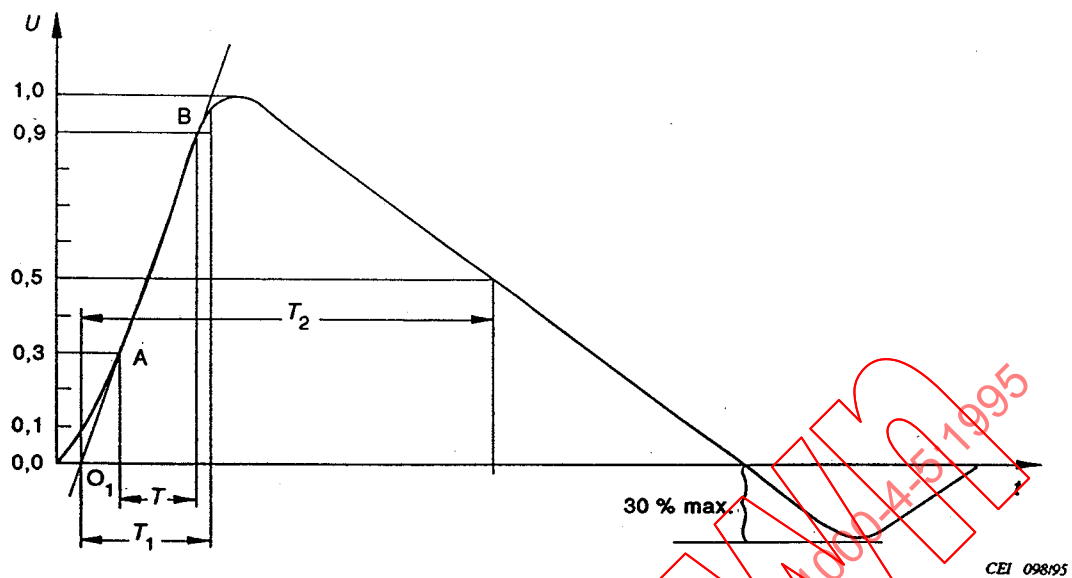


U High-voltage source
 R_c Charging resistor
 C_c Energy storage capacitor
 R_{s1} Pulse duration shaping resistor
 R_m Impedance matching resistor
 L_r Rise time shaping inductor

Figure 1 – Simplified circuit diagram of the combination wave generator

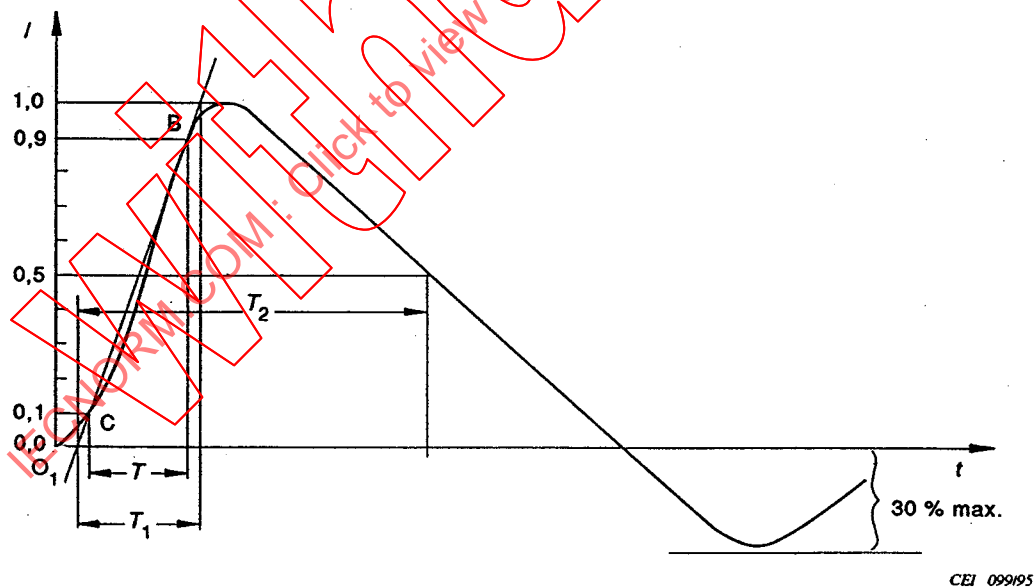
Table 2 – Definitions of the waveform parameters 1,2/50 μ s

Definitions	In accordance with IEC 60-1		In accordance with IEC 469-1	
	Front time μ s	Time to half value μ s	Rise time (10 % – 90 %) μ s	Duration time (50 % – 50 %) μ s
Open-circuit voltage	1,2	50	1	50
Short-circuit current	8	20	6,4	16
NOTE – In existing IEC publications, the waveforms 1,2/50 μ s and 8/20 μ s are generally defined according to IEC 60-1 as shown in figures 2 and 3. Other IEC recommendations are based on waveform definitions according to IEC 469-1 as shown in table 2. Both definitions are valid for this section of IEC 1000-4 and describe just one single generator.				



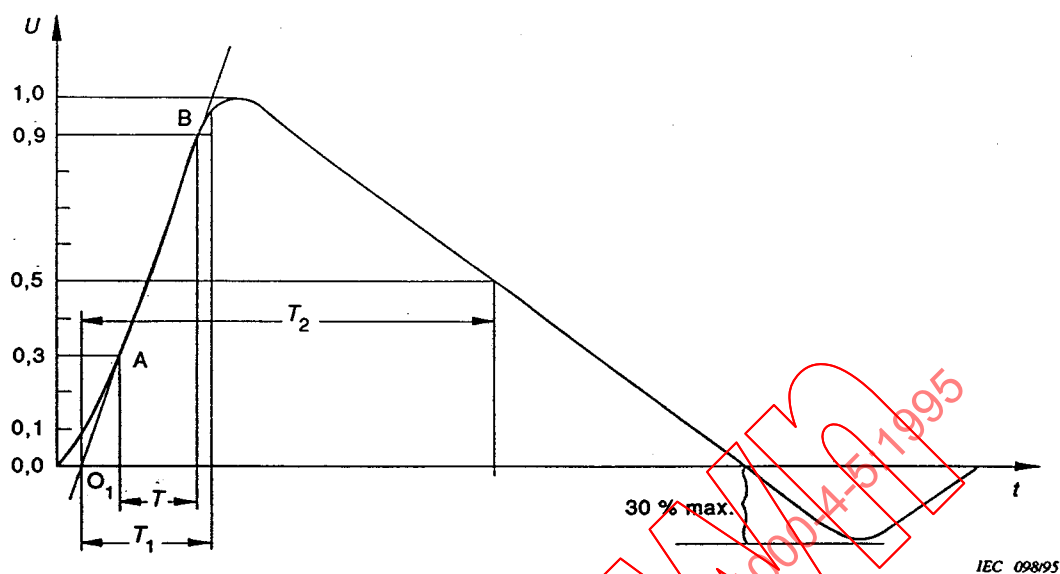
Durée du front: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu s \pm 30 \%$
 Durée jusqu'à la mi-valeur: $T_2 = 50 \mu s \pm 20 \%$.

**Figure 2 – Forme d'onde de tension en circuit ouvert (1,2/50 μs)
 (définition de la forme d'onde selon la CEI 60-1)**



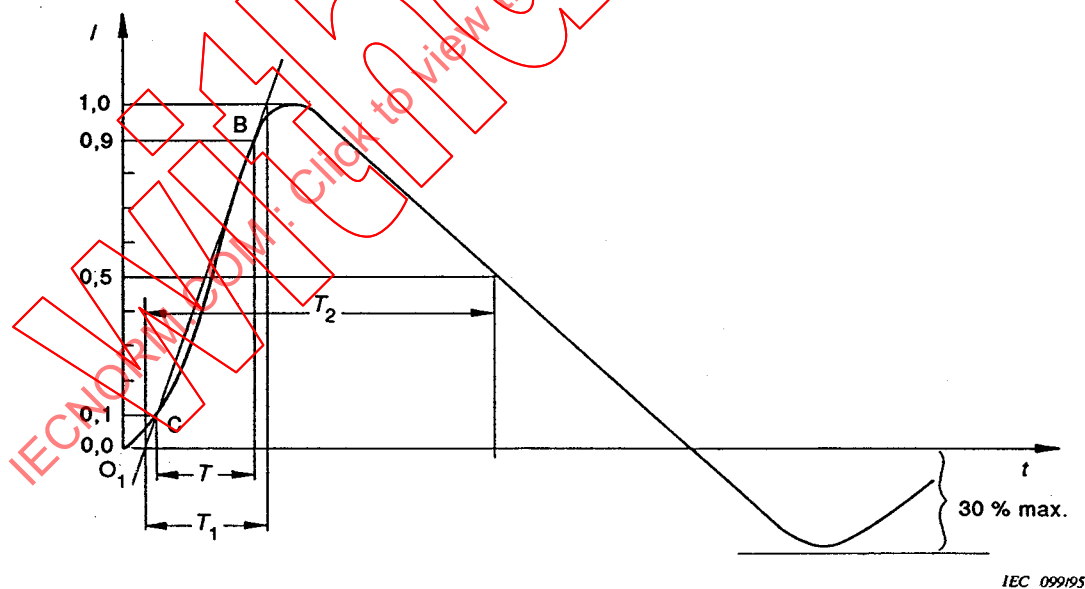
Durée du front: $T_1 = 1,25 \times T = 8 \mu s \pm 20 \%$
 Durée jusqu'à la mi-valeur: $T_2 = 20 \mu s \pm 20 \%$.

**Figure 3 – Forme d'onde en courant de court-circuit (8/20 μs)
 (définition de la forme d'onde selon la CEI 60-1)**



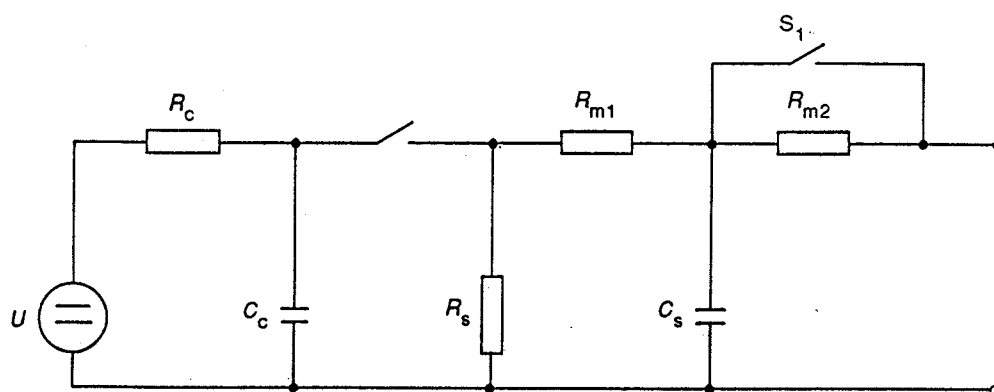
Front time: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu\text{s} \pm 30 \%$
 Time to half-value: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20 \%$.

Figure 2 – Waveform of open-circuit voltage (1,2/50 μs)
 (waveform definition according to IEC 60-1)



Front time: $T_1 = 1,25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 20 \%$
 Time to half-value: $T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20 \%$.

Figure 3 – Waveform of short-circuit current (8/20 μs)
 (waveform definition according to IEC 60-1)



CEI 100/95

- U Source haute tension
 R_c Résistance de charge
 C_c Condensateur de stockage d'énergie (20 μ F)
 R_s Résistances déterminant la durée de l'impulsion (50 Ω)
 R_m Résistances d'adaptation d'impédance ($R_{m1} = 15 \Omega$; $R_{m2} = 25 \Omega$)
 C_s Condensateur déterminant le temps de montée (0,2 μ F)
 S_1 Interrupteur fermé lors de l'utilisation de résistances d'adaptation extérieures

Figure 4 – Schéma de principe du circuit du générateur d'impulsions 10/700 μ s (conforme au livre bleu du CCITT, Vol. IX, figure 1/K.17)

Tableau 3 – Définitions des paramètres de la forme d'onde 10/700 μ s

Définitions	En conformité avec le Vol. IX du CCITT		En conformité avec la CEI 469-1	
	Durée du front μ s	Durée jusqu'à la mi-valeur μ s	Temps de montée (10 % – 90 %) μ s	Durée (50 % – 50 %) μ s
Tension en circuit ouvert	10	700	6,5	700
Courant de court-circuit	–	–	4	300

NOTE – Dans les publications existantes de la CEI et du CCITT, la forme d'onde 10/700 μ s est généralement définie conformément à la CEI 60-1, comme le montre la figure 5. D'autres recommandations de la CEI sont établies à partir des définitions des formes d'onde de la CEI 469-1 mentionnées au tableau 3. Les deux définitions sont applicables à cette section de la CEI 1000-4 et concernent un générateur unique.

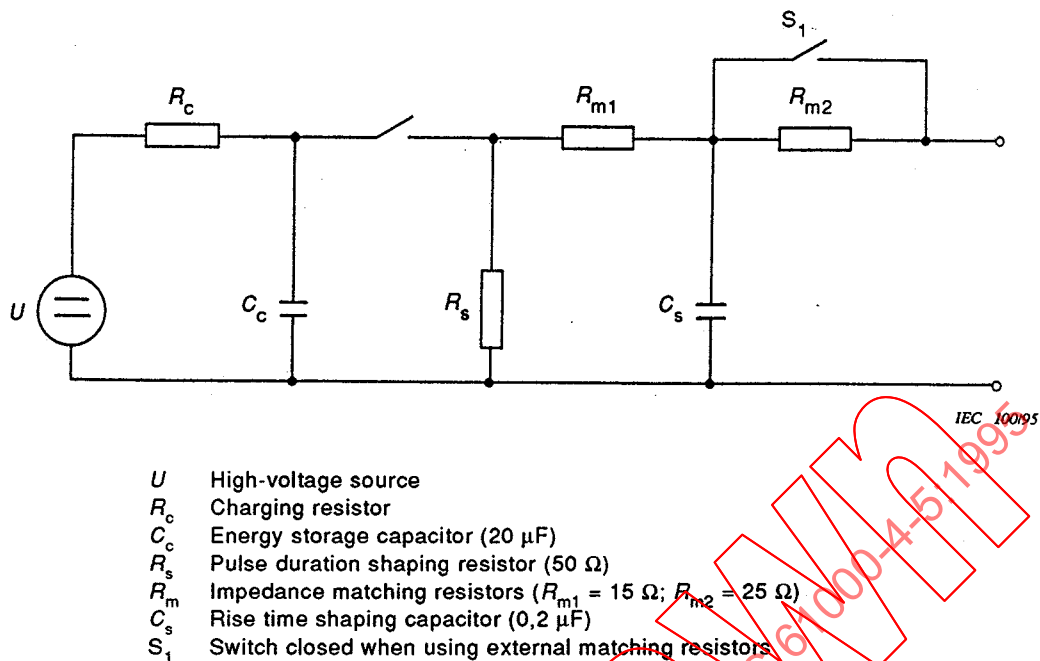


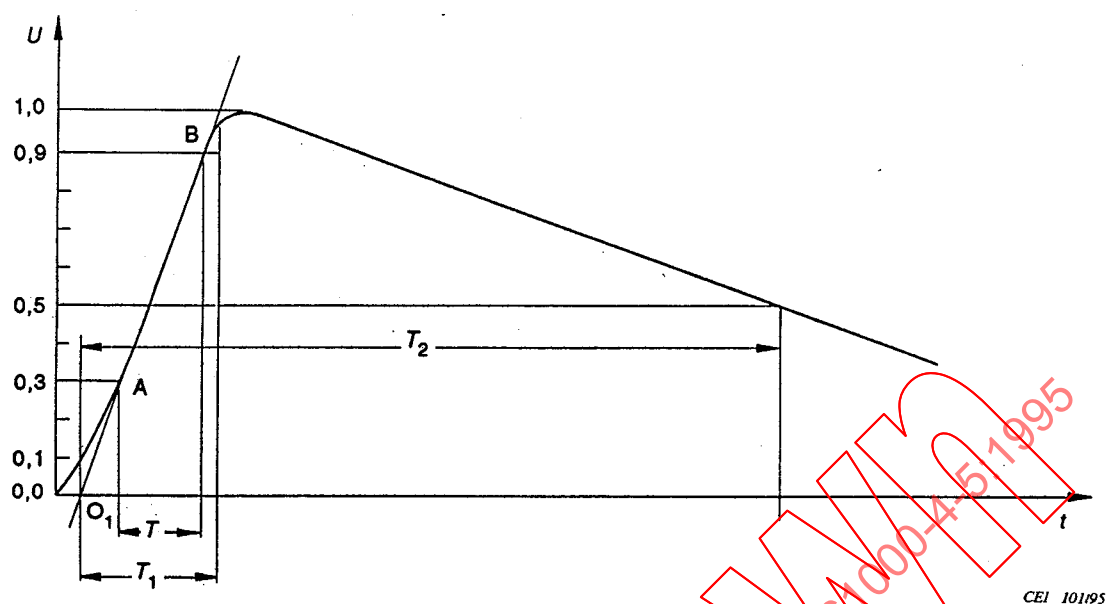
Figure 4 – Simplified circuit diagram of the 10/700 μs impulse generator (according to CCITT, Blue book Vol. IX, figure 1/K.17)

Table 3 – Definitions of the waveform parameters 10/700 μs

Definitions	In accordance with CCITT, Blue book, Vol. IX		In accordance with IEC 469-1	
	Front time μs	Time to half-value μs	Rise time (10 % – 90 %) μs	Duration time (50 % – 50 %) μs
Open-circuit voltage	10	700	6,5	700
Short-circuit current	–	–	4	300

NOTE – In existing IEC and CCITT publications, the waveform 10/700 μs is generally defined according to IEC 60-1 as shown in figure 5. Other IEC recommendations are based on waveform definitions according to IEC 469-1 as shown in table 3.

Both definitions are valid for this section of IEC 1000-4 and describe just one single generator.

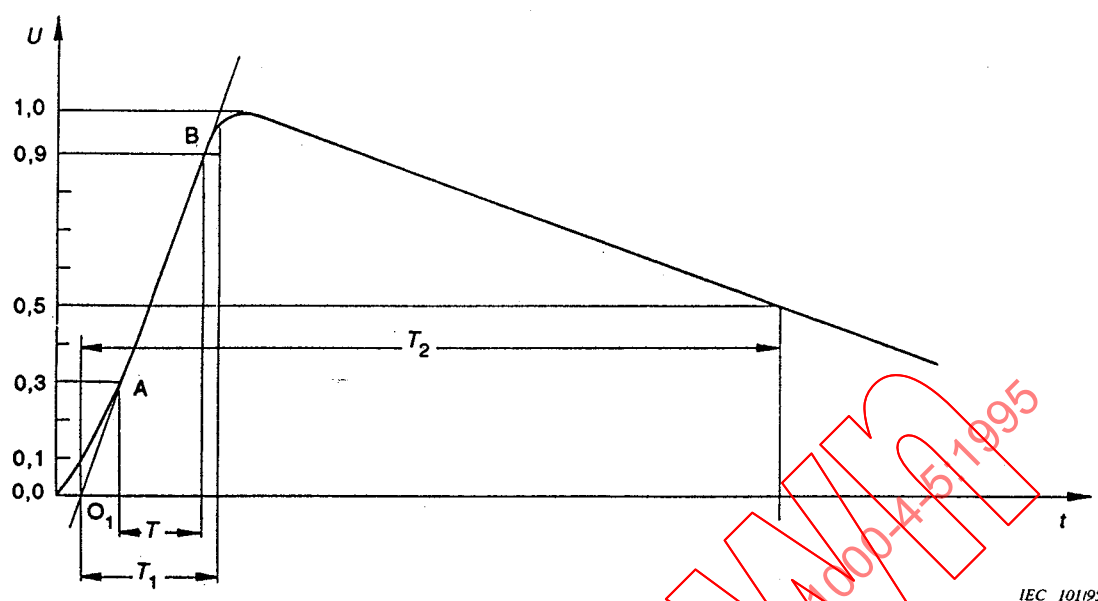


CEI 101/95

Durée du front: $T_1 = 1,67 \times T = 10 \mu s \pm 30 \%$

Durée jusqu'à la mi-valeur: $T_2 = 700 \mu s \pm 20 \%$.

**Figure 5 – Forme d'onde de tension en circuit ouvert (10/700 μs)
(définition de la forme d'onde selon le CCITT)**



Front time:

$$T_1 = 1,67 \times T = 10 \mu\text{s} \pm 30 \%$$

Time to half-value:

$$T_2 = 700 \mu\text{s} \pm 20 \%$$

**Figure 5 – Waveform of open-circuit voltage (10/700 μs)
(waveform definition according to CCITT)**

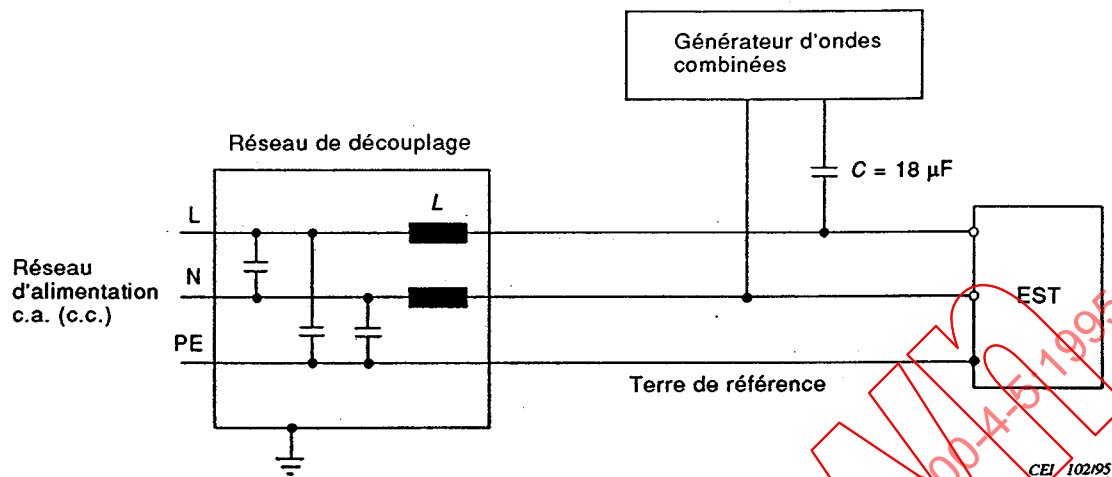


Figure 6 – Exemple de montage d'essai de ligne à couplage capacitif sur lignes à c.a./c.c.; couplage entre un fil et la terre (conformément à 7.2)

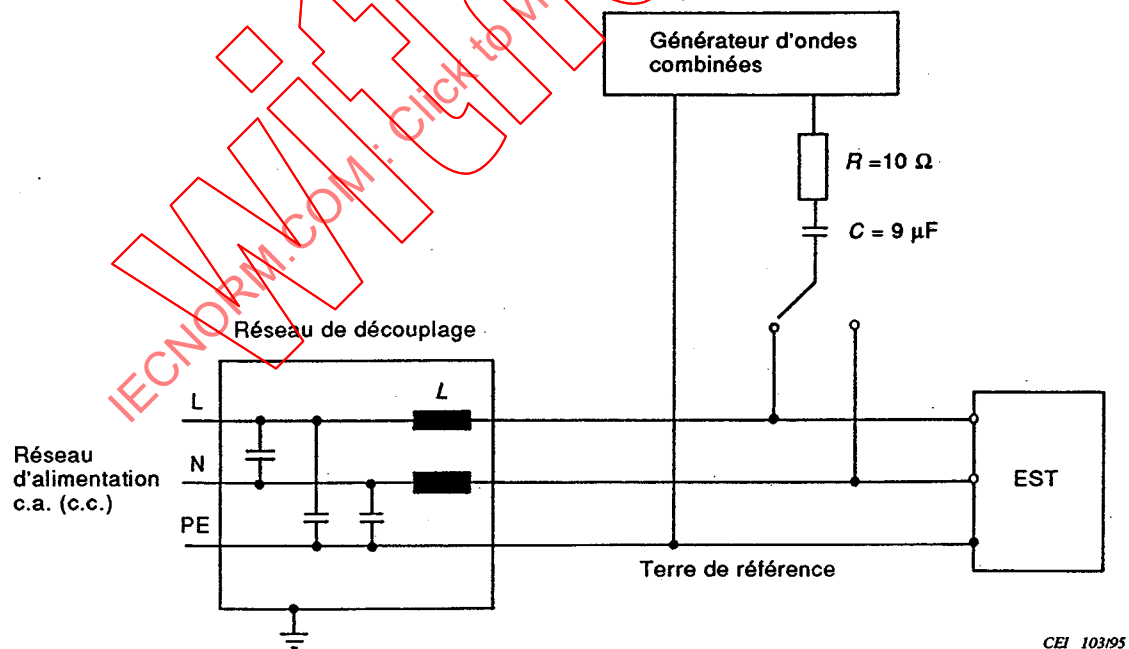


Figure 7 – Exemple de montage d'essai de ligne à couplage capacitif sur lignes à c.a./c.c.; couplage entre fils (conformément à 7.2)

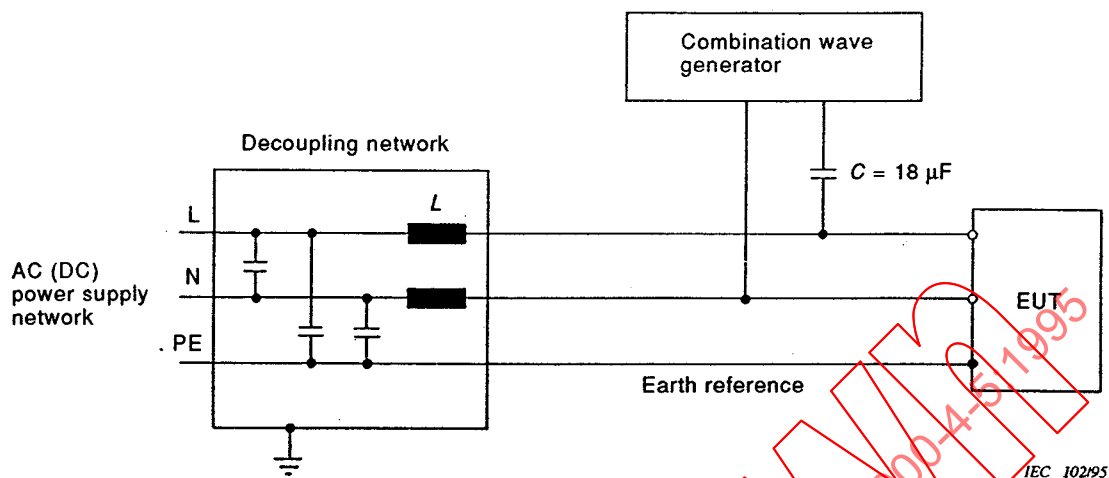


Figure 6 – Example of test set-up for capacitive coupling on a.c./d.c. lines; line-to-earth coupling (according to 7.2)

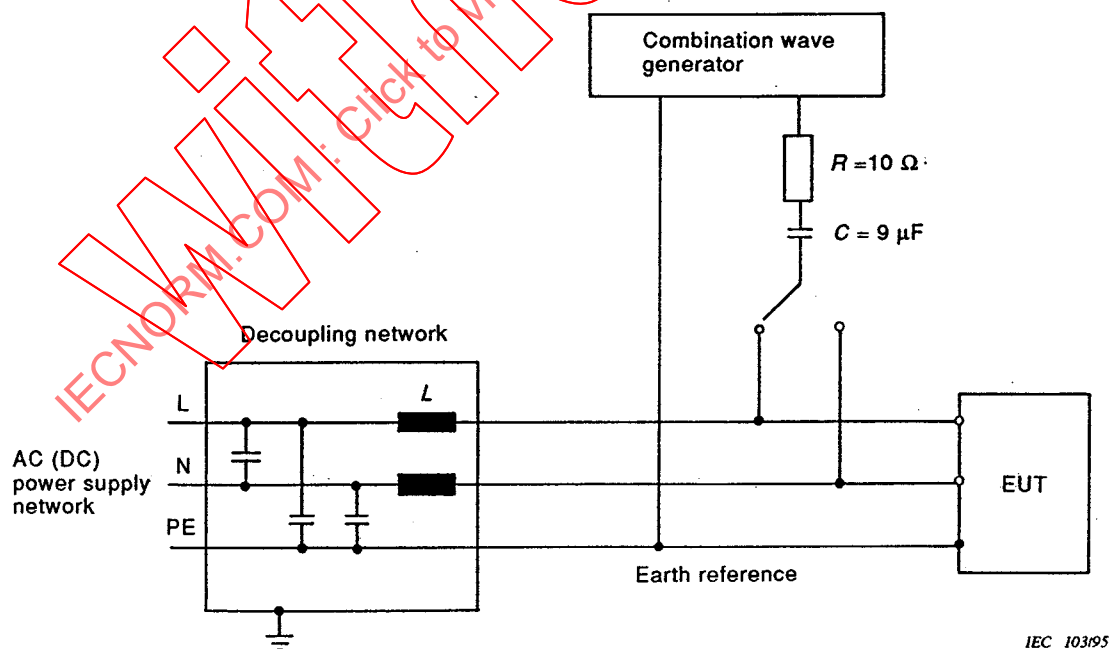


Figure 7 – Example of test set-up for capacitive coupling on a.c./d.c. lines; line-to-line coupling (according to 7.2)

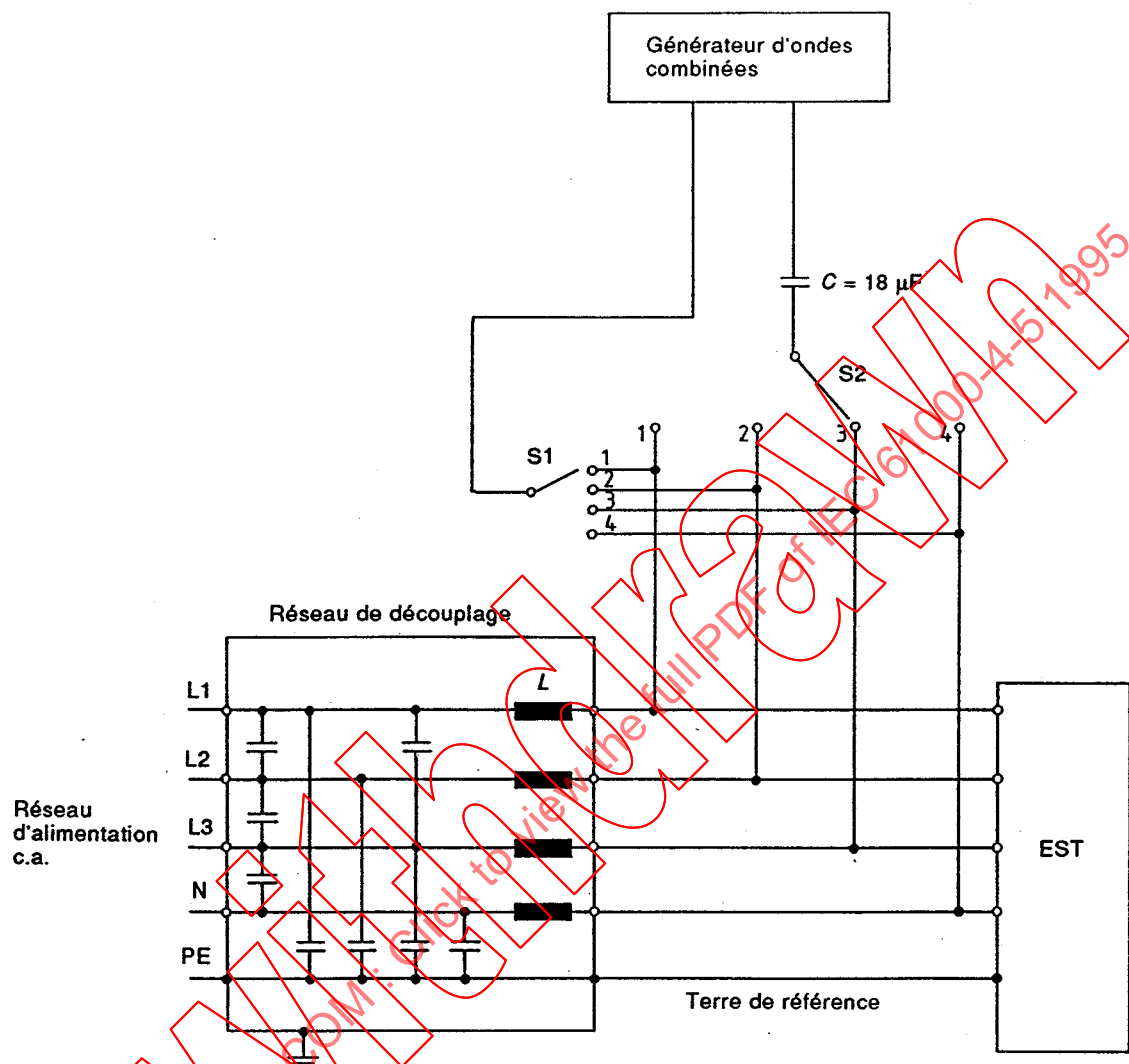


Figure 8 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphasé); couplage entre la phase L3 et la phase L1 (conformément à 7.2)

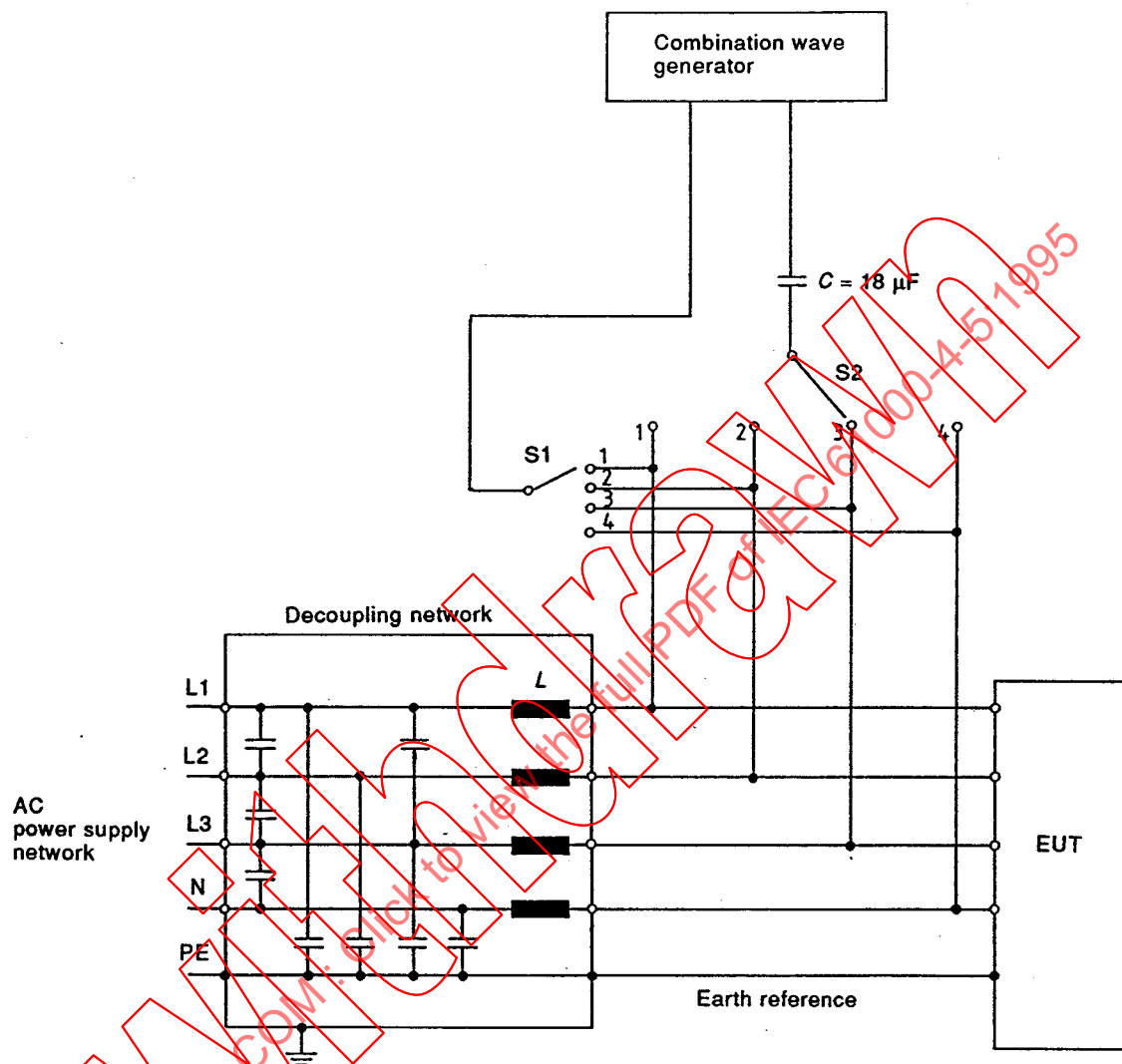


Figure 8 – Example of test set-up for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases); line L3 to line L1 coupling (according to 7.2)

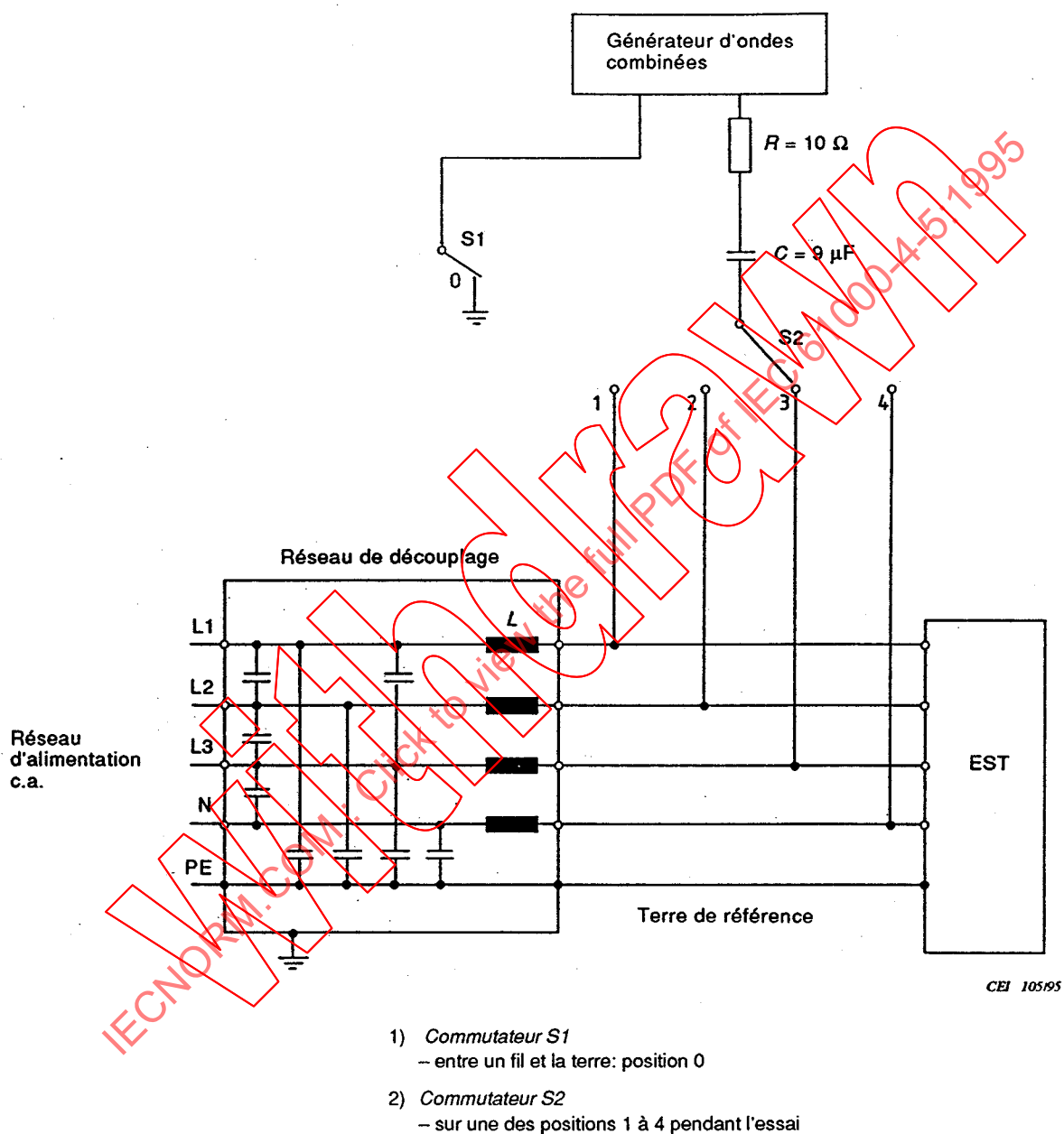


Figure 9 – Exemple de montage d'essai à couplage capacitif sur lignes à c.a. (triphase); couplage entre la phase L3 et la terre (conformément à 7.2), sortie du générateur mise à terre

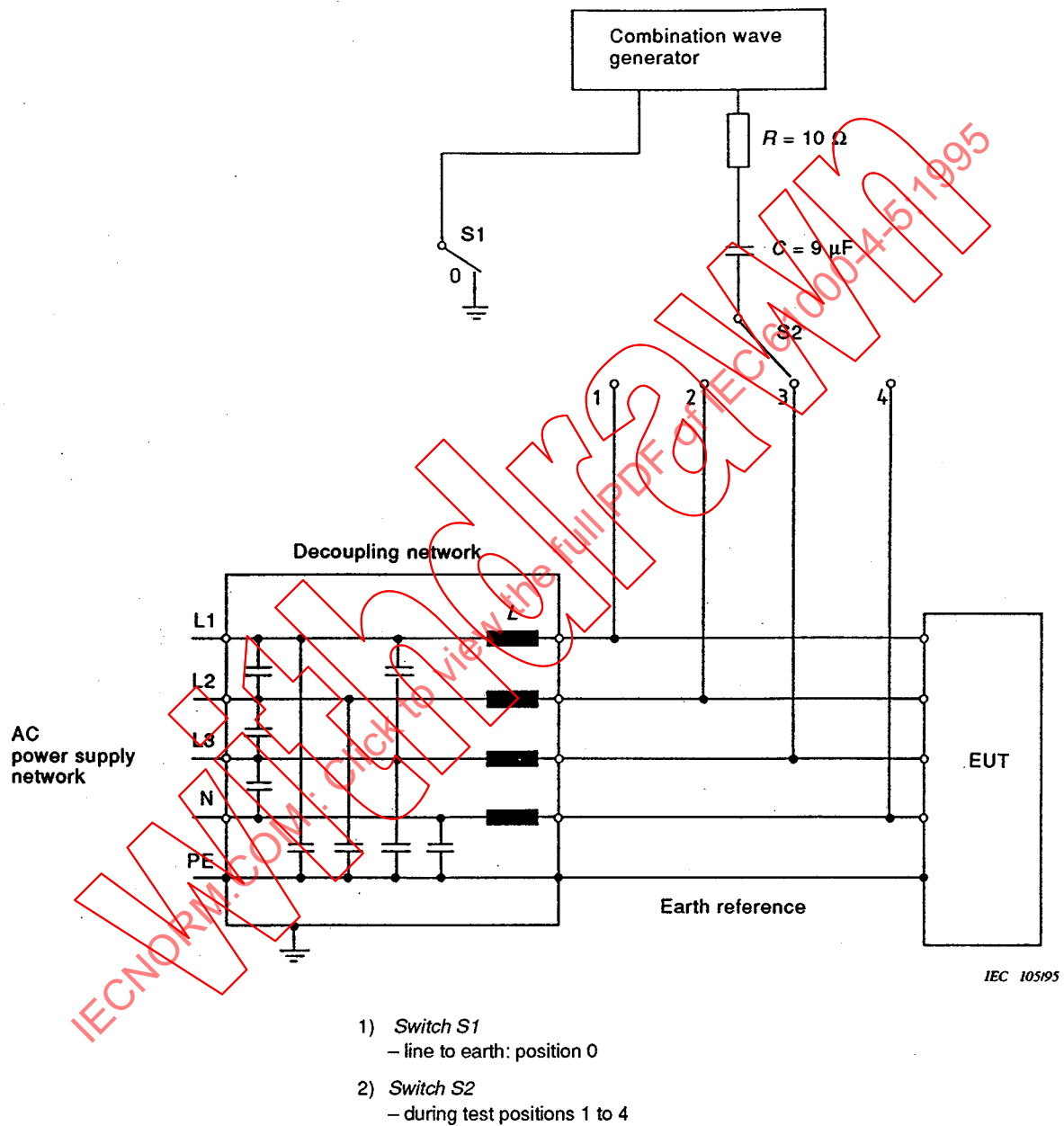
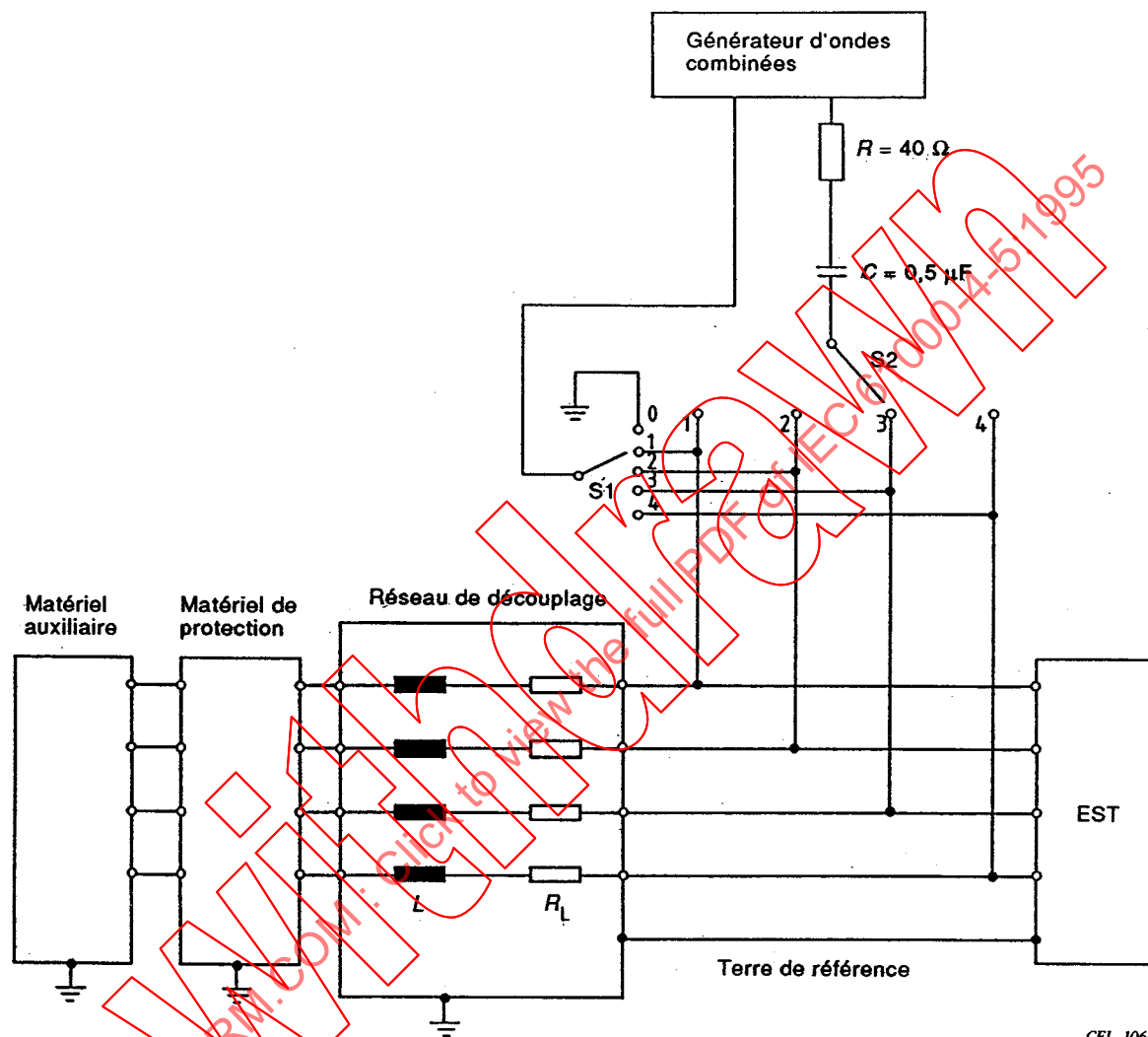


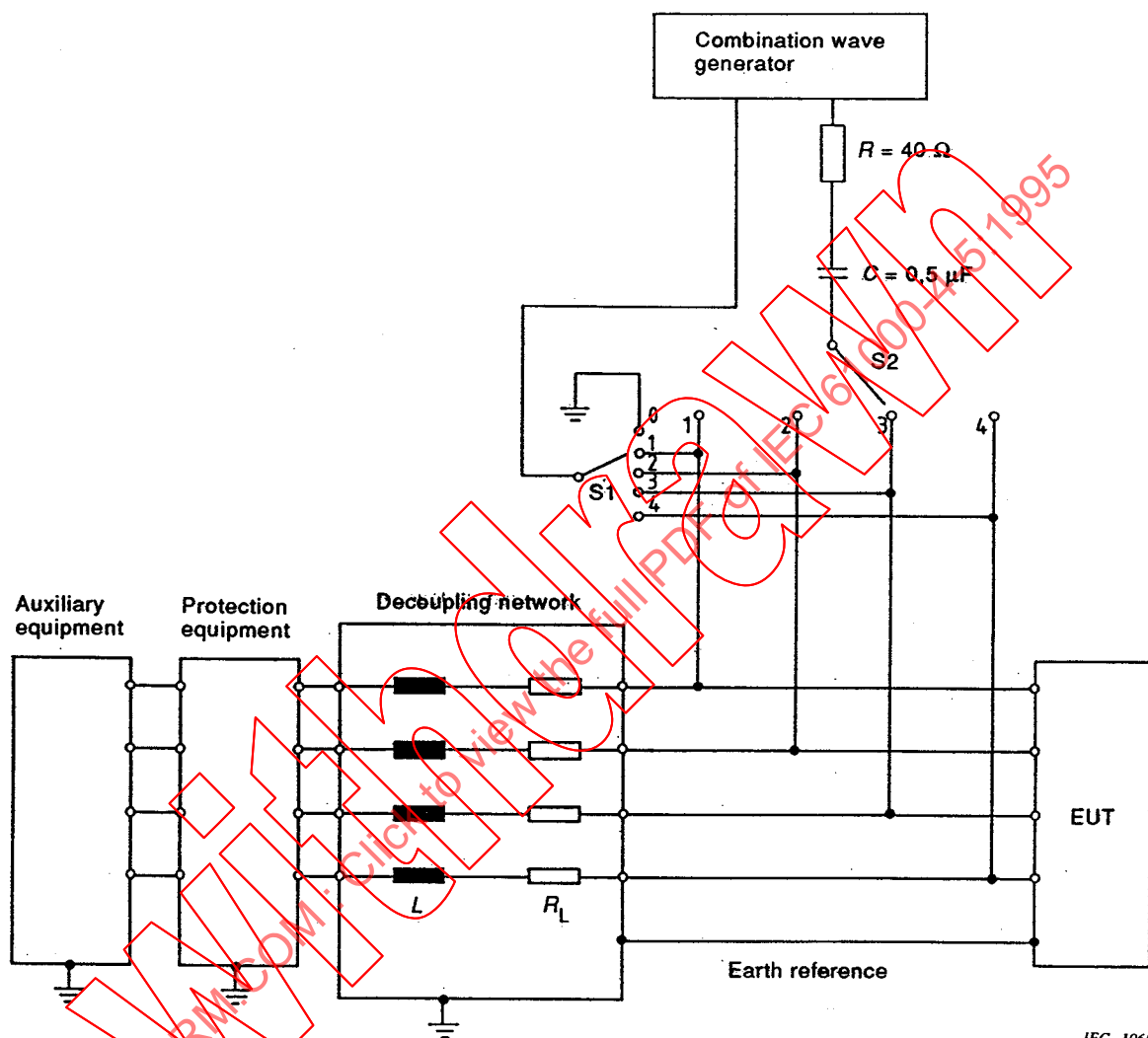
Figure 9 – Example of test set-up for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases); line L3 to earth coupling (according to 7.2); generator output earthed



CEI 106/95

- 1) Commutateur S1
 - entre un fil et la terre: position 0
 - entre fils de ligne: une des positions de 1 à 4
- 2) Commutateur S2
 - une des positions 1 à 4, mais pendant l'essai la position ne doit pas être la même que celle du commutateur S1
- 3) $L = 20 \text{ mH}$, R_L représente la partie résistive de l'inductance L

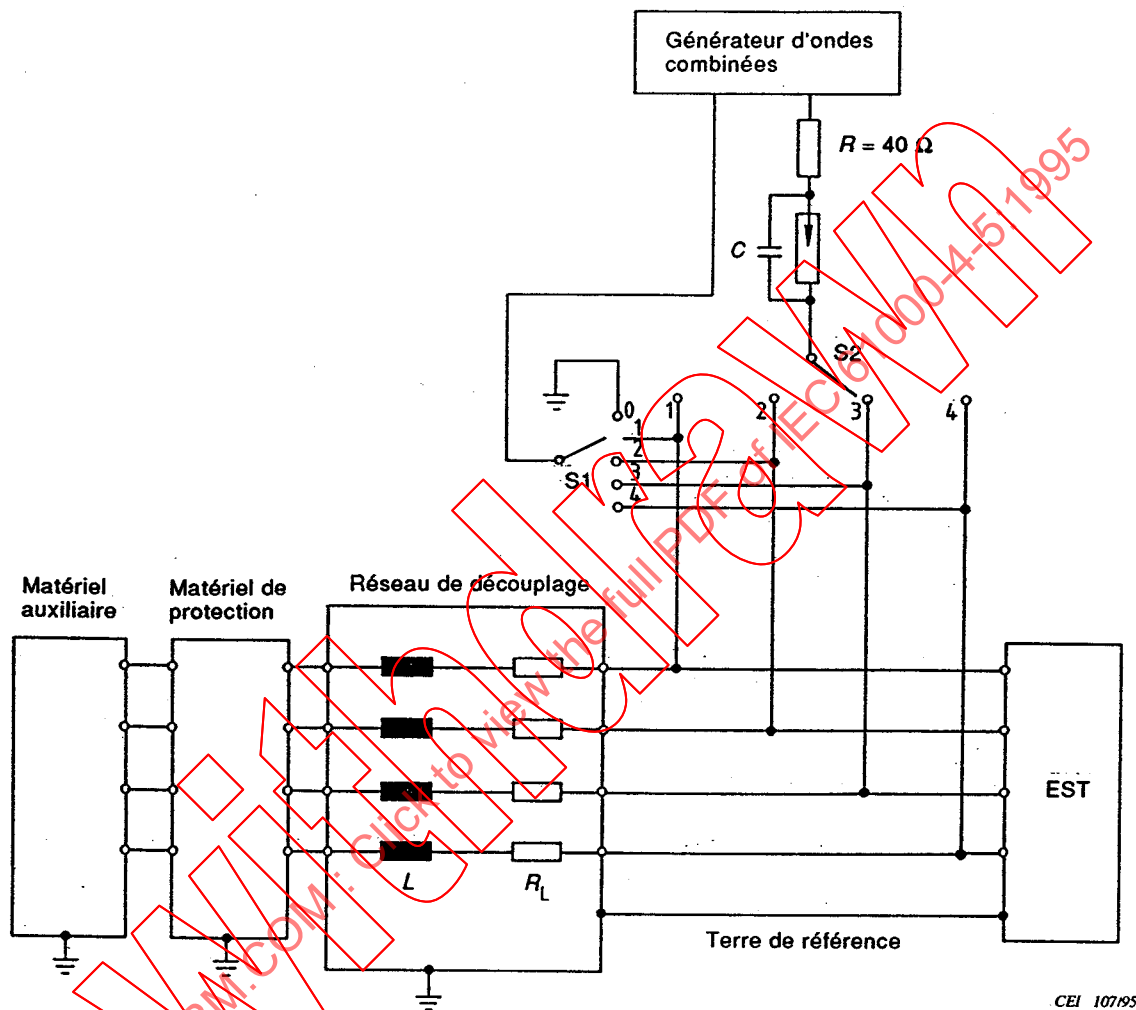
Figure 10 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non blindées; couplage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre (conformément à 7.3), couplage par condensateurs



IEC 106/95

- 1) Switch $S1$
 - line to earth: position 0
 - line to line: positions 1 to 4
- 2) Switch $S2$
 - during the test positions 1 to 4, but not in the same position with switch $S1$
- 3) $L = 20\ \text{mH}$, R_L represents the resistive part of L

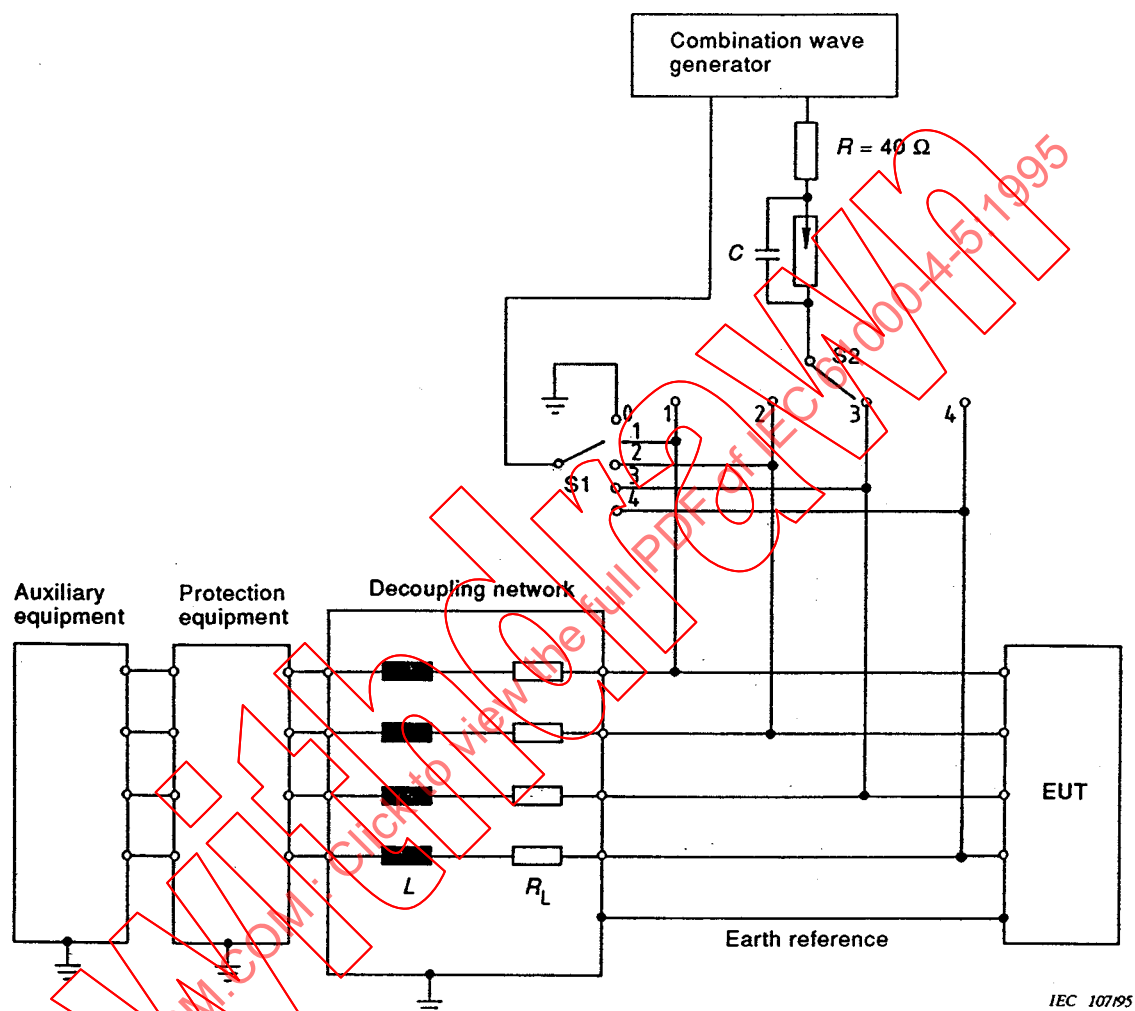
Figure 10 – Example of test set-up for unshielded interconnection lines; line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via capacitors



CEI 107/95

- 1) Commutateur S_1
 - entre un fil et la terre: position 0
 - entre fils de ligne: une des positions de 1 à 4
- 2) Commutateur S_2
 - une des positions 1 à 4, mais pendant l'essai la position ne doit pas être la même que celle du commutateur S_1
- 3) $L = 20 \text{ mH}$, R_L représente la partie résistive de l'inductance L

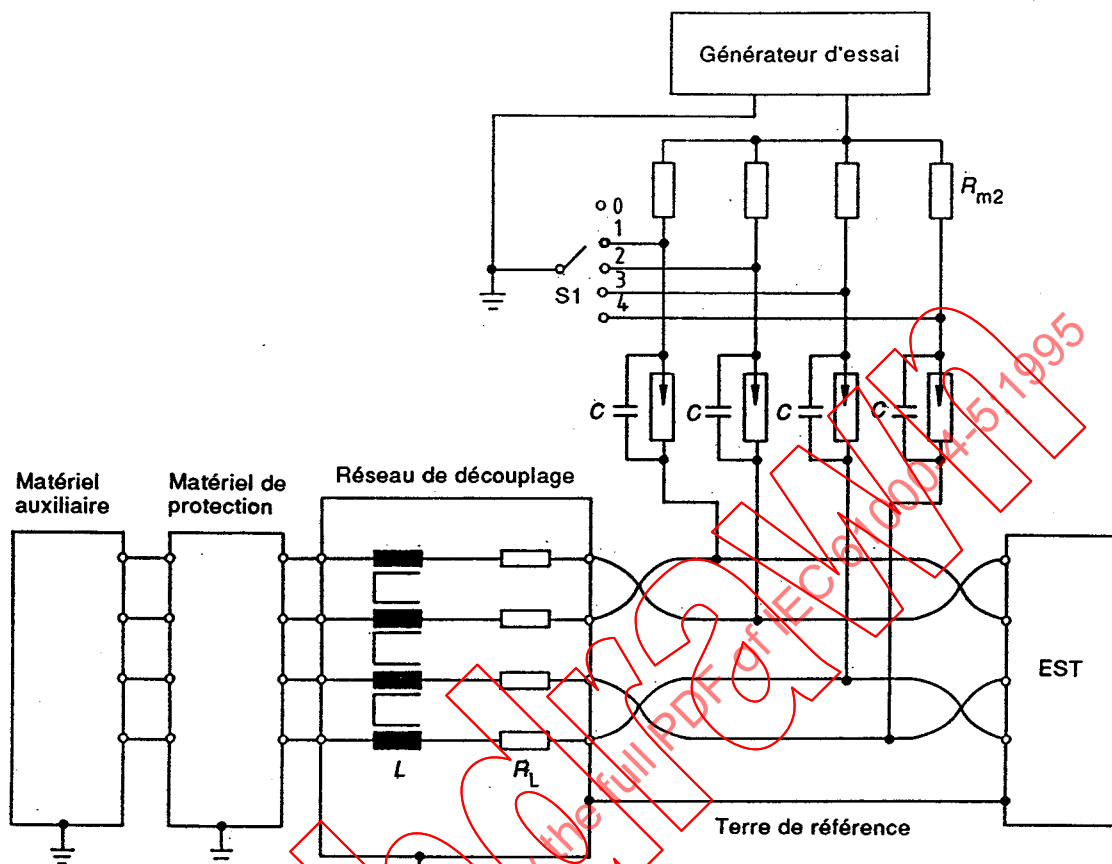
Figure 11 – Exemple de montage d'essai pour lignes d'interconnexion non symétriques et non blindées; couplage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre (conformément à 7.3), couplage par parafoudres



IEC 107195

- 1) Switch S1
 - line to earth: position 0
 - line to line: positions 1 to 4
- 2) Switch S2
 - during the test positions 1 to 4, but not in the same position with switch S1
- 3) $L = 20 \text{ mH}$, R_L represents the resistive part of L

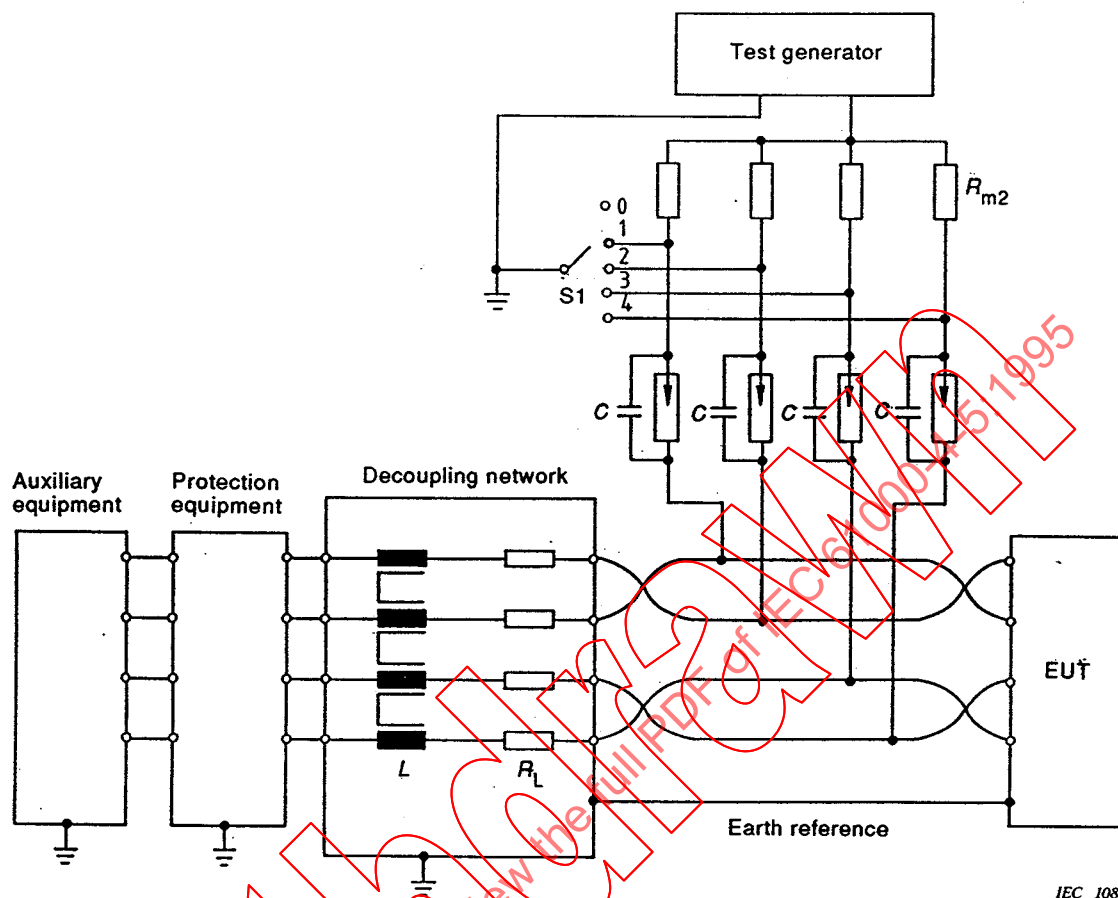
Figure 11 – Example of test set-up for unshielded unsymmetrically operated lines; line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.3), coupling via arrestors



CEI 108/95

- a) **Commutateur S1:**
- entre un fil et la terre: position 0
 - entre fils de ligne: position 1 à 4 (les fils sont mis à la terre tour à tour)
- b) **Calcul de R_{m2} en cas d'utilisation d'un générateur CWG (1,2/50 μ s)**
- Exemple pour $n = 4$:
- $$R_{m2} = 4 \times 40 \, \Omega = 160, \text{ max. } 250 \, \Omega$$
- Calcul de R_{m2} en cas d'utilisation d'un générateur 10/700 μ s**
- La résistance interne d'adaptation R_{m2} (25 Ω) est remplacée par la résistance externe
- $$R_{m2} = n \times 25 \, \Omega \text{ par conducteur (pour } n \text{ conducteurs avec } n \text{ égal ou supérieur à 2).}$$
- Exemple pour $n = 4$:
- $$R_{m2} = 4 \times 25 \, \Omega = 100 \, \Omega, R_{m2} \text{ ne doit pas dépasser } 250 \, \Omega$$
- c) $C = 0,1 \, \mu\text{F}$ si la fréquence des signaux transmis est inférieure à 5 kHz; pour les fréquences plus élevées on n'utilise pas de condensateur
- d) $L = 20 \, \text{mH}$, R_L : sa valeur dépend de l'atténuation négligeable du signal de transmission

Figure 12 – Exemple de montage d'essai pour lignes non blindées utilisées de façon symétrique (lignes de télécommunications); couplage entre fils de ligne ou entre un fil et la terre (conformément à 7.4), couplage par parafoudres



IEC 108/95

- a) Switch S1
 - line to earth: position 0
 - line to line: positions 1 to 4 (1 line in turn earthed)
- b) Calculation of R_{m2} when using CWG (1,2/50 μ s generator)

Example for $n = 4$:

$$R_{m2} = 4 \times 40 \, \Omega = 160, \text{ max. } 250 \, \Omega$$

Calculation of R_{m2} when using 10/700 μ s generator

The internal matching resistor R_{m2} (25 Ω) is replaced by external $R_{m2} = n \times 25 \, \Omega$ per conductor (for n conductors with n equal or greater than 2).

Example for $n = 4$:

$$R_{m2} = 4 \times 25 \, \Omega = 100 \, \Omega, R_{m2} \text{ shall not exceed } 250 \, \Omega$$
- c) $C = 0,1 \, \mu\text{F}$ for frequencies of the transmission signal below 5 kHz;
at higher frequencies no capacitors are used
- d) $L = 20 \, \text{mH}$, R_L : value depending on negligible attenuation of the transmission signal

Figure 12 – Example of test set-up for unshielded symmetrically operated lines (telecommunication lines); line-to-line/line-to-earth coupling (according to 7.4), coupling via arrestors

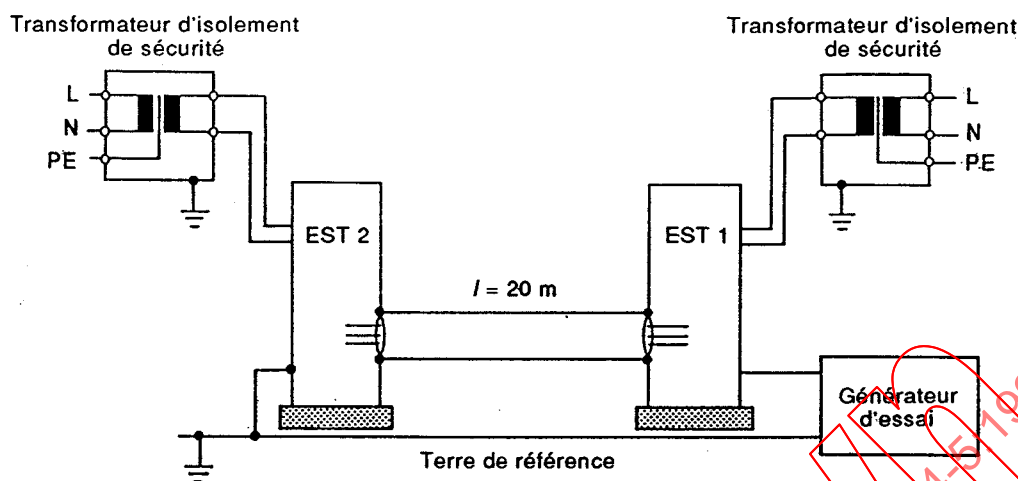


Figure 13 – Exemple de montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes blindées (conformément à 7.5) en vue de l'application de différences de potentiel (conformément à 7.6), couplage par conduction

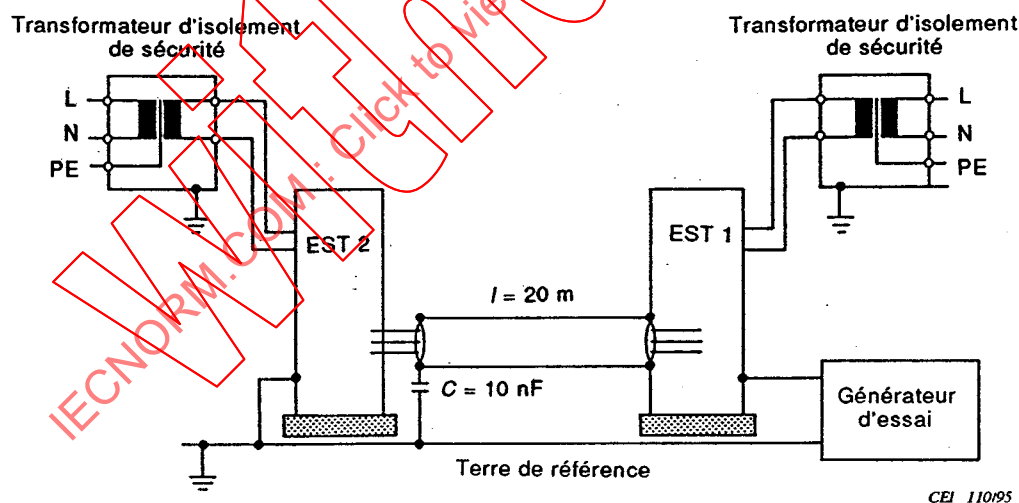


Figure 14 – Exemple de montage d'essai pour les essais pratiqués sur les lignes non blindées et sur les lignes blindées mises à la terre à une seule extrémité (conformément à 7.5) en vue de l'application de différences de potentiel (conformément à 7.6), couplage par conduction

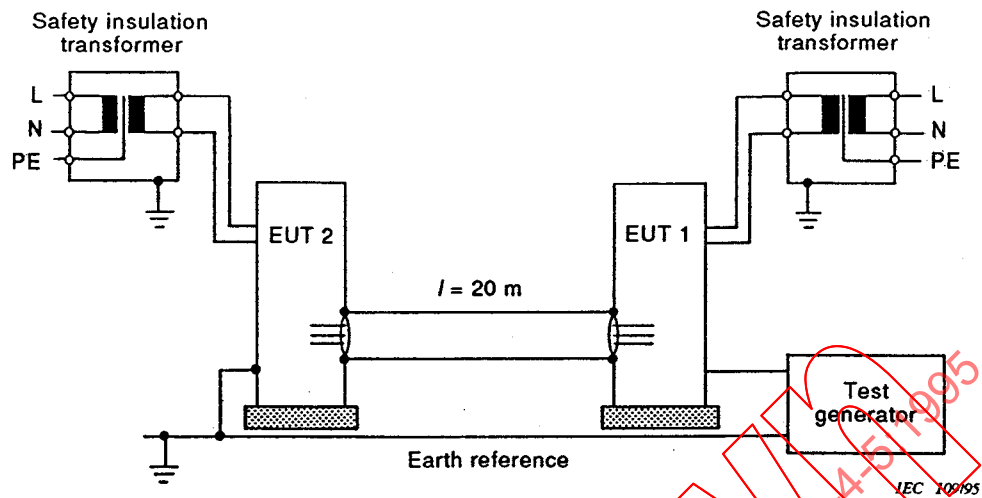


Figure 13 – Example of test set-up for tests applied to shielded lines (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling

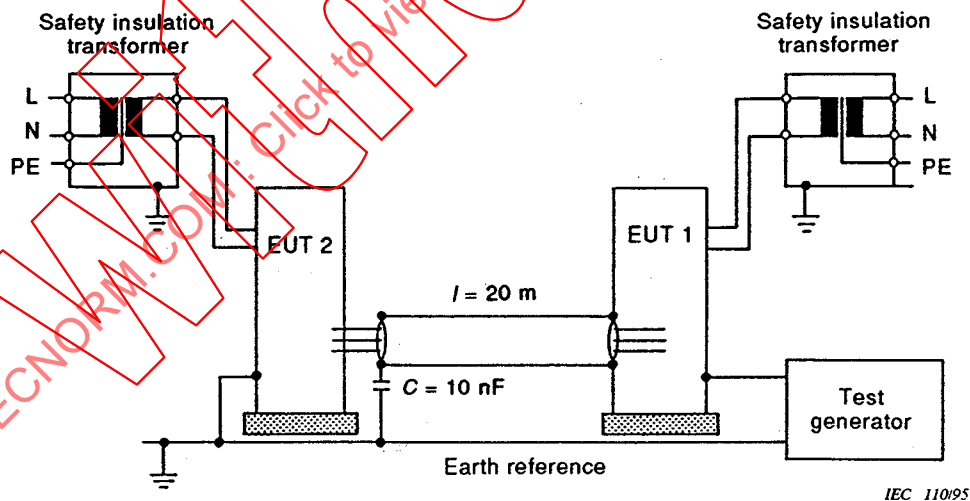


Figure 14 – Example of test set-up for tests applied to unshielded lines and shielded lines earthed only at one end (according to 7.5) and to apply potential differences (according to 7.6), conductive coupling

Annexe A (normative)

Choix des générateurs et des niveaux d'essai

Le choix des niveaux d'essai doit être établi à partir des conditions d'installation. Pour cela, il convient d'utiliser le tableau A.1, ainsi que les informations et exemples donnés en B.3 de l'annexe B, dans laquelle on distingue les classes suivantes:

- Classe 0: Environnement électrique bien protégé, souvent celui d'une salle spéciale.
- Classe 1: Environnement électrique partiellement protégé.
- Classe 2: Environnement électrique pour lequel les câbles sont bien séparés, même sur des parcours de faible longueur.
- Classe 3: Environnement électrique pour lequel le parcours des câbles est parallèle.
- Classe 4: Environnement électrique pour lequel les interconnexions se font par des câbles extérieurs, à côté des câbles d'énergie, et pour lequel les câbles sont utilisés à la fois pour des circuits électroniques et des circuits électriques.
- Classe 5: Environnement électrique pour du matériel électronique relié à des câbles de télécommunications et à des lignes électriques aériennes d'une zone qui n'est pas très peuplée.
- Classe x: Conditions particulières stipulées dans les spécifications de produit.

D'autres indications sont apportées par les figures B.1 à B.3 de l'annexe B.

Pour déterminer le niveau d'immunité d'un système, il convient de prendre des mesures complémentaires relevant des conditions réelles d'installation, par exemple l'adjonction d'une protection primaire.

Annex A

(normative)

Selection of generators and test levels

The selection of the test levels shall be based on the installation conditions. For this purpose table A.1 should be used, together with information and examples given in B.3 of annex B where:

- Class 0: Well-protected electrical environment, often within a special room.
- Class 1: Partly protected electrical environment.
- Class 2: Electrical environment where the cables are well separated, even at short runs.
- Class 3: Electrical environment where cables run in parallel.
- Class 4: Electrical environment where the interconnections are running as outdoor cables along with power cables, and cables are used for both electronic and electric circuits.
- Class 5: Electrical environment for electronic equipment connected to telecommunication cables and overhead power lines in a non-densely populated area.
- Class x: Special conditions specified in the product specification.

Additional information is given in figures B.1 to B.3 of annex B.

To demonstrate the system level immunity, additional measures relevant to the actual installation conditions, e.g. primary protection, should be taken.

Tableau A.1 – Choix des niveaux d'essai (en fonction des conditions d'installation)

Classe de l'installation	Niveaux d'essai							
	Alimentation		Circuits non symétriques, LDB		Circuits/lignes symétriques		SDB, DB ¹⁾	
	Mode de couplage entre		Mode de couplage entre		Mode de couplage entre		Mode de couplage entre	
	Fils de ligne kV	Fil et terre kV	Fils de ligne kV	Fil et terre kV	Fils de ligne kV	Fil et terre kV	Fils de ligne kV	Fil et terre kV
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0,5	NA	0,5	NA	0,5	NA	NA
2	0,5	1,0	0,5	1,0	NA	1,0	NA	0,5
3	1,0	2,0	1,0	2,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
4	2,0	4,0 ³⁾	2,0	4,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
5	2)	2)	2,0	4,0 ³⁾	NA	4,0 ³⁾	NA	NA
x								
1) Distance limitée, configuration ou implantation particulière, 10 m à 30 m au maximum: aucun essai n'est préconisé pour les câbles d'interconnexion dont la longueur ne dépasse pas 10 m, seule la classe 2 est applicable. 2) Dépend de la classe du réseau d'alimentation local. 3) Essai généralement pratiqué avec une protection primaire.								
Légende: DB = bus de données SDB = bus courte distance LDB = bus longue distance NA = non appliqué								

Les ondes de choc (et générateurs d'essai pour les différentes classes sont les suivantes:

Classes 1 à 4: 1,2/50 μ s (8/20 μ s)

Classe 5: 1,2/50 μ s (8/20 μ s) aux accès des lignes d'alimentation et des circuits ou lignes de signaux courte distance.

10/700 μ s aux accès des circuits ou lignes de signaux longue distance.

Les impédances de source doivent être celle indiquées sur les figures correspondant aux installations d'essai concernées.

Table A.1 – Selection of the test levels (depending on the installation conditions)

Installation class	Test levels							
	Power supply		Unbalanced operated circuits/lines, LDB		Balanced operated circuits/lines		SDB, DB ¹⁾	
	Coupling mode		Coupling mode		Coupling mode		Coupling mode	
	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV	Line to line kV	Line to earth kV
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0,5	NA	0,5	NA	0,5	NA	NA
2	0,5	1,0	0,5	1,0	NA	1,0	NA	0,5
3	1,0	2,0	1,0	2,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
4	2,0	4,0 ³⁾	2,0	4,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
5	2)	2)	2,0	4,0 ³⁾	NA	4,0 ³⁾	NA	NA
x								
1) Limited distance, special configuration, special layout, 10 m to max. 30 m: no test is advised at interconnection cables up to 10 m, only class 2 is applicable. 2) Depends on the class of the local power supply system. 3) Normally tested with primary protection.								
Explanation: DB = data bus (data line) SDB = short-distance bus LDB = long-distance bus NA = not applicable								

The surges (and test generators) related to the different classes are as in the following:

Classes 1 to 4: 1,2/50 μ s (8/20 μ s).

Class 5: 1,2/50 μ s (8/20 μ s) for ports of power lines and short-distance signal circuits/lines.

10/700 μ s for ports of long-distance signal circuits/lines.

The source impedances shall be as indicated in the figures of the test set-ups concerned.