

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-4**

Première édition
First edition
1995-01

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –
Section 4: Essais d'immunité aux
transitoires électriques rapides en salves
Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques –
Section 4: Electrical fast transient/burst
immunity test
Basic EMC publication



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

Première édition
First edition
1995-01

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –
Section 4: Essais d'immunité aux
transitoires électriques rapides en salves
Publication fondamentale en CEM

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 4:

Testing and measurement techniques –
Section 4: Electrical fast transient/burst
immunity test
Basic EMC publication

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
 Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Généralités	14
4 Définitions	14
5 Niveaux d'essai	16
6 Matériel d'essai	16
6.1 Générateur d'essai	16
6.2 Réseau de couplage/découplage pour accès d'alimentation en courant alternatif et continu	20
6.3 Pince de couplage capacitive	20
7 Montage d'essai	22
7.1 Matériel d'essai	22
7.2 Montage d'essai pour les essais de type en laboratoire	22
7.3 Montage d'essai pour les essais sur site	26
8 Procédure d'essai	28
8.1 Conditions de référence en laboratoire	28
8.2 Exécution de l'essai	30
9 Résultats d'essai et rapport d'essai	30
 Figures	
1 Schéma simplifié d'un générateur de transitoires rapides en salves	34
2 Allure générale d'un transitoire rapide en salve	34
3 Forme d'onde d'une impulsion unique sur une charge de 50 Ω	35
4 Réseau de couplage/découplage pour accès et bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu	36
5 Construction de la pince de couplage capacitive	38
6 Diagramme synoptique de l'essai d'immunité de transitoires électriques rapides en salves	40
7 Montage général d'essai pour les essais de type en laboratoire	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 General	15
4 Definitions	15
5 Test levels	17
6 Test equipment	17
6.1 Test generator	17
6.2 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. mains supply port	21
6.3 Capacitive coupling clamp	21
7 Test set-up	23
7.1 Test equipment	23
7.2 Test set-up for type tests performed in laboratories	23
7.3 Test set-up for post-installation tests	27
8 Test procedure	29
8.1 Laboratory reference conditions	29
8.2 Execution of the test	31
9 Test results and test report	31
Figures	
1 Simplified circuit diagram of a fast transient/burst generator	34
2 General graph of a fast transient/burst	34
3 Waveshape of a single pulse into a 50 Ω load	35
4 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power mains supply ports/terminals	37
5 Construction of the capacitive coupling clamp	39
6 Block-diagram for electrical fast transient/burst immunity test	41
7 General test set-up for laboratory type tests	43

Figures (suite)

8	Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès ou aux bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu pour les essais en laboratoire	44
9	Exemple de montage d'essai pour l'application de la tension d'essai au moyen de la pince de couplage capacitive pour les essais en laboratoire	46
10	Exemple d'essai sur site sur les accès d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu et sur les bornes de terre de protection pour des EST fixes montés sur le sol	48
11	Exemple d'essai sur site sur l'accès d'alimentation en courant alternatif et sur les bornes de terre de protection pour des EST mobiles	50
12	Exemple d'essais sur site sur les accès de communication et d'entrée/sortie sans la pince de couplage capacitive	52
Annexe A	Notes explicatives sur le générateur de transitoires rapides en salves et sur la sélection des niveaux de sévérité d'essai	54

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-1195

Without watermark

Figures (continued)

8	Example of test set-up for direct coupling of the test voltage to a.c./d.c. power supply ports/terminals for laboratory test purposes	45
9	Example of test set-up for application of the test voltage by the capacitive coupling clamp for laboratory test purposes	47
10	Example for post-installation test on a.c./d.c. power supply ports and protective earth terminals for stationary, floor-mounted EUT	49
11	Example for post-installation test on a.c. mains supply port and protective earth terminals for non-stationary mounted EUT	51
12	Example for post-installation test on communications and I/O ports without the capacitive coupling clamp	53
Annex A	– Explanatory notes on transient/burst generator and selection of the test levels	55

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1000-4-4:1995

Withd

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

**Partie 4: Techniques d'essai et de mesure –
Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides
en salves****Publication fondamentale en CEM**

AVANT-PROPOS

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

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

Elle constitue la section 4 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.

Elle est basée sur la CEI 801-4 (première édition: 1988): Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels, Quatrième partie: Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en salves, préparée par le comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Suivant une recommandation de l'ACEC à sa réunion de décembre 1989, le domaine d'application de cette norme a été étendu à toutes les sortes de matériels électriques et électroniques. Pour cette raison, il a été décidé de substituer la série de publications 1000-4: Techniques d'essai et de mesure en CEM, du comité d'études 77, à la série 801.

Seuls des amendements rédactionnels ont été réalisés sans aucune modification technique et les numéros de publication de référence 801-4 (1988) ou 1000-4-4 sont équivalents.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)**Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test****Basic EMC publication**

FOREWORD

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

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

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

It is based on IEC 801-4 (first edition: 1988): Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 4: Electrical fast transient/ burst requirements, prepared by IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

According to a recommendation of ACEC at its meeting of December 1989, the scope of this standard has been extended to all kinds of electrical and electronic equipment. For this purpose it has been decided to transfer the 801 series of publications to IEC 1000, Part 4: EMC testing and measurement techniques, of technical committee 77.

No technical changes, only editorial amendments have been made with this transfer and reference to IEC 801-4 (1988) or IEC 1000-4-4 is equivalent.

Le texte de la CEI 801-4, première édition est basé sur les documents suivants:

Règles des Six Mois	Rapport de vote
65(BC)39	65(BC)43

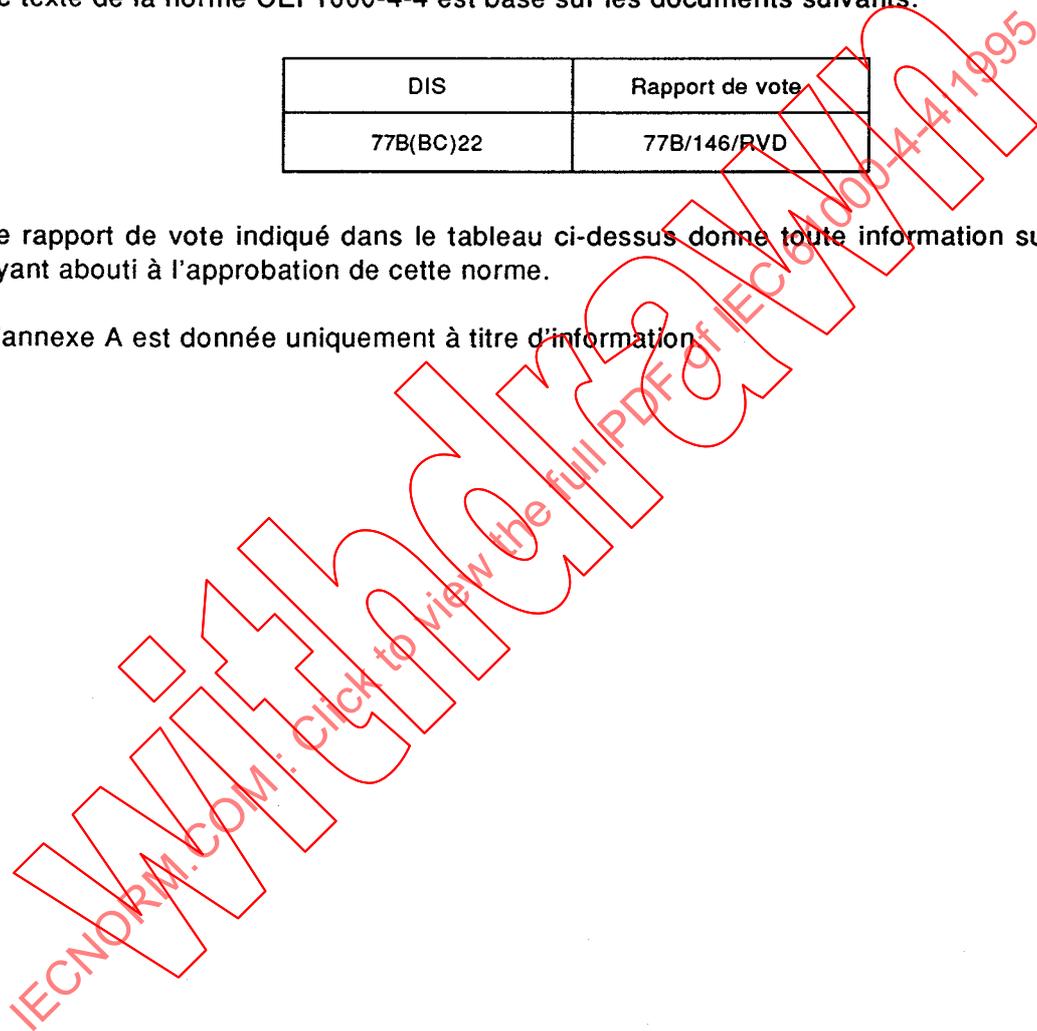
Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Le texte de la norme CEI 1000-4-4 est basé sur les documents suivants:

DIS	Rapport de vote
77B(BC)22	77B/146/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 est donnée uniquement à titre d'information.



The text of IEC 801-4, first edition, is based on the following documents:

Six Month's Rule	Report on voting
65(CO)39	65(CO)43

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

The text of this standard IEC 1000-4-4, is based on the following documents:

DIS	Report on voting
77B(CO)22	77B/146/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 is for information only.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1000-4-4:1995

Without watermark

INTRODUCTION

La CEI 1000-4 fait partie de la série des normes 1000 de la CEI, selon la répartition suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

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

Partie 4: Techniques d'essais 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.

Ces sections de la CEI 1000-4 seront publiées dans un ordre chronologique et numérotées en conséquence.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essais qui s'appliquent aux «transitoires électriques rapides en salves».

INTRODUCTION

IEC 1000-4 is a part of the IEC 1000 series, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)
Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment
Classification of the environment
Compatibility levels

Part 3: Limits

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

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques
Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines
Mitigation methods and devices

Part 9: Miscellaneous

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

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

This section is an international standard which gives immunity requirements and test procedure related to "electrical fast transient/burst".

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

Publication fondamentale en CEM

1 Domaine d'application

Cette norme internationale concerne les prescriptions et méthodes d'essai relatives à l'immunité des matériels électriques et électroniques, aux transitoires rapides répétitifs. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais et établit les procédures d'essai.

Cette norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des transitoires rapides répétitifs (salves), que ce soit sur les accès d'alimentation, de signaux ou de commande.

L'essai est destiné à démontrer l'immunité des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des perturbations transitoires du type de celles provenant de transitoires de commutation (coupure de charges inductives, rebondissements de contacts de relais, etc.).

Cette norme définit:

- la forme d'onde de l'essai en tension;
- la gamme des niveaux d'essais;
- le matériel d'essai;
- l'installation d'essai;
- la procédure d'essai.

Cette norme donne des spécifications pour les essais menés en «laboratoire» et «les essais in situ» réalisés sur le matériel dans l'installation finale.

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

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

2 Références normatives

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

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

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

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC)

Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test

Basic EMC publication

1 Scope

This International Standard relates to the immunity requirements and test methods for electrical and electronic equipment to repetitive electrical fast transients. It additionally defines ranges of test levels and establishes test procedures.

The object of this standard is to establish a common and reproducible basis for evaluating the performance of electrical and electronic equipment when subjected to repetitive fast transients (bursts), on supply, signal and control ports.

The test is intended to demonstrate the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to types of transient disturbances such as those originating from switching transients (interruption of inductive loads, relay contact bounce, etc.).

The standard defines:

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

The standard gives specifications for tests performed in "laboratories" and "post-installation tests" performed on equipment in the final installation.

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

In order not to impede the task of coordination and standardization, the product committees or users and manufacturers are strongly recommended to consider (in their future work or revision of old standards) the adoption of the relevant immunity tests specified in this standard.

2 Normative references

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

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

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

3 Généralités

L'essai avec des transitoires rapides répétitifs est un essai comportant des salves composées d'un certain nombre de transitoires rapides, couplés sur les accès d'alimentation, de commande et de signal de matériels électriques et électroniques. Les éléments significatifs de cet essai sont la brièveté du temps de montée, la fréquence de répétition et la faible énergie des transitoires.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1000-4, les définitions et termes suivants s'appliquent; ils concernent uniquement le domaine des transitoires électriques rapides en salves et ne sont pas tous répertoriés dans la CEI (50)161 [VEI].

4.1 **EST:** Matériel soumis à l'essai

4.2 **port:** Interface particulier entre l'EST et l'environnement électromagnétique extérieur.

4.3 **TER/S:** Transitoire électrique rapide en salve.

4.4 **couplage:** Interaction entre circuits avec transfert d'énergie d'un circuit dans un autre.

4.5 **réseau de couplage:** Circuit électrique dont le but est de transférer de l'énergie d'un circuit dans un autre.

4.6 **réseau de découplage:** Circuit électrique dont le but est d'empêcher la tension de TER/S appliquée à l'EST d'influencer d'autres appareils, équipements ou systèmes qui ne font pas partie de l'essai.

4.7 **pince de couplage:** Dispositif de dimensions et de caractéristiques définies pour le couplage en mode commun du signal perturbateur dans le circuit en essai sans aucune connexion galvanique avec ce dernier.

4.8 **plan de sol:** Surface conductrice plate dont le potentiel est pris comme référence. [VEI 161-04-36]

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

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

4.11 **dégradation (de fonctionnement):** Ecart non désiré des caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système par rapport aux caractéristiques attendues. [VEI 161-01-19]

NOTE - Une dégradation peut être un défaut de fonctionnement temporaire ou permanent.

4.12 **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]

3 General

The repetitive fast transient test is a test with bursts consisting of a number of fast transients, coupled into power supply, control and signal ports of electrical and electronic equipment. Significant for the test are the short rise time, the repetition rate and the low energy of the transients.

4 Definitions

For the purpose of this section of IEC 1000-4, the following definitions and terms apply and are applicable to the restricted field of electrical fast transient/burst; not all of them are included in IEC (50)161 [IEV].

4.1 **EUT:** Equipment under test.

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

4.3 **EFT/B:** Electrical fast transient/burst.

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

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

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

4.7 **coupling clamp:** Device of defined dimensions and characteristics for common mode coupling of the disturbance signal to the circuit under test without any galvanic connection to it.

4.8 **ground (reference) plane:** A flat conductive surface whose potential is used as a common reference. [IEV 161-04-36]

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

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

4.11 **degradation (of performance):** An undesired departure in the operational performance of any device, equipment or system from its intended performance. [IEV 161-01-19]

NOTE – The term "degradation" can apply to temporary or permanent failure.

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

4.13 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 de 10 % puis une valeur de 90 %. [VEI 161-02-05, modifié]

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

5 Niveaux d'essai

La gamme de niveaux d'essai préférentiels pour l'essai utilisant des transitoires rapides, applicable à l'alimentation, la terre de protection (TP), les accès de signaux et de contrôle du matériel sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 – Niveaux d'essai

Tension d'essai de sortie en circuit ouvert ($\pm 10\%$) et taux de répétition des impulsions ($\pm 20\%$)				
Niveau	Sur l'accès d'alimentation de puissance, PE		Sur les signaux E/S (Entrée/Sortie), les accès de données et de contrôle	
	Tension de crête kV	Fréquence de répétition kHz	Tension de crête kV	Fréquence de répétition kHz
1	0,5	5	0,25	5
2	1	5	0,5	5
3	2	5	1	5
4	4	2,5	2	5
x ¹⁾	Spécial	Spécial	Spécial	Spécial

¹⁾ «x» est un niveau ouvert. Ce niveau doit être défini dans la spécification du matériel appropriée.

Ces tensions de sortie en circuit ouvert, seront indiquées sur le générateur TER/S. Pour le choix des niveaux, voir l'annexe A.

6 Matériel d'essai

6.1 Générateur d'essai

La figure 1 montre le schéma simplifié du générateur.

Les éléments principaux du générateur d'essai sont:

- source haute tension;
- résistance de charge;
- condensateur de stockage d'énergie;
- éclateur;
- résistance déterminant la durée de l'impulsion;
- résistance d'adaptation d'impédance;
- condensateur de blocage du courant continu.

4.13 **rise time:** The interval of time between the instants at which the instantaneous value of a pulse first reaches 10 % value and then the 90 % value. [IEV 161-02-05, modified]

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

5 Test levels

The preferential range of test levels for the electrical fast transient test, applicable to power supply, protective earth (PE), signal and control ports of the equipment is given in table 1.

Table 1 – Test levels

Open-circuit output test voltage ($\pm 10\%$) and repetition rate of the impulses ($\pm 20\%$)				
Level	On power supply port, PE		On I/O (Input/Output) signal, data and control ports	
	Voltage peak kV	Repetition rate kHz	Voltage peak kV	Repetition rate kHz
1	0,5	5	0,25	5
2	1	5	0,5	5
3	2	5	1	5
4	4	2,5	2	5
x ¹⁾	Special	Special	Special	Special

1) "x" is an open level. The level has to be specified in the dedicated equipment specification.

These open-circuit output voltages will be displayed on the EFT/B generator. For selection of levels, see annex A.

6 Test equipment

6.1 Test generator

The simplified circuit diagram of the generator is given in figure 1.

The major elements of the test generator are:

- high-voltage source;
- charging resistor;
- energy storage capacitor;
- spark gap;
- impulse duration shaping resistor;
- impedance matching resistor;
- d.c. blocking capacitor.

6.1.1 *Caractéristiques techniques du générateur de transitoires rapides en salves*

- Plage de tension de sortie (tension aux bornes du condensateur de stockage d'énergie): 0,25 kV -10 % à 4 kV +10 %

Le générateur doit pouvoir fonctionner en court-circuit.

Caractéristiques déterminées pour une impédance de charge de 50 Ω:

- énergie maximale: 4 mJ/impulsion à 2 kV sur charge de 50 Ω
- polarité: positive/négative
- type de sortie: coaxiale
- impédance dynamique de source: 50 Ω ± 20 % entre 1 MHz et 100 MHz (voir note)
- condensateur de blocage du courant continu interne au générateur: 10 nF
- fréquence de répétition des impulsions: fonction du niveau d'essai choisi (voir 6.1.2)
- temps de montée d'une impulsion: 5 ns ± 30 % (voir 6.1.2 et figure 3)
- durée d'impulsion (valeur à 50 %): 50 ns ± 30 % (voir 6.1.2 et figure 3)
- forme d'onde de l'impulsion, sortie adaptée sur charge de 50 Ω: voir 6.1.2 et figure 3
- relation avec l'alimentation: asynchrone
- durée de la salve: 15 ms ± 20 % (voir 6.1.2 et figure 2)
- période de la salve: 300 ms ± 20 % (voir 6.1.2 et figure 2)

NOTE - On pourra vérifier l'impédance de source en mesurant les valeurs de crête de l'impulsion de sortie d'une part sans charge et d'autre part avec une charge de 50 Ω (rapport 2:1).

6.1.2 *Vérification des caractéristiques du générateur de transitoires rapides en salves*

Pour qu'une comparaison soit possible entre les résultats des essais effectués avec des générateurs d'essai différents, les caractéristiques du générateur d'essai doivent être vérifiées. A cette fin, la procédure suivante est nécessaire. La sortie du générateur d'essai doit être connectée à un oscilloscope par l'intermédiaire d'un atténuateur coaxial de 50 Ω. La bande passante de l'équipement d'essai doit être d'au moins 400 MHz. On vérifiera le temps de montée, la durée de l'impulsion et la fréquence de répétition des impulsions à l'intérieur d'une salve.

Caractéristiques à vérifier avec une impédance de charge du générateur TER/S de 50 Ω (voir figure 3):

- Temps de montée des impulsions: 5 ns ± 30 %
- Durée de l'impulsion (valeur à 50 %): 50 ns ± 30 %

Fréquence de répétition des impulsions et valeurs de crête des tensions de sortie:

- 5 kHz ± 20 % à 0,125 kV;
- 5 kHz ± 20 % à 0,25 kV;
- 5 kHz ± 20 % à 0,5 kV;
- 5 kHz ± 20 % à 1,0 kV;
- 2,5 kHz ± 20 % à 2,0 kV.

6.1.1 Characteristics and performance of the fast transient/burst generator

- Open circuit output voltage range (voltage at the terminals of the energy storage capacitor): 0,25 kV -10 % to 4 kV +10 %

The generator shall be capable of operating under short-circuit conditions.

Characteristics for operation into 50 Ω load conditions:

- maximum energy: 4 mJ/pulse at 2 kV into 50 Ω load
- polarity: positive/negative
- output type: coaxial
- dynamic source impedance (see note) 50 Ω ± 20 % between 1 MHz and 100 MHz
- D.C.-blocking capacitor inside the generator: 10 nF
- repetition frequency of the impulses: function of the selected test level (see 6.1.2)
- rise time of one pulse: 5 ns ± 30 % (see 6.1.2 and figure 3)
- impulse duration (50 % value): 50 ns ± 30 % (see 6.1.2 and figure 3)
- waveshape of the pulse output into 50 Ω load: see 6.1.2 and figure 3
- relation to power supply: asynchronous
- burst duration: 15 ms ± 20 % (see 6.1.2 and figure 2)
- burst period: 300 ms ± 20 % (see 6.1.2 and figure 2)

NOTE - The source impedance may be verified by the measurement of the peak values of the output impulse at no load and 50 Ω load conditions respectively (ratio 2:1).

6.1.2 Verification of the characteristics of the fast transient/burst generator

In order to make it possible to compare the test results from different test generators, the test generator characteristics shall be verified. For this purpose the following procedure is necessary. The test generator output is to be connected to an oscilloscope through a 50 Ω coaxial attenuator. The bandwidth of the measuring equipment shall be at least 400 MHz. The rise time, impulse duration and repetition rate of the impulses within one burst shall be monitored.

Characteristics to be verified with a 50 Ω termination of the EFT/B generator (see figure 3):

- Rise time of the pulses: 5 ns ± 30 %
- Impulse duration (50 % value): 50 ns ± 30 %

Repetition rate of the impulses and peak values of the output voltage:

- 5 kHz ± 20 % at 0,125 kV;
- 5 kHz ± 20 % at 0,25 kV;
- 5 kHz ± 20 % at 0,5 kV;
- 5 kHz ± 20 % at 1,0 kV;
- 2,5 kHz ± 20 % at 2,0 kV.

6.2 Réseau de couplage/découplage pour accès d'alimentation en courant alternatif et continu

Ce réseau donne la possibilité d'appliquer la tension d'essai en mode non symétrique aux accès de l'alimentation de l'EST.

Le schéma du circuit (exemple donné pour une alimentation triphasée) est donné à la figure 4.

Caractéristiques

- gamme de fréquences: 1 MHz à 100 MHz;
- condensateurs de couplage: 33 nF;
- atténuation de couplage: < 2 dB;
- atténuation de découplage en mode non symétrique: > 20 dB;
- atténuation de diaphonie dans le réseau entre chaque ligne et une autre ligne: > 30 dB;
- tension de tenue diélectrique des condensateurs de couplage: 5 kV (impulsion d'essai: 1,2/50 μ s).

6.3 Pince de couplage capacitive

Ce dispositif offre la possibilité de coupler les transitoires rapides en salves au circuit en essai sans aucune liaison galvanique avec les bornes des accès de l'EST, les blindages des câbles ou toute autre partie de l'EST.

La capacité de couplage de la pince dépend du diamètre et du matériau des câbles, et de leur blindage (s'il y en a).

Le dispositif est composé d'une pince (en acier galvanisé, en laiton, en cuivre ou en aluminium) permettant de loger les câbles (plats ou ronds) des circuits en essai; il doit être placé sur un plan de référence d'une surface d'au moins 1 m². Le plan de référence doit dépasser de la pince d'au moins 0,1 m sur tous les côtés.

La ligne doit être équipée aux deux extrémités d'un connecteur coaxial haute tension pour le raccordement au générateur d'essai à l'une ou l'autre extrémité. Le générateur doit être connecté à l'extrémité de la pince la plus proche de l'EST.

La pince doit être fermée au maximum afin d'obtenir une capacité de couplage maximale entre le câble et la pince.

La disposition mécanique recommandée de la pince de couplage est donnée par la figure 5; elle détermine ses caractéristiques, telles que la réponse en fréquence, l'impédance, etc.

Caractéristiques

- capacité de couplage typique entre câble et pince: 50 pF à 200 pF;
- diamètres utilisables des câbles ronds: 4 mm à 40 mm;
- tenue diélectrique: 5 kV (impulsion d'essai: 1,2/50 μ s).

6.2 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. mains supply port

This network provides the ability to apply the test voltage in a non-symmetrical condition to the power supply port of the EUT.

The circuit diagram (example for a three-phase power mains supply) is given in figure 4.

Characteristics

- frequency range: 1 MHz to 100 MHz;
- coupling capacitors: 33 nF;
- coupling attenuation: < 2 dB;
- decoupling attenuation in non-symmetrical condition: > 20 dB
- cross-talk attenuation in the network between each line to the other: > 30 dB;
- insulation withstand capability of the coupling capacitors: 5 kV (test-pulse: 1,2/50 μ s).

6.3 Capacitive coupling clamp

The clamp provides the ability of coupling the fast transients/bursts to the circuit under test without any galvanic connection to the terminals of the EUT's ports, shielding of the cables or any other part of the EUT.

The coupling capacitance of the clamp depends on the diameter, material of the cables, and shielding (if any).

The device is composed of a clamp unit (made of galvanized steel, brass, copper or aluminium) for housing the cables (flat or round) of the circuits under test and shall be placed on a ground plane of minimum area of 1 m². The reference ground plane shall extend beyond the clamp by a least 0,1 m on all sides.

The line shall be provided at both ends with a high-voltage coaxial connector for the connection of the test generator at either end. The generator shall be connected to that end of the clamp which is nearest to the EUT.

The clamp itself shall be closed as much as possible to provide maximum coupling capacitance between the cable and the clamp.

The recommended mechanical arrangement of the coupling clamp is given in figure 5 and determines its characteristics, such as frequency response, impedance, etc.

Characteristics

- typical coupling capacitance between cable and clamp: 50 pF to 200 pF;
- usable diameter range of round cables: 4 mm to 40 mm;
- insulation withstand capability: 5 kV (test-pulse: 1,2/50 μ s).

La méthode de couplage par pince est exigée pour les essais de réception. Elle est prévue pour être utilisée sur les lignes connectées aux accès d'entrée/sortie et les accès de communication mais aussi sur des accès d'alimentation en courant alternatif ou continu si le réseau de couplage/découplage défini au 6.2 n'est pas utilisable. D'autres modes de couplage (réseaux de couplage/découplage par exemple) peuvent être utilisés conformément à la norme de produit.

7 Montage d'essai

On peut distinguer deux types d'essais différents:

- essai de type réalisés en laboratoire;
- essai après installation effectués sur les matériaux dans les conditions finales d'installation.

La méthode des essais de type effectués en laboratoire est préférable.

La disposition de l'EST doit être en accord avec les instructions d'installation fournies par le fabricant (si elles existent).

7.1 Matériel d'essai

Le montage d'essai comporte l'équipement suivant (voir figure 6):

- plan de référence;
- dispositif de couplage (réseau ou pince);
- réseau de découplage;
- générateur d'essai, y compris des moyens de calibrage ou de mesure.

7.2 Montage d'essai pour les essais de type en laboratoire

7.2.1 Conditions d'essai

Les exigences suivantes s'appliquent aux essais exécutés en laboratoire dans les conditions d'environnement de référence décrites en 8.1.

Les EST doivent être placés sur un plan de référence et doivent en être isolés par un support isolant de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ d'épaisseur.

Dans le cas d'un équipement de table, il est recommandé de placer l'EST à $0,8 \text{ m} \pm 0,08 \text{ m}$ au-dessus du plan de référence (voir figure 7).

Le plan de référence doit être une feuille de métal (cuivre ou aluminium) d'au moins $0,25 \text{ mm}$ d'épaisseur; d'autres matériaux métalliques peuvent être utilisés, mais ils doivent alors avoir une épaisseur d'au moins $0,65 \text{ mm}$.

La dimension minimale du plan de référence est de $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$. La dimension réelle dépend des dimensions de l'EST.

Le plan de référence doit dépasser d'au moins $0,1 \text{ m}$ de toutes les faces de l'EST.

The coupling method using the clamp is required for acceptance tests. It is designed to be used on lines connected to I/O and communication ports, but also on a.c./d.c. power supply ports if the coupling/decoupling network defined in 6.2 cannot be used. Other coupling methods (e.g. coupling/decoupling networks) may be used according to the product standard.

7 Test set-up

Two different types of tests can be distinguished:

- type tests performed in laboratories;
- post-installation tests performed on equipment in its final installed conditions.

The preferred test method is that of type tests performed in laboratories.

The EUT shall be arranged in accordance with the manufacturer's instructions for installation (if any).

7.1 Test equipment

The test set-up includes the following equipment (see figure 6):

- ground reference plane;
- coupling device (network or clamp);
- decoupling network;
- test generator, including the calibration or measurement means.

7.2 Test set-up for type tests performed in laboratories

7.2.1 Test conditions

The following requirements apply to tests performed in laboratories under the environmental reference conditions outlined in 8.1.

The EUT's shall be placed on a ground reference plane and shall be insulated from it by an insulating support $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ thick.

In the case of table-top equipment, the EUT should be located $0,8 \text{ m} \pm 0,08 \text{ m}$ above the ground plane (see figure 7).

The reference ground plane shall be a metallic sheet (copper or aluminium) of 0,25 mm minimum thickness; other metallic materials may be used but they shall have 0,65 mm minimum thickness.

The minimum size of the ground plane is 1 m x 1 m. The actual size depends on the dimensions of the EUT.

The reference ground plane shall project beyond the EUT by at least 0,1 m on all sides.

Le plan de référence doit être connecté à la terre de protection («ground» dans la terminologie US).

L'EST doit être disposé et connecté de manière à satisfaire à ses prescriptions fonctionnelles conformément aux spécifications d'installation du matériel.

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

L'EST doit être relié au circuit de mise à la terre suivant les spécifications d'installation du fabricant: aucun raccordement supplémentaire à la terre n'est autorisé.

La connexion des conducteurs de terre du matériel d'essai au plan de référence ainsi que toutes les liaisons doivent avoir une inductance minimale.

Des dispositifs de couplage doivent être utilisés pour l'application des tensions d'essai. Ils seront couplés aux lignes entre l'EST et le réseau de découplage ou entre deux appareils d'un équipement soumis à l'essai.

Lors de l'utilisation de la pince de couplage, la distance minimale entre les plaques de couplage et toutes les autres structures conductrices, à l'exception du plan de référence situé sous la pince de couplage et sous l'EST doit être de 0,5 m.

La longueur des lignes de signaux et d'alimentation entre le dispositif de couplage et l'EST doit être au plus égale à 1 m.

Si le fabricant a muni son équipement d'un câble secteur non amovible d'une longueur supérieure à 1 m, la longueur en excès de ce câble doit être enroulée en une bobine plate de 0,4 m de diamètre et située à une distance de 0,1 m au-dessus du plan de référence. Il faudra conserver la distance de 1 m ou moins entre l'EST et le dispositif de couplage.

La figure 7 donne des exemples du montage d'essai pour des essais de type en laboratoire.

7.2.2 Méthode de couplage de la tension d'essai à l'EST

La tension d'essai doit être appliquée aux types de câbles ou d'accès de l'EST suivants:

Accès d'alimentation

Un exemple de montage d'essai utilisant un réseau de couplage/découplage pour le couplage direct de la tension perturbatrice TER est donné à la figure 8.

Si le courant de ligne est supérieur à l'intensité admissible par le réseau de couplage/découplage, c'est-à-dire > 100 A, la tension d'essai doit être appliquée à l'EST par l'intermédiaire d'un condensateur de couplage de 33 nF, conformément à la figure 10.

Accès d'entrée/sortie et de communication

Les exemples donnés à la figure 7 et à la figure 9 montrent comment utiliser la pince de couplage capacitive pour appliquer la tension d'essai perturbatrice aux accès d'entrée/sortie et de communication.

The reference ground plane shall be connected to the protective earth ("ground" in US terminology).

The EUT shall be arranged and connected to satisfy its functional requirements, according to the equipment installation specifications.

The minimum distance between the EUT and all other conductive structures (e.g. the walls of a shielded room), except the ground plane beneath the EUT, shall be more than 0,5 m.

The EUT shall be connected to the earthing system in accordance with the manufacturer's installation specifications; no additional earthing connections are allowed.

The connection of the test equipment ground cables to the ground reference plane and all bondings shall provide minimum inductance.

Coupling devices shall be used for the application of the test voltages. They shall be coupled to the lines between the EUT and the decoupling network or between two units of equipment involved in the test.

Using the coupling clamp, the minimum distance between the coupling plates and all other conductive structures, except the ground plane beneath the coupling clamp and beneath the EUT, shall be 0,5 m.

The length of the signal and power lines between the coupling device and the EUT shall be 1 m or less.

If the manufacturer provides a non-detachable supply cable more than 1 m long with the equipment, the excess length of this cable shall be gathered into a flat coil with a 0,4 m diameter and situated at a distance of 0,1 m above the ground reference plane. The distance of 1 m or less between EUT and the coupling device shall be maintained.

Examples of the test set-up for laboratory tests are given in figure 7.

7.2.2 *Methods of coupling the test voltage to the EUT*

The test voltage shall be applied to the following different types of lines or ports of the EUT:

Power supply ports

An example for the test set-up for direct coupling of the EFT/B disturbance voltage via a coupling/decoupling network is given in figure 8.

If the line current is higher than the specified current capability of the coupling/decoupling network, i.e. > 100 A, the test voltage shall be applied to the EUT's through a 33 nF coupling capacitor, according to figure 10.

I/O and communication ports

The examples in figure 7 and figure 9 show how to use the capacitive coupling clamp for application of the disturbance test voltage to I/O and communication ports.

Connexions de terre des armoires

Le point d'essai de l'armoire doit être la borne du conducteur de terre de protection.

La tension d'essai doit être appliquée à la connexion de terre de protection (PE) par le réseau de couplage/découplage, voir figure 8.

7.3. Montage d'essai pour les essais sur site

Ces essais sont facultatifs et ne sont pas obligatoires pour les essais de certification; ils peuvent uniquement être applicables après entente entre le constructeur et le client. Il convient de tenir compte de ce que, pendant ces essais, d'autres matériels situés à proximité peuvent être affectés de manière inacceptable.

L'équipement ou le système doit être essayé dans les conditions finales d'installation. Les essais sur site doivent être effectués sans réseau de couplage/découplage afin de simuler d'une façon aussi réaliste que possible l'environnement électromagnétique réel.

Si des matériels ou des systèmes autres que l'EST sont indûment affectés pendant la procédure d'essai, on utilisera des réseaux de découplage après accord entre l'utilisateur et le fabricant.

7.3.1 Essai sur les accès d'alimentation et sur les bornes de terre de protection

Matériel fixe, monté sur le sol

La tension d'essai doit être appliquée entre un plan de terre de référence et chacune des bornes de l'alimentation, alternative ou continue, et la borne de terre de protection ou la borne de terre fonctionnelle sur l'armoire de l'EST.

En ce qui concerne le montage d'essai, se reporter à la figure 10.

Un plan de terre de référence d'environ 1 m x 1 m (comme décrit au 7.2.1) doit être monté à proximité de l'EST et connecté au conducteur de terre de protection sur l'embase d'alimentation secteur.

Le générateur de TER/S doit être posé sur le plan de référence. La longueur du «fil chaud» de la sortie coaxiale du générateur de TER/S aux bornes de l'EST ne devra pas dépasser 1 m. Cette connexion doit être non blindée, mais bien isolée. Si des condensateurs de blocage continu/alternatif sont nécessaires, leur capacité doit être de 33 nF. Toutes les autres connexions de l'EST devront être réalisées conformément à son mode de fonctionnement.

EST mobile, connecté au secteur d'alimentation par un câble souple et des fiches

La tension d'essai doit être appliquée entre chacun des conducteurs de l'alimentation et la terre de protection de l'embase secteur sur laquelle l'EST doit être connecté (voir figure 11).

Earth connections of the cabinets

The test point on the cabinet shall be the terminal for the protective earth conductor.

The test voltage shall be applied to the protective earth (PE) connection by the coupling/decoupling network, see figure 8.

7.3 Test set-up for post-installation tests

These tests are optional, and not mandatory for certification tests; they may be applied only when agreed between manufacturer and customer. It has to be considered that other co-located equipment may be unacceptably affected.

The equipment or system shall be tested in the final installed conditions. Post-installation tests shall be performed without coupling/decoupling networks in order to simulate the actual electromagnetic environment as closely as possible.

If equipment or system other than the EUT are unduly affected during the test procedure, decoupling networks shall be used by agreement between the user and the manufacturer.

7.3.1 Test on power supply ports and on protective earth terminals

Stationary, floor-mounted equipment

The test voltage shall be applied between a reference ground plane and each of the power supply terminals, a.c. or d.c., and on the terminal for the protective or function earth on the cabinet of the EUT.

For the test set-up see figure 10.

A reference ground plane of approximately 1 m x 1 m (as described in 7.2.1) shall be mounted near the EUT and connected to the protective earth conductor at the power supply mains outlet.

The EFT/B-generator shall be located on the reference plane. The length of the "hot wire" from the coaxial output of the EFT/B-generator to the terminals on the EUT should not exceed 1 m. This connection shall be unshielded but well insulated. If a.c./d.c. blocking capacitors are necessary their capacitance shall be 33 nF. All other connections of the EUT should be in accordance with its functional requirements.

Non-stationary mounted EUT, connected to the mains supply by flexible cord and plugs

The test voltage shall be applied between each of the power supply conductors and the protective earth at the power supply outlet to which the EUT is to be connected (see figure 11).

7.3.2 Essai sur les accès d'entrée/sortie et de communication

Dans la mesure du possible, on doit utiliser la pince de couplage capacitive pour le couplage de la tension d'essai sur les lignes. Cependant, si l'on ne peut pas utiliser la pince du fait de problèmes mécaniques dans le câblage (dimensions, chemin des câbles), on peut la remplacer par une bande conductrice ou une feuille métallique enveloppant les câbles en essai. Il convient que la capacité de ce montage de couplage utilisant une bande ou une feuille soit équivalente à celle de la pince de couplage normalisée.

Dans d'autres cas, il peut être utile de coupler le générateur de TER/S aux bornes des lignes par l'intermédiaire d'un condensateur discret de 100 pF à la place de la capacité répartie de la pince ou du montage utilisant une bande ou une feuille métallique.

La mise à la terre du câble coaxial du générateur d'essai doit être faite à proximité du point de couplage. L'application de la tension d'essai aux connecteurs (fils chauds) de lignes de communications coaxiales ou blindées n'est pas permise.

La tension d'essai devra être appliquée de manière que la protection apportée par le blindage de l'équipement ne soit pas réduite. Pour plus d'explications, se reporter à la figure 12.

Les résultats d'essai obtenus avec le mode de couplage par condensateur discret ont des chances d'être différents de ceux obtenus avec la pince de couplage ou avec le couplage par feuille. De ce fait, les niveaux d'essai spécifiés dans l'article 5 pourront être modifiés par accord mutuel entre fabricant et utilisateur afin de prendre en compte les caractéristiques significatives de l'installation.

8 Procédure d'essai

La procédure d'essai comprend:

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

8.1 Conditions de référence en laboratoire

Afin de réduire au minimum l'influence des paramètres d'environnement sur les résultats d'essai, l'essai doit être effectué dans des conditions de référence climatiques et électromagnétiques spécifiées en 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

Les essais doivent être effectués conformément à la CEI 68-1 selon les conditions climatiques normalisées suivantes:

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

NOTE - Toute autre valeur peut être donnée dans les spécifications de produit.

L'EST doit fonctionner dans les conditions climatiques prévues pour son utilisation.

7.3.2 Test on I/O and communication ports

As far as possible, the capacitive coupling clamp shall be used for coupling the test voltage into the lines. However, if the clamp cannot be used due to mechanical problems (size, cable routing) in the cabling, it may be replaced by a tape or a conductive foil enveloping the lines under test. The capacitance of this coupling arrangement with foil or tape should be equivalent to that of the standard coupling clamp.

In other cases, it might be useful to couple the EFT/B-generator to the terminals of the lines via discrete 100 pF capacitors instead of the distributed capacitance of the clamp or of the foil or tape arrangement.

Grounding of the coaxial cable from the test generator shall be made in the vicinity of the coupling point. Application of the test voltage to the connectors (hot wires) of coaxial or shielded communication lines is not permitted.

The test voltage should be applied in a way that the shielding protection of the equipment will not be reduced. For further explanations, see figure 12.

The test results obtained with the discrete capacitor coupling arrangement are likely to be different from those obtained with the coupling clamp or the foil coupling. Therefore, the test levels specified in clause 5 might be amended by mutual agreement between manufacturer and user in order to take significant installation characteristics into consideration.

8 Test procedure

The test procedure includes:

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

8.1 Laboratory reference conditions

In order to minimize the effect 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 Climatic conditions

The tests shall be carried out in standard climatic conditions in accordance with IEC 68-1:

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

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

The EUT shall be operated within its intended climatic conditions.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

Les conditions électromagnétiques du laboratoire doivent être telles qu'elles garantissent le fonctionnement correct de l'EST afin de ne pas avoir d'influence sur les résultats d'essai.

8.2 Exécution de l'essai

L'essai doit être effectué sur la base d'un programme d'essai comprenant la vérification du comportement de l'EST ainsi qu'il est défini dans la spécification technique.

L'EST doit être dans les conditions de fonctionnement normales.

Le programme d'essai doit spécifier:

- type d'essai devant être réalisé;
- niveau d'essai;
- polarité de la tension d'essai (les deux polarités doivent être utilisées);
- commande interne ou externe du générateur;
- durée de l'essai, supérieure ou égale à 1 min;
- nombre d'applications de la tension d'essai;
- accès de l'EST devant être soumis à l'essai;
- conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- séquence d'application de la tension d'essai aux accès de l'EST, l'un après l'autre ou à des câbles comprenant plus d'un circuit, etc.;
- matériel auxiliaire.

Le programme d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le laboratoire d'essai/utilisateur; en aucun cas, le niveau d'essai ne devra dépasser la spécification de produit.

9 Résultats d'essai et rapport d'essai

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

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

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

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

8.1.2 *Electromagnetic conditions*

The electromagnetic conditions of the laboratory shall be such to guarantee the correct operation of the EUT in order not to influence the test results.

8.2 *Execution of the test*

The test shall be carried out on the basis of a test plan including verification of the performances of the EUT as defined in the technical specification.

The EUT shall be in the normal operating conditions.

The test plan shall specify:

- type of test that will be carried out;
- test level;
- polarity of the test voltage (both polarities are mandatory);
- internal or external generator drive;
- duration of the test, not less than 1 min;
- number of applications of the test voltage;
- EUT's ports to be tested;
- representative operating conditions of the EUT;
- sequence of application of the test voltage to the EUT's ports, each one after the other or to cables belonging to more than one circuit, etc.;
- auxiliary equipment.

The test plan shall be subject to agreement between manufacturer and test laboratory/user, and under no circumstance may the test level exceed the product specification.

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 standard.

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

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:

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

L'application des essais définis dans la présente norme ne doit pas rendre le matériel dangereux ou peu sûr.

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

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

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

En ce qui concerne ces effets, il faut vérifier que le matériel est capable de retrouver sa capacité de fonctionnement par lui-même à la fin de la période d'essai; il faut donc mesurer le laps de temps pendant lequel le matériel ne dispose plus de sa capacité de fonctionnement.

Ces vérifications sont obligatoires pour évaluer définitivement les résultats des essais.

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1000-4-4:1995

Without watermark

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

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

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

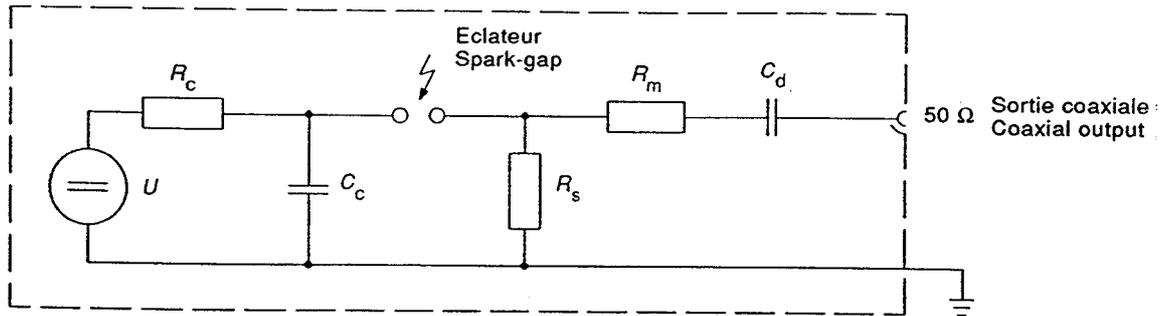
The technical specification may define effects on the EUT that may be considered insignificant and therefore acceptable.

For these conditions it shall be verified that the equipment is able to recover its operative capabilities by itself at the end of the test; the time interval during which the equipment has lost its functional capabilities shall therefore be recorded.

These verifications are binding for the definitive evaluation of the test result.

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

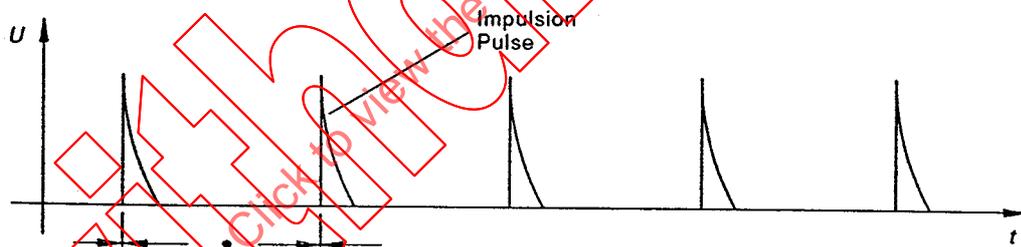
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1000-4-4:1995
Without watermark



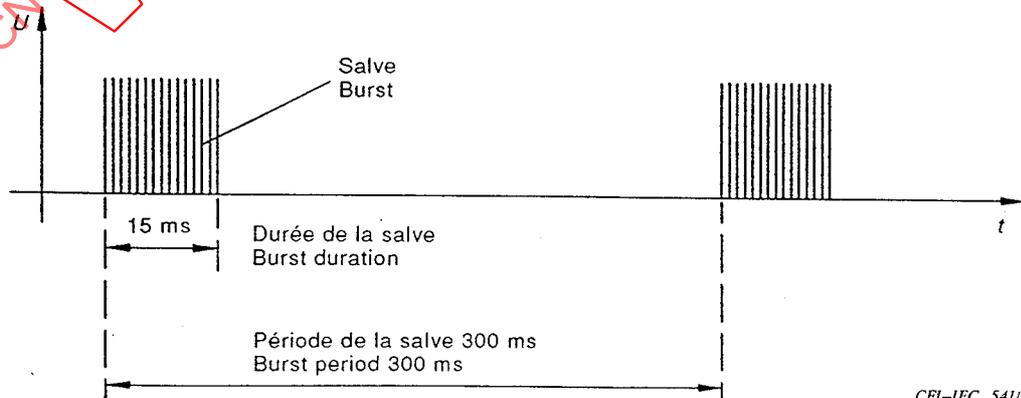
CEI-IEC 540/94

- | | |
|--|---|
| U = source à haute tension | U = high-voltage source |
| R_C = résistance de charge | R_C = charging resistor |
| C_C = condensateur de stockage d'énergie | C_C = energy storage capacitor |
| R_S = résistance de dimensionnement de la durée de l'impulsion | R_S = pulse duration shaping resistor |
| R_m = résistance d'adaptation d'impédance | R_m = impedance matching resistor |
| C_d = condensateur de blocage du courant continu | C_d = d.c. blocking capacitor |

Figure 1 – Schéma simplifié d'un générateur de transitoires rapides en salves
Simplified circuit diagram of a fast transient/burst generator



La période de répétition (dépend du niveau de la tension d'essai comme indiqué en 6.1.2).
Repetition period (depends on the test voltage level, in conformity with the values indicated in 6.1.2)



CEI-IEC 541/94

Figure 2 – Allure générale d'un transitoire rapide en salve
General graph of a fast transient/burst

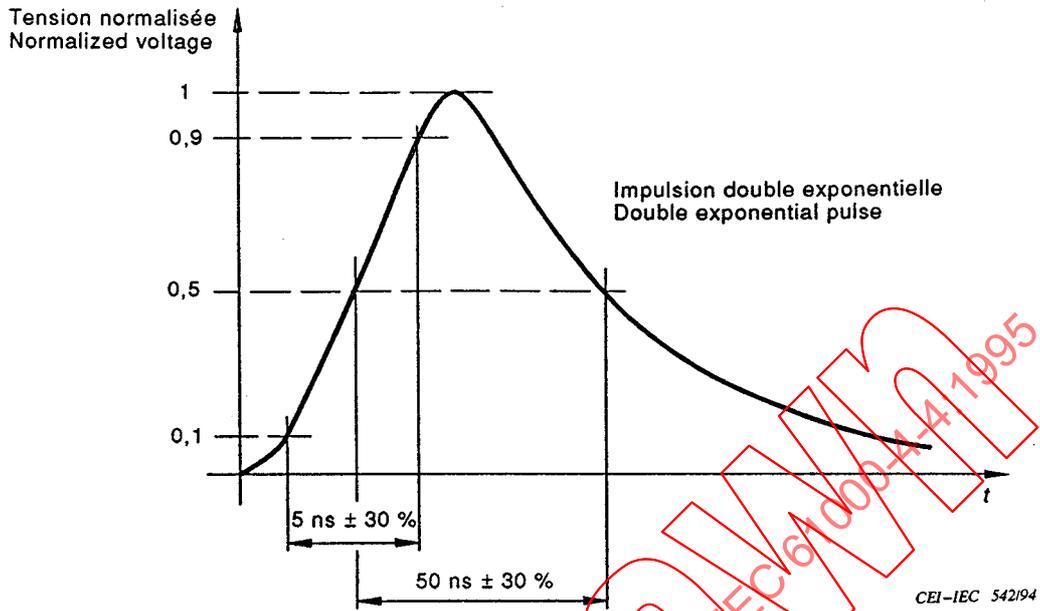
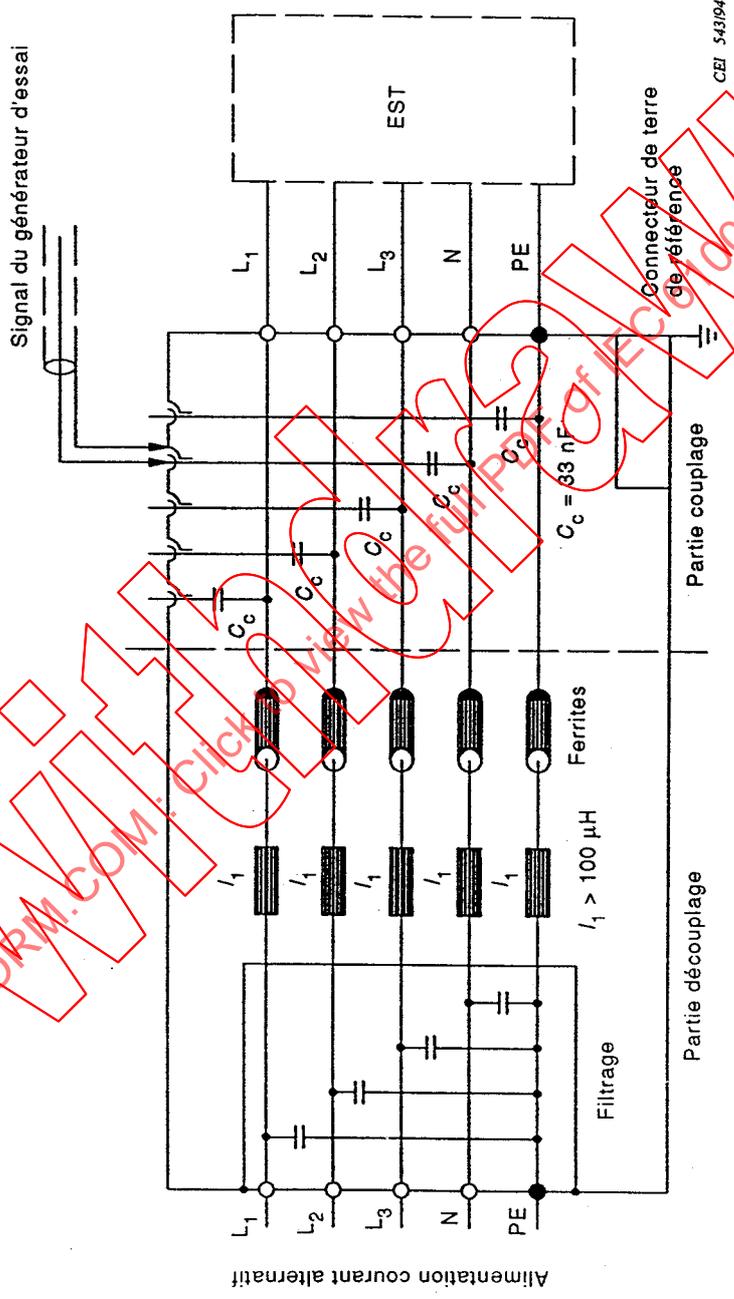


Figure 3 – Forme d'onde d'une impulsion unique sur une charge de 50 Ω
Waveshape of a single pulse into a 50 Ω load

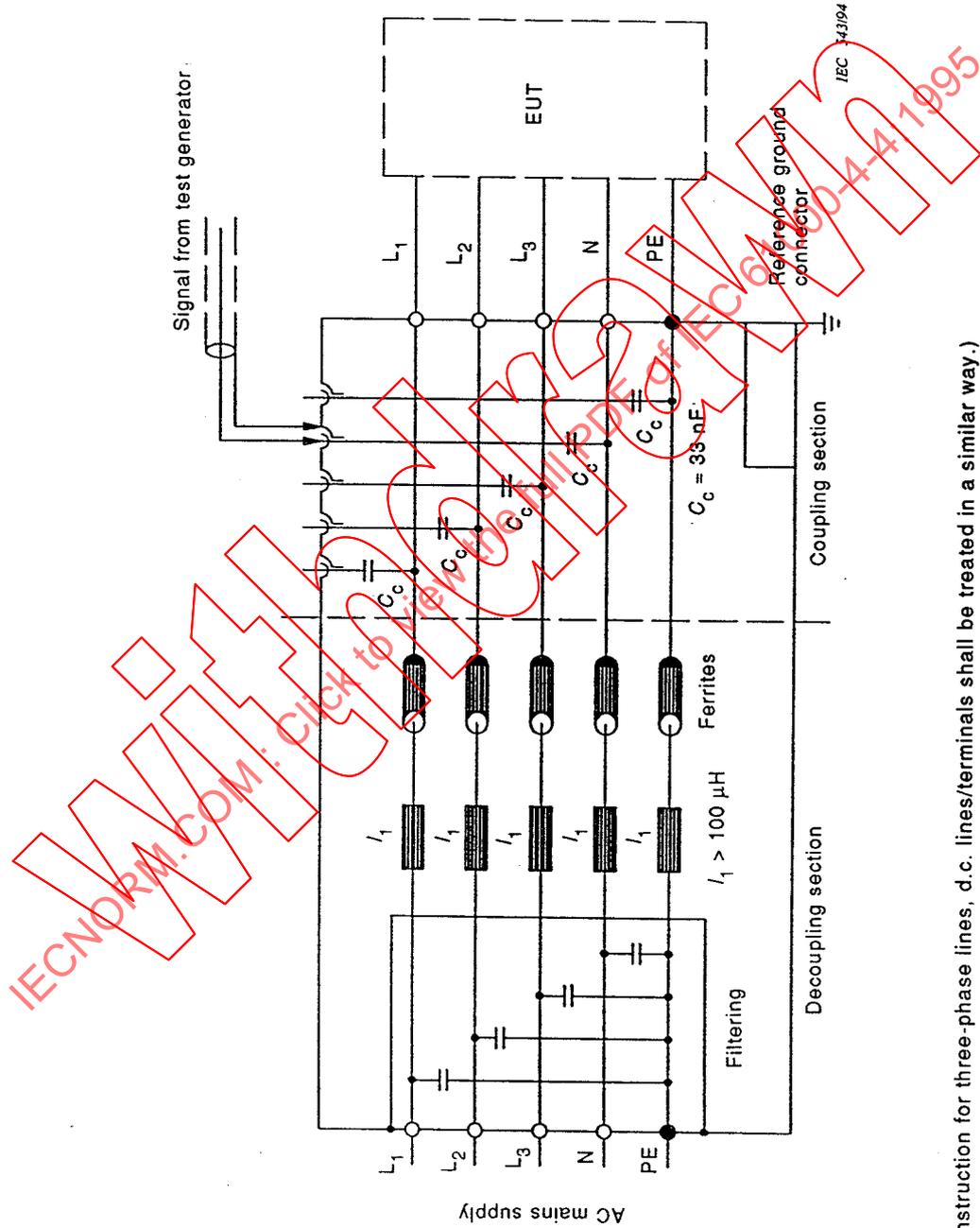
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-4:1995
 WITH IECNORM



(Exemple de réalisation pour une alimentation triphasée. Les lignes et bornes d'alimentation en courant continu doivent être traitées d'une manière analogue.)

Attention: Il convient de s'assurer lors de la réalisation et de la mise en oeuvre du réseau de couplage/découplage que les réglementations nationales concernant la sécurité ne sont pas enfreintes.

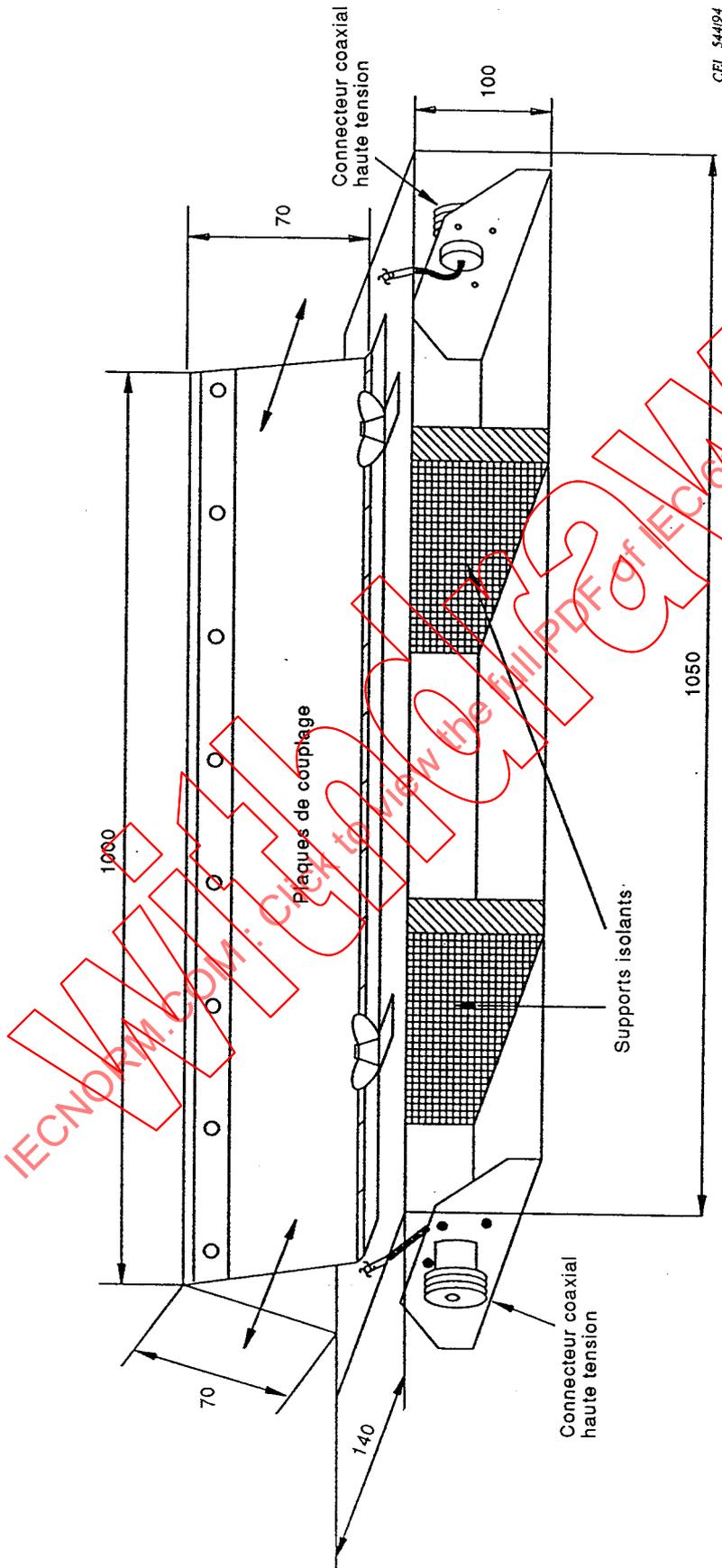
Figure 4 – Réseau de couplage/découplage pour accès et bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu



(Example: Construction for three-phase lines, d.c. lines/terminals shall be treated in a similar way.)

Warning: The construction and application of the coupling/decoupling network shall be such that existing national safety regulations will not be violated.

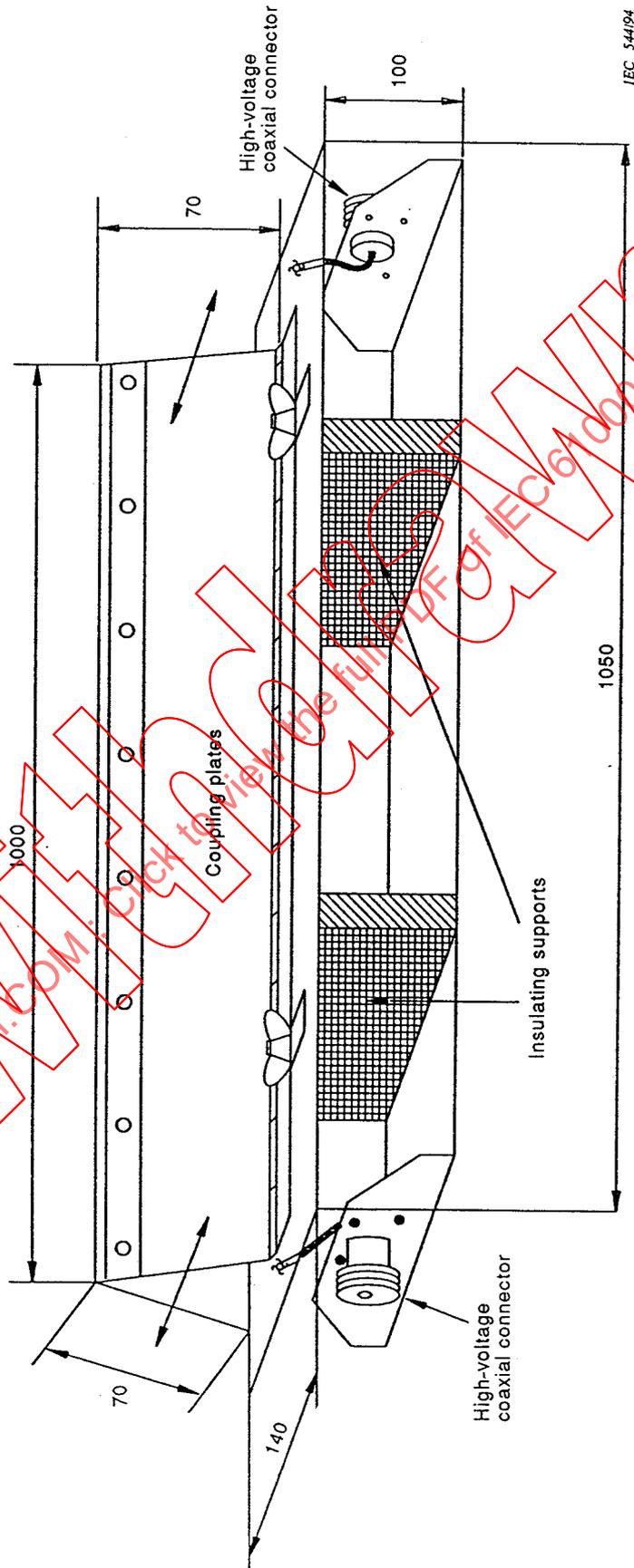
Figure 4 – Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power mains supply ports/terminals



Dimensions en millimètres

Attention: La distance entre la partie couplage et toutes les autres constructions conductrices à l'exception du câble en essai et du plan de sol doit être supérieure à 0,5 m.

Figure 5 – Construction de la pince de couplage capacitive



IEC 54194

Dimensions in millimetres

Warning: The distance of the coupling section to all other conductive constructions except to the cable under test and the ground plane shall be more than 0,5 m.

Figure 5 – Construction of the capacitive coupling clamp

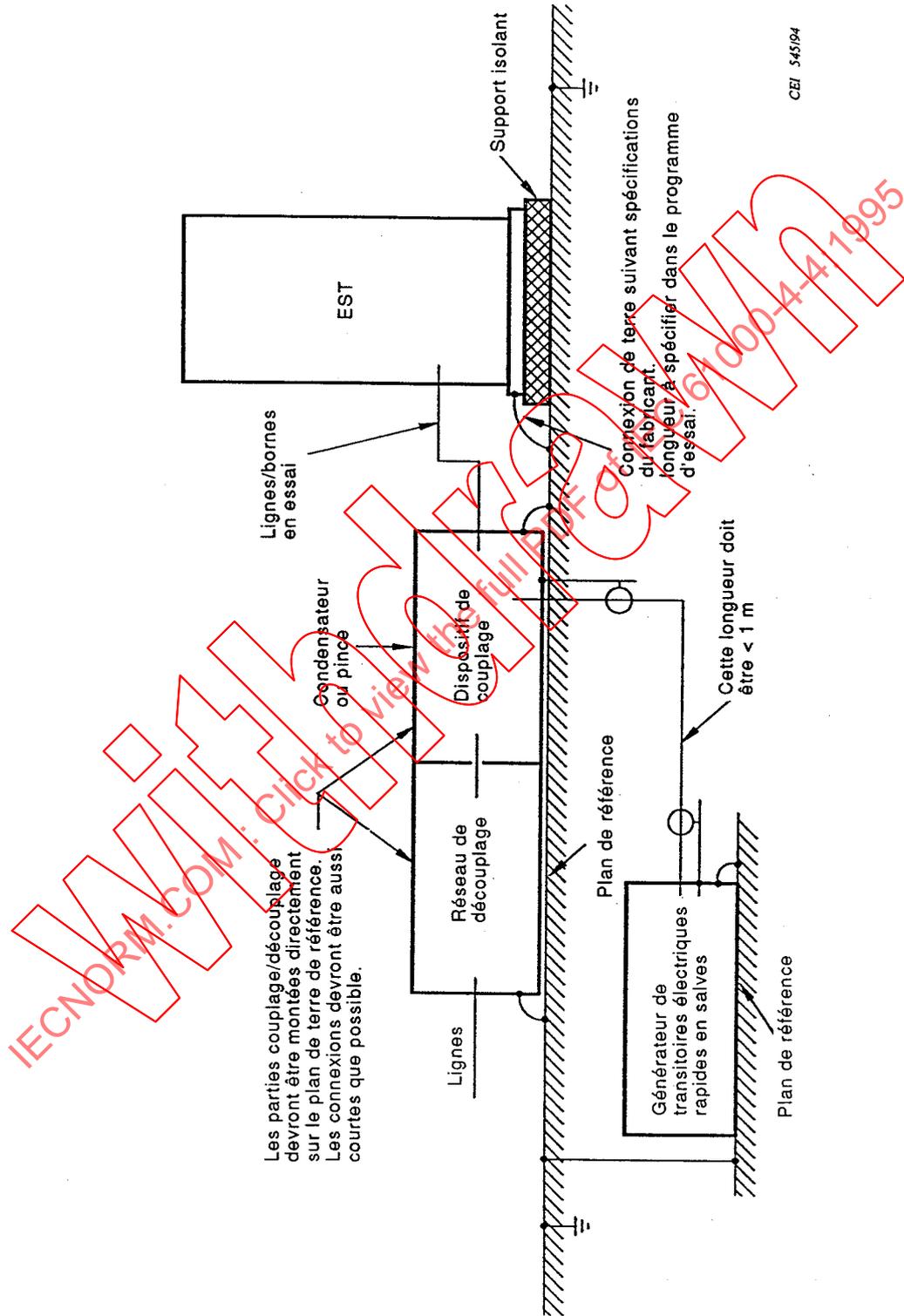
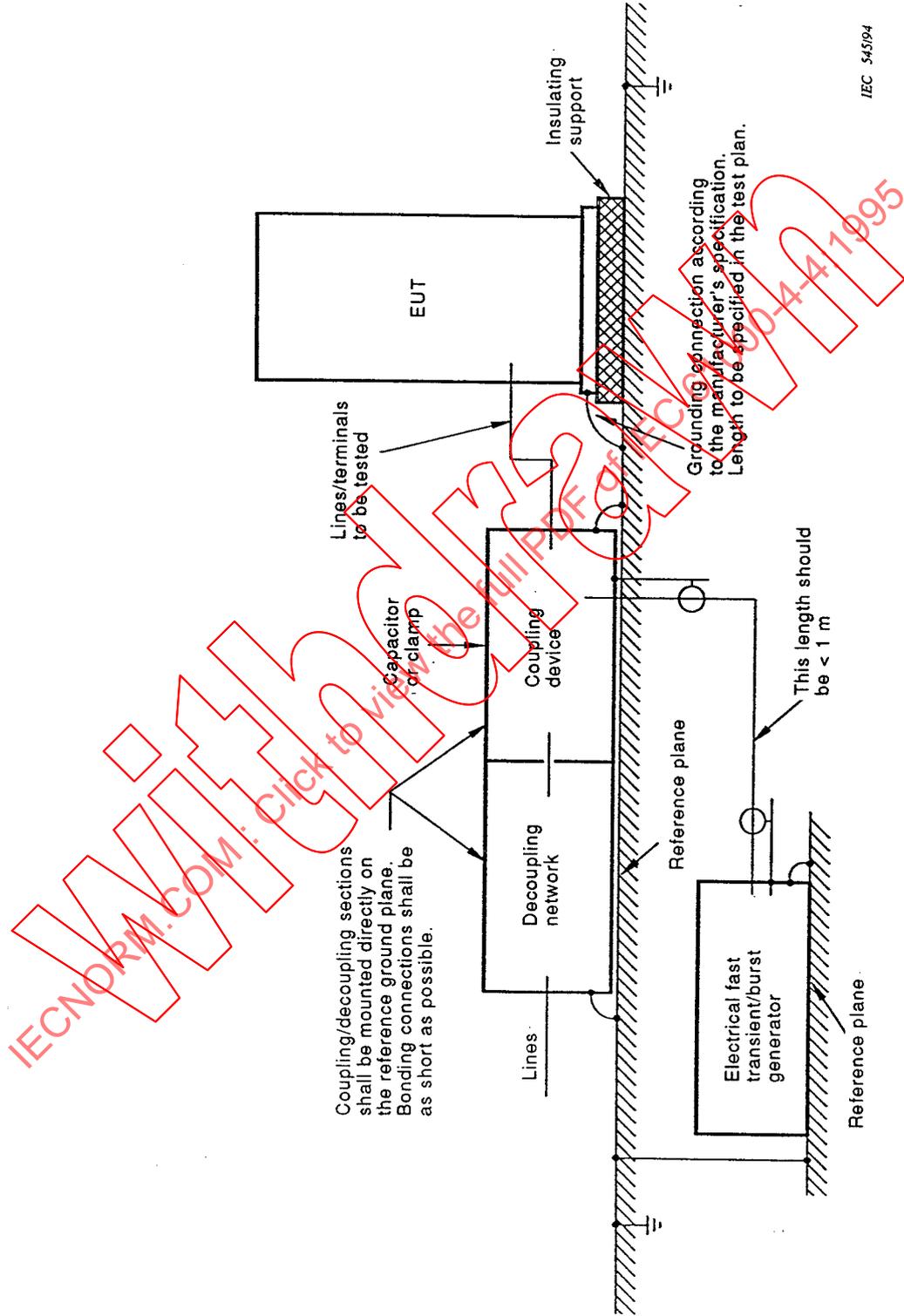
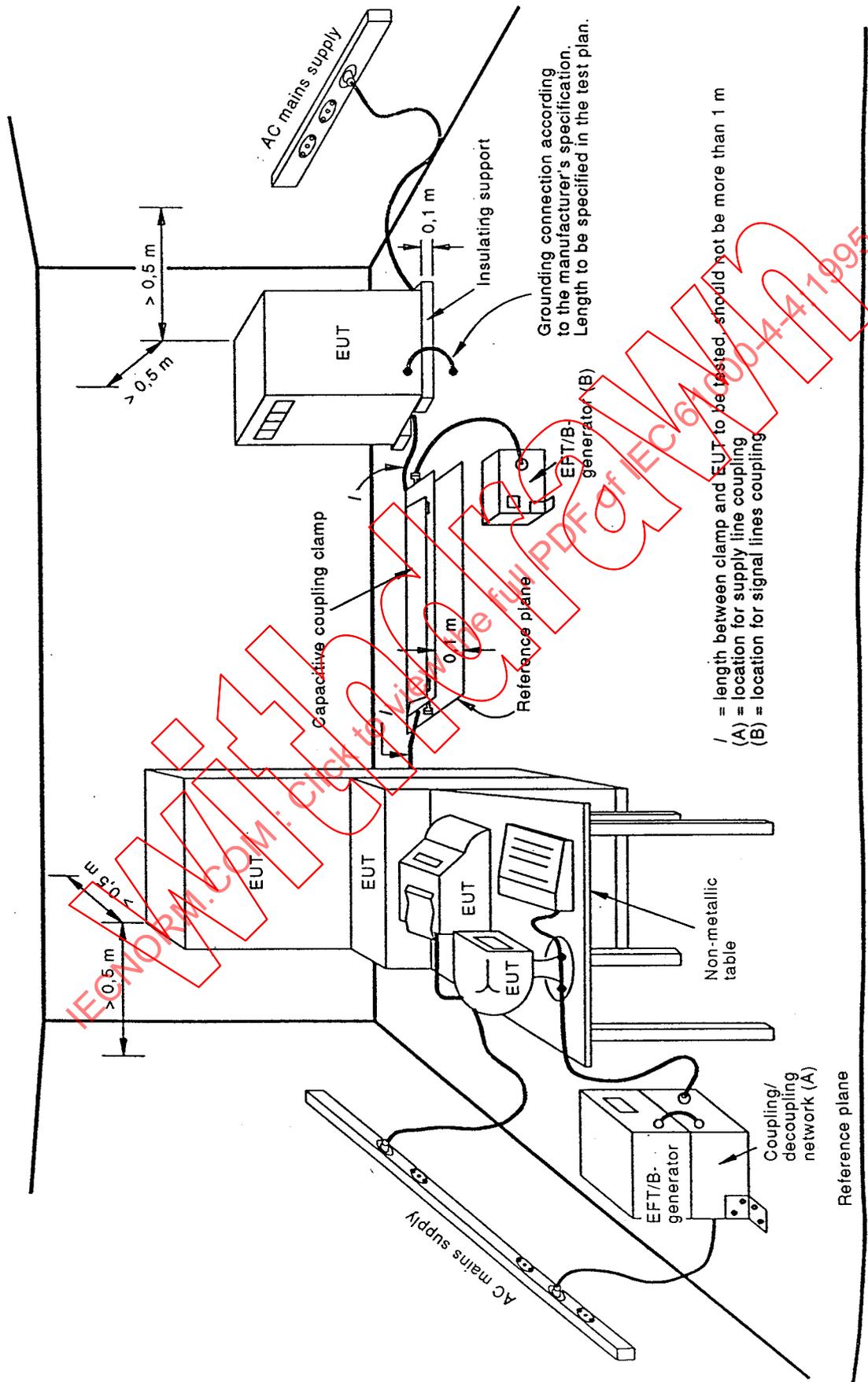


Figure 6 – Diagramme synoptique de l'essai d'immunité de transitoires électriques rapides en salves



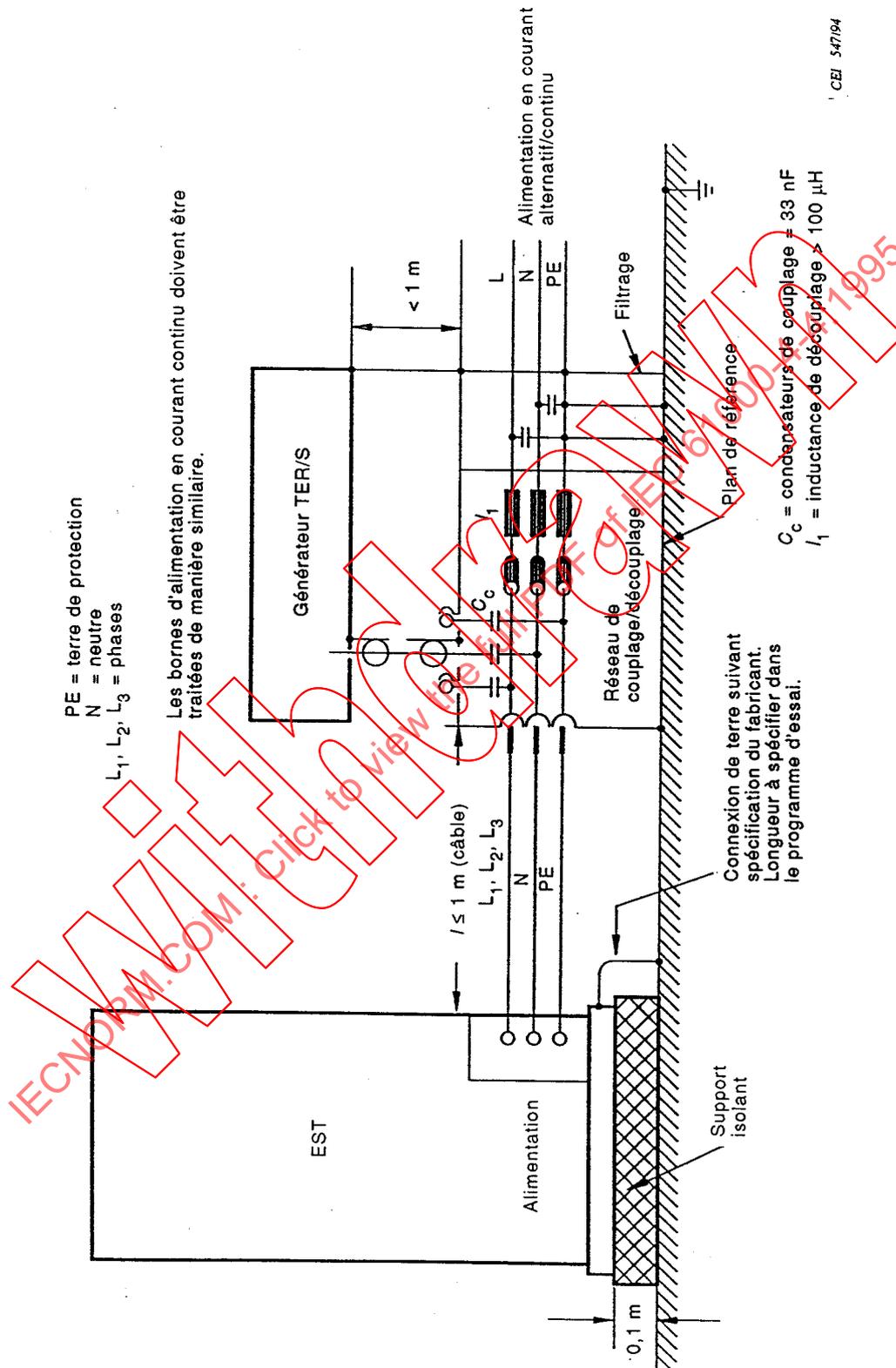
IEC 545194

Figure 6 – Block-diagram for electrical fast transient/burst immunity test



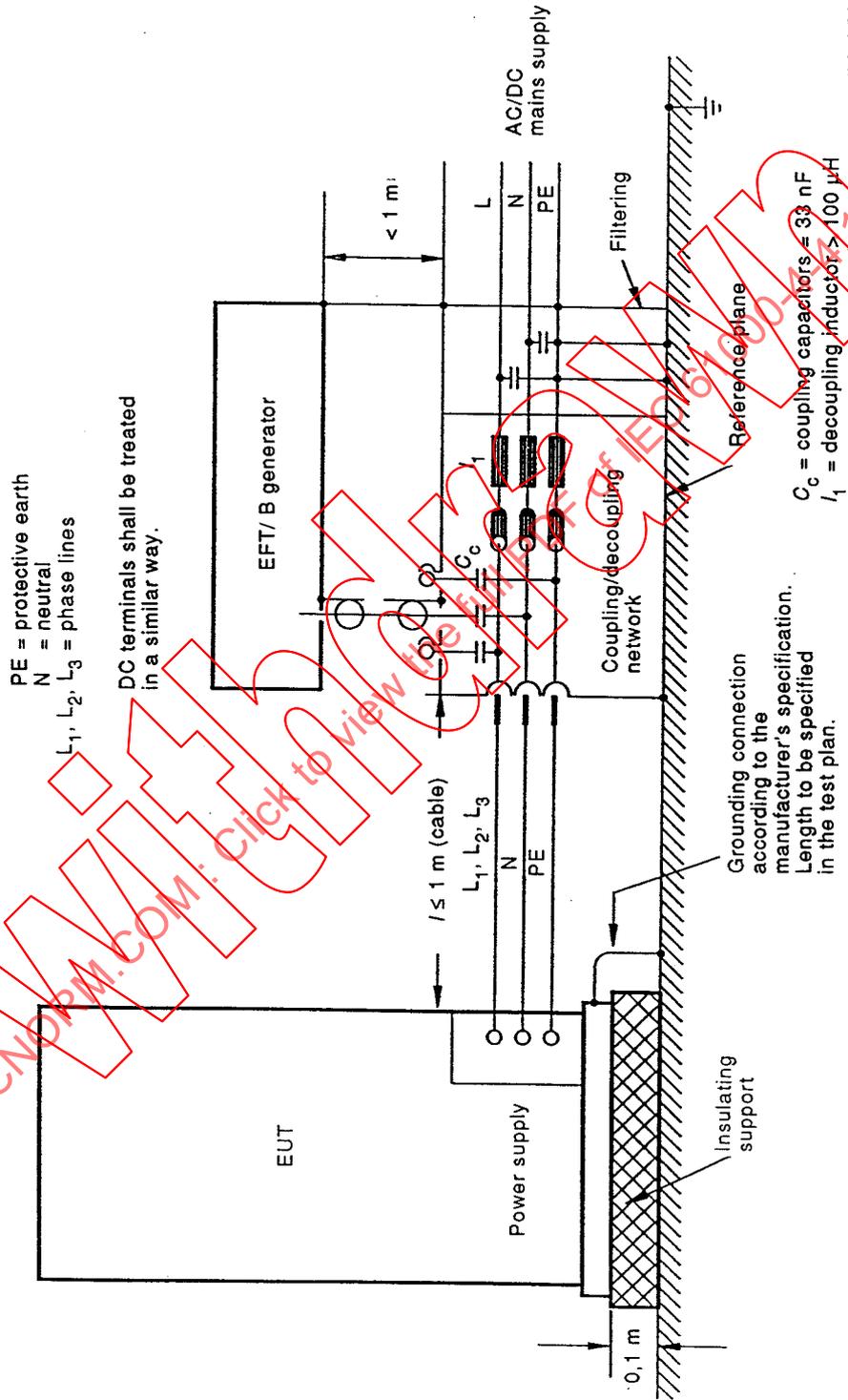
IEC 546194

Figure 7 – General test set-up for laboratory type tests



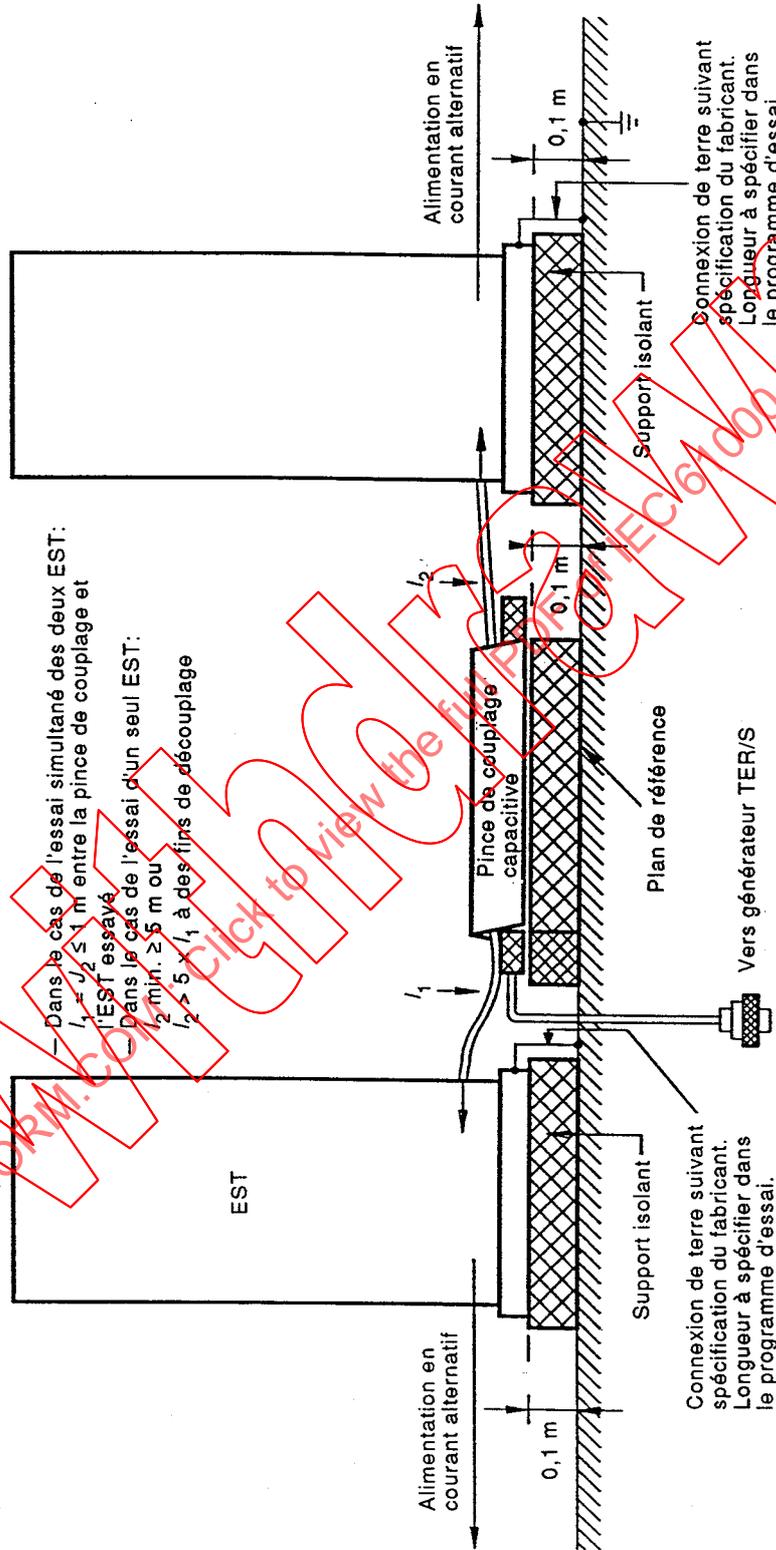
CEI 547194

Figure 8 – Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès ou aux bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu pour les essais en laboratoire



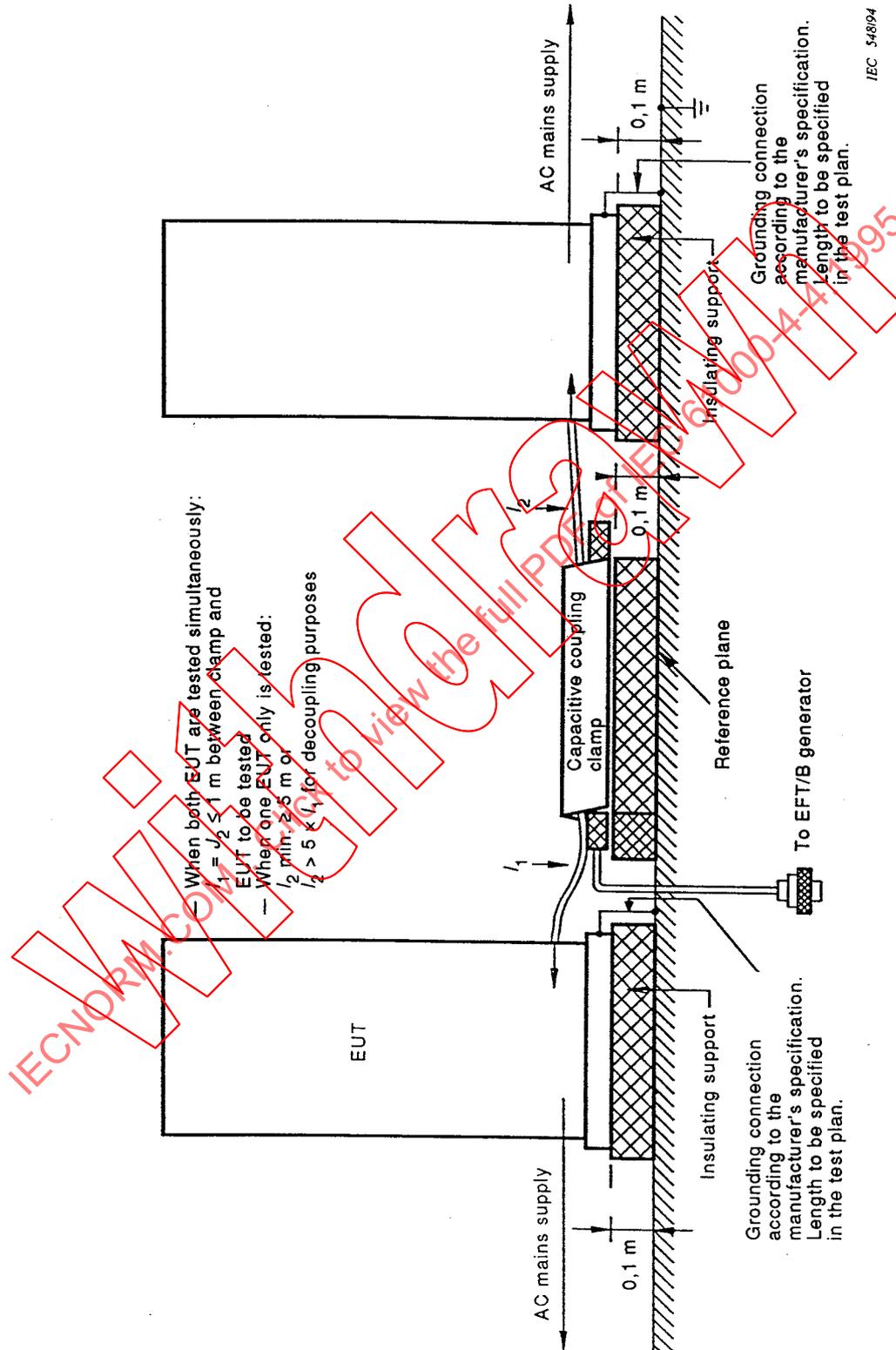
IEC 54794

Figure 8 – Example of test set-up for direct coupling of the test voltage to a.c./d.c. power supply ports/terminals for laboratory test purposes



CEI 548/94

Figure 9 – Exemple de montage d'essai pour l'application de la tension d'essai au moyen de la pince de couplage capacitive pour les essais en laboratoire



IEC 54894

Figure 9 – Example of test set-up for application of the test voltage by the capacitive coupling clamp for laboratory test purposes

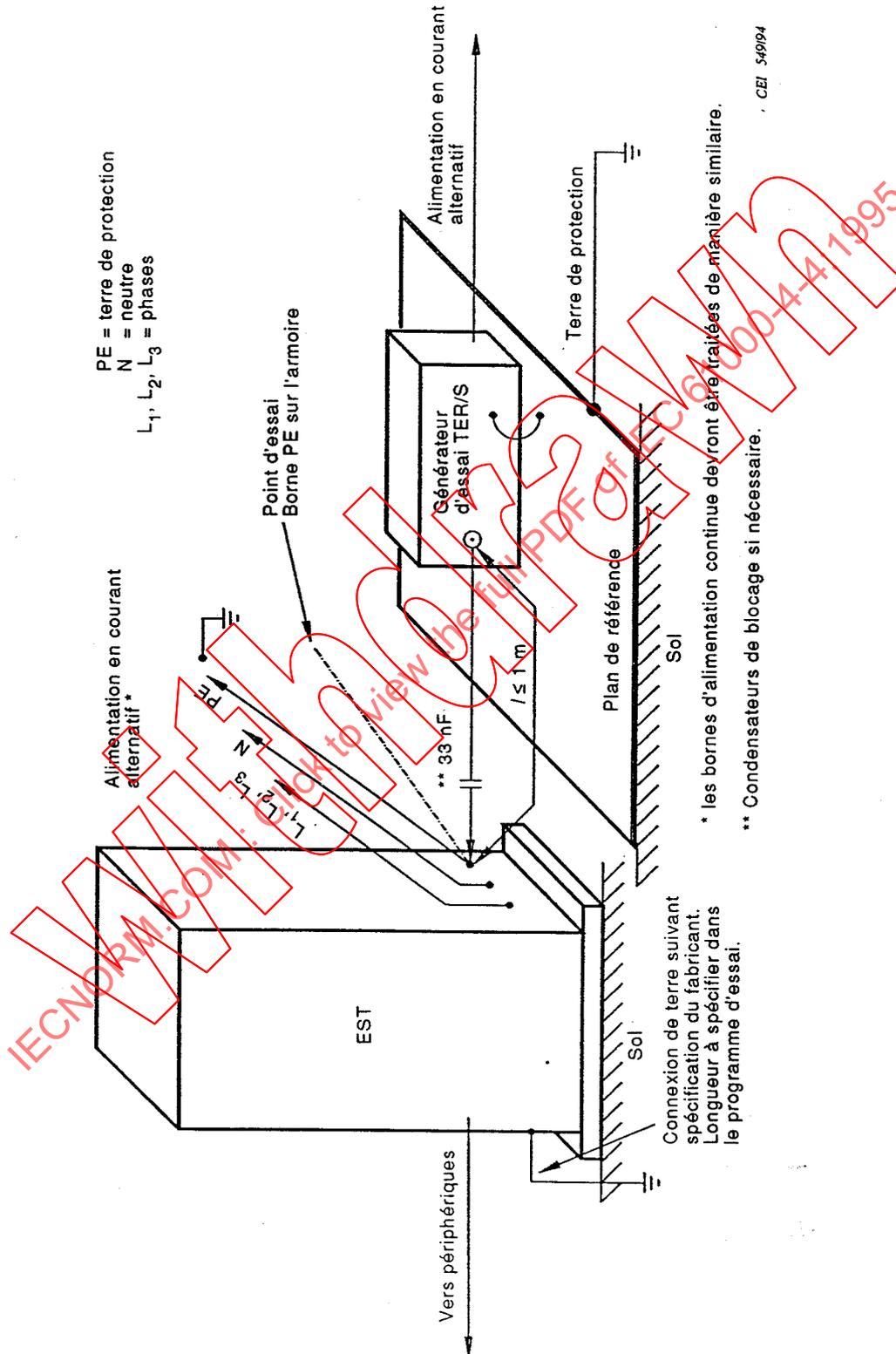


Figure 10 – Exemple d'essai sur site sur les accès d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu et sur les bornes de terre de protection pour des EST fixes montés sur le sol

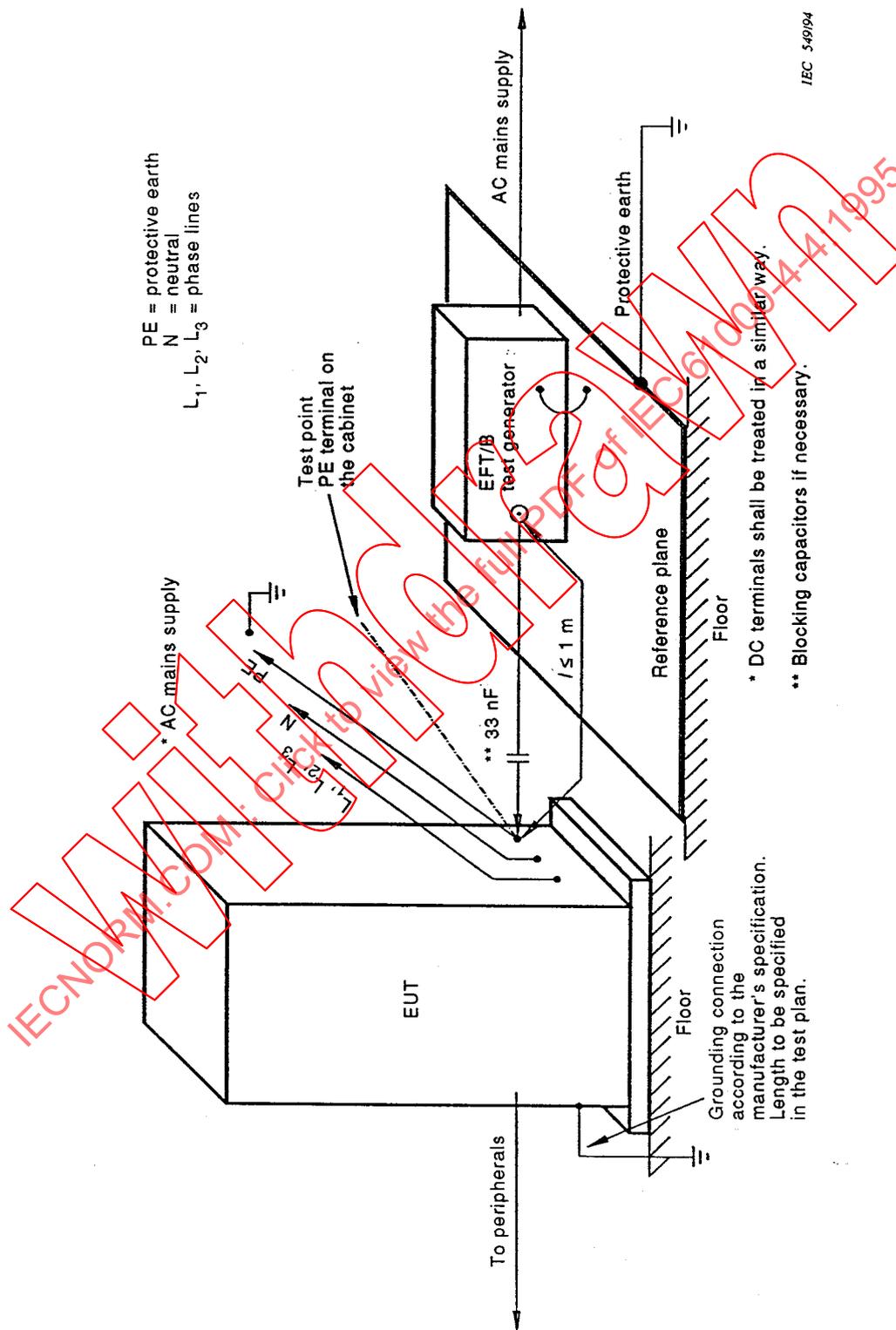


Figure 10 – Example for post-installation test on a.c./d.c. power supply ports and protective earth terminals for stationary, floor-mounted EUT