

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
801-4



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Première édition
First edition
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

Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment

Part 4: Electrical fast transient/burst requirements

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 80801-4:1988

Publication
801-4: 1988

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, 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 back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
801-4



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Première édition
First edition
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

Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment

Part 4: Electrical fast transient/burst requirements

© CEI 1988 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.

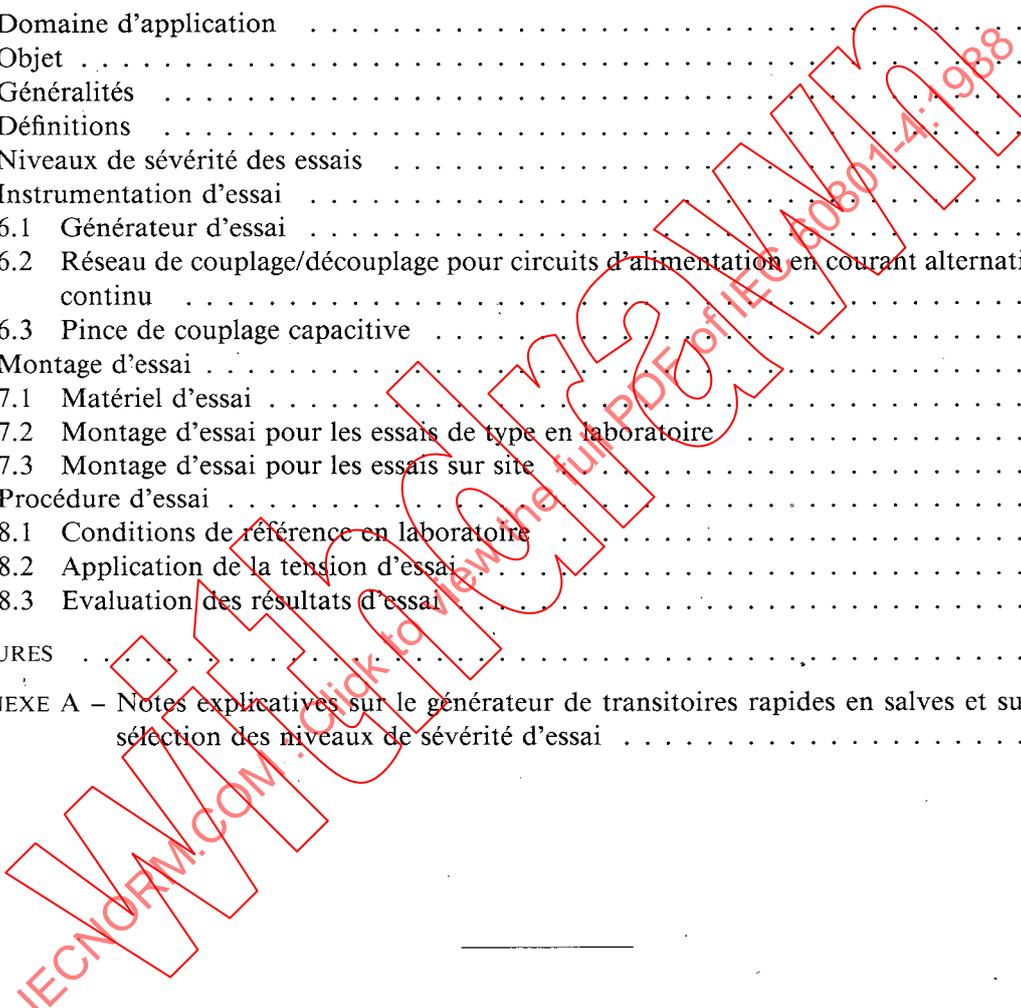
Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

Code prix 25
Price code

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Généralités	6
4. Définitions	8
5. Niveaux de sévérité des essais	8
6. Instrumentation d'essai	10
6.1 Générateur d'essai	10
6.2 Réseau de couplage/découplage pour circuits d'alimentation en courant alternatif et continu	12
6.3 Pince de couplage capacitive	12
7. Montage d'essai	14
7.1 Matériel d'essai	14
7.2 Montage d'essai pour les essais de type en laboratoire	14
7.3 Montage d'essai pour les essais sur site	16
8. Procédure d'essai	20
8.1 Conditions de référence en laboratoire	20
8.2 Application de la tension d'essai	20
8.3 Evaluation des résultats d'essai	20
FIGURES	24
ANNEXE A – Notes explicatives sur le générateur de transitoires rapides en salves et sur la sélection des niveaux de sévérité d'essai	44



CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General	7
4. Definitions	9
5. Test severity levels	9
6. Test instrumentation	11
6.1 Test generator	11
6.2 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. mains supply circuit	13
6.3 Capacitive coupling clamp	13
7. Test set-up	15
7.1 Test equipment	15
7.2 Test set-up for type tests performed in laboratories	15
7.3 Test set-up for field tests	17
8. Test procedure	21
8.1 Laboratory reference conditions	21
8.2 Application of the test voltage	21
8.3 Evaluation of the test results	21
FIGURES	24
APPENDIX A – Explanatory notes on transient/burst generator and selection of the test severity levels	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE POUR LES MATÉRIELS
DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS**

**Quatrième partie: Prescriptions relatives aux transitoires électriques
rapides en salves**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes ou 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Elle constitue la quatrième partie de la Publication 801 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY FOR INDUSTRIAL-PROCESS
MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT****Part 4: Electrical fast transient/burst requirements**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreement 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 65: Industrial-process measurement and control.

It forms Part 4 of IEC Publication 801.

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

Six Months' 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 Voting Report indicated in the above table.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE POUR LES MATÉRIELS DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS

Quatrième partie: Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en salves

INTRODUCTION

L'expérience accumulée lors d'une longue période d'essais de susceptibilité pratiqués sur de l'instrumentation industrielle a montré que, pour couvrir suffisamment la totalité des perturbations électriques et électromagnétiques, il est nécessaire d'effectuer un essai simulant des transitoires rapides avec une fréquence de répétition élevée. Ces faits sont bien connus des experts en CEM* et beaucoup de sociétés ont déjà développé des méthodes d'essai utilisant des transitoires rapides.

Le problème est que les paramètres significatifs du générateur et du montage d'essai diffèrent de manière considérable et que l'on ne peut pas comparer les différents résultats d'essai. Cette situation peut créer des problèmes si des équipements ayant des niveaux différents de susceptibilité et provenant de constructeurs différents sont intégrés dans un système dans l'environnement électromagnétique d'installations industrielles.

Ce sont principalement ces considérations qui, parmi d'autres, ont conduit à l'élaboration de la présente norme.

1. Domaine d'application

La présente norme concerne l'immunité de l'instrumentation de mesure et de commande de processus industriels vis-à-vis de transitoires électriques rapides répétitifs. Elle détermine, en outre, des niveaux de sévérité et des procédures d'essai.

2. Objet

La présente norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des caractéristiques de fonctionnement de l'instrumentation électronique lorsque celle-ci est soumise à des transitoires rapides répétitifs (salves), que ce soit sur les lignes d'alimentation, de signaux ou de commande.

L'essai est destiné à démontrer l'immunité de l'instrumentation lorsqu'elle est soumise à des interférences transitoires du type de celles provenant de transitoires de commutation (coupure de charges inductives, rebondissements de contacts de relais, etc.).

3. Généralités

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

* Compatibilité électromagnétique.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY FOR INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT

Part 4: Electrical fast transient/burst requirements

INTRODUCTION

Experience collected over a long period of susceptibility testing of industrial instrumentation has shown that to sufficiently cover the wide range of electric and electromagnetic interference a test which simulates fast transients with high repetition frequency is necessary. The knowledge of this fact is commonplace among EMC* experts and many companies have developed such fast transient testing.

The problem is that relevant parameters of the test generator and test set-up differ widely and the test results cannot be related to each other. This situation is bound to create problems if equipment with different susceptibility levels and from different manufacturers is integrated into one system in the electromagnetic environment of industrial plants.

These concerns were among the principal considerations which have led to the preparation of this standard.

1. Scope

This standard relates to the immunity of industrial process measurement and control instrumentation to repetitive electrical fast transients. It additionally establishes severity levels and test procedures.

2. Object

The object of this standard is to establish a common and reproduceable basis for evaluating the performance of electronic instrumentation when this is subjected to repetitive fast transients (bursts), on supply, signal or control lines.

The test is intended to demonstrate the immunity of the instrumentation when subjected to types of transient interference such as that originating from switching transients (interruption of inductive loads, relay contact bounce, etc.).

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 inputs of electronic equipment. Significant for the test are the short risetime, the repetition rate and the low energy of the transients.

* Electromagnetic compatibility.

4. Définitions

Les définitions et termes suivants sont utilisés dans la présente norme; ils s'appliquent au domaine particulier des interférences électromagnétiques.

- 4.1 *EST* Equipement sous test.
- 4.2 *TER/S* Transitoire électrique rapide en salve.
- 4.3 *Couplage* Interaction entre circuits avec transfert d'énergie d'un circuit dans un autre.
- 4.4 *Réseau de couplage* Circuit électrique dont le but est de transférer de l'énergie d'un circuit dans un autre.
- 4.5 *Réseau de découplage* Circuit électrique dont le but est d'empêcher les signaux de TER/S appliqués à l'EST d'influencer d'autres appareils, équipements ou systèmes qui ne font pas partie de l'essai.
- 4.6 *Dispositif 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.
- 4.7 *Transitoire* Variable positive ou négative ou les deux à la fois (tension ou courant), non périodique et relativement courte, entre deux états stables.
- 4.8 *Salve* Impulsions répétitives se produisant pendant un intervalle de temps déterminé.

5. Niveaux de sévérité des essais

Les niveaux de sévérité d'essai suivants sont recommandés pour l'essai utilisant des transitoires rapides en salves:

Tension d'essai de sortie en circuit ouvert $\pm 10\%$		
Niveau	Sur l'alimentation	Sur les lignes d'E/S (entrée/sortie) de signal, de données et de commande
1	0,5 kV	0,25 kV
2	1 kV	0,5 kV
3	2 kV	1 kV
4	4 kV	2 kV
X	Spécial	Spécial

Ces tensions de sortie en circuit ouvert, qui sont égales aux tensions aux bornes du condensateur de stockage d'énergie, seront indiquées sur le générateur TER/S. Pour le choix des niveaux, voir l'annexe A.

Note. - «X» est un niveau ouvert. Ce niveau fait l'objet de négociations entre l'utilisateur et le fabricant ou bien est défini par le fabricant.

4. Definitions

The following definitions and terms are used in this standard and apply to the restricted field of electromagnetic interference.

- 4.1 *EUT* Equipment under test.
- 4.2 *EFT/B* Electrical fast transient-burst.
- 4.3 *Coupling* Interaction between circuits, transferring energy from one circuit to another.
- 4.4 *Coupling network* Electrical circuit for the purpose of transferring energy from one circuit to another.
- 4.5 *Decoupling network* Electrical circuit for the purpose of preventing EFT signals applied to the EUT from affecting other devices, equipment or systems which are not under test.
- 4.6 *Coupling clamp* Device of defined dimensions and characteristics for common mode coupling of the interference signal to the circuit under test without any galvanic connection to it.
- 4.7 *Transient* Non-periodic and relatively short positive or negative (or both) variable (voltage or current) between two steady states.
- 4.8 *Burst* Repetitive pulses occurring during a fixed time interval.

5. Test severity levels

The following test severity levels are recommended for the fast transient/burst test:

Open circuit output test voltage $\pm 10\%$		
Level	On power supply	On I/O (Input/Output) signal, data and control lines
1	0.5 kV	0.25 kV
2	1 kV	0.5 kV
3	2 kV	1 kV
4	4 kV	2 kV
X	Special	Special

These open-circuit output voltages, which are equal to the energy storage capacitor voltages, will be displayed on the EFT/B generator. For selection of levels see Appendix A.

Note. – “X” is an open level. The level is subject to negotiation between the user and the manufacturer or is specified by the manufacturer.

6. Instrumentation 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.

6.1.1 Caractéristiques techniques du générateur de transitoires rapides en salves

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

Le générateur doit pouvoir fonctionner en court-circuit.

Caractéristiques déterminées pour une impédance de charge de 50 Ω:	
- Energie maximale:	4 mJ/impulsion à 2 kV sur charge de 50 Ω
- Polarité:	Positive/négative
- Type de sortie:	Coaxiale
- Impédance dynamique de source: (voir note)	50 Ω ± 20% entre 1 MHz et 100 MHz
- Condensateur de blocage du courant continu interne au générateur:	10 nF
- Fréquence de répétition des impulsions:	Fonction du niveau de sévérité choisi (voir paragraphe 6.1.2)
- Temps de montée d'une impulsion:	5 ns ± 30% (voir paragraphe 6.1.2 et figure 3)
- Durée d'impulsion (valeur à 50%):	50 ns ± 30% (voir paragraphe 6.1.2. et figure 3)
- Forme d'onde de l'impulsion, sortie adaptée sur charge de 50 Ω:	Voir paragraphe 6.1.2 et figure 3
- Relation avec l'alimentation:	Asynchrone
- Durée de la salve:	15 ms ± 20% (voir paragraphe 6.1.2 et figure 2)
- Période de la salve:	300 ms ± 20% (voir paragraphe 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.

6. Test instrumentation

6.1 Test generator

The simplified circuit diagram of the generator is shown 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 Characteristics and performance of the fast transient/burst generator

- Open circuit output voltage: 0.25 kV – 10% to 4 kV + 10%
(energy storage capacitor voltage)

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 severity level (see Sub-clause 6.1.2)
- Risetime of one pulse:	5 ns ± 30% (see Sub-clause 6.1.2 and Figure 3)
- Impulse duration (50% value):	50 ns ± 30% (see Sub-clause 6.1.2 and Figure 3)
- Waveshape of the pulse matched output into 50 Ω load:	See Sub-clause 6.1.2 and Figure 3
- Relation to power supply:	Asynchronous
- Burst duration:	15 ms ± 20% (see Sub-clause 6.1.2 and Figure 2)
- Burst period:	300 ms ± 20% (see Sub-clause 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 risetime, impulse duration and repetition rate of the impulses within one burst shall be monitored.

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

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

Ce réseau donne la possibilité d'appliquer la tension d'essai en mode non symétrique aux bornes d'entrée 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 l'autre ligne:	> 30 dB
Tension de tenue diélectrique des condensateurs de couplage:	5 kV (Impulsion d'essai: 1,2/50 μs)

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 du circuit, 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 terre d'une surface d'au moins 1 m². Le plan de terre 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.

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

- Risetime of the pulses: 5 ns \pm 30%
- Impulse duration (50% value): 50 ns \pm 30%

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

5 kHz \pm 20% at 0.125 kV
5 kHz \pm 20% at 0.25 kV
5 kHz \pm 20% at 0.5 kV
5 kHz \pm 20% at 1.0 kV
2.5 kHz \pm 20% at 2.0 kV

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

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

The circuit diagram (example for a 3-phase power mains supply) is shown 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
Crosstalk 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 circuits, 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 at 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 shown in Figure 5 and determines its characteristics, such as frequency response, impedance, 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 µs)

La méthode de couplage par pince est exigée pour les essais de réception. Elle est prévue pour être utilisée sur les lignes d'E/S, de signal et de communications mais aussi sur des circuits d'alimentation en courant alternatif ou continu si le réseau de couplage/découplage défini au paragraphe 6.2 n'est pas utilisable. D'autres modes de couplage (réseaux de couplage/découplage par exemple) peuvent être utilisés après accord entre fabricant et utilisateur.

7. Montage d'essai

Il faut distinguer différents types d'essais, suivant les environnements d'essai:

- l'essai de type: effectué en laboratoire;
- l'essai sur site: effectué sur l'équipement dans les conditions d'installation réelles.

7.1 Matériel d'essai

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

- plan de terre de référence,
- dispositif de couplage (réseau ou pince),
- réseau de découplage,
- générateur d'essai, y compris des moyens de calibration 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 au paragraphe 8.1.

Les EST doivent être placés sur un plan de terre de référence et doivent en être isolés par un support isolant d'environ 0,1 m d'épaisseur.

Dans le cas d'un équipement de table, il est recommandé de placer l'EST à environ 0,8 m au-dessus du plan de terre (voir figure 7).

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

La dimension minimale du plan de terre est de 1 m × 1 m. La dimension réelle dépend des dimensions de l'EST.

Le plan de terre de référence doit dépasser d'au moins 0,1 m de toutes les faces de l'EST.

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

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 µs)

The coupling method using the clamp is required for acceptance tests. It is designed to be used on I/O circuits and communication lines, but also on a.c./d.c. power supply lines if the coupling/decoupling network defined in Sub-clause 6.2 cannot be used. Other coupling methods (e.g. coupling/decoupling networks) may be used by agreement between manufacturer and user.

7. Test set-up

Different types of test must be distinguished, depending on test environments:

- type test: performed in laboratories;
- field test: performed on the equipment in the actual installed conditions.

7.1 Test equipment

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

- reference ground plane,
- coupling device (network or clamp),
- decoupling network,
- test generator, including 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 Sub-clause 8.1.

The EUT's shall be placed on a ground reference plane and shall be insulated from it by an insulating support about 0.1 m thick.

In the case of table-top equipment, the EUT should be located approximately 0.8 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 × 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.

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

L'EST doit être disposé et connecté conformément à ses prescriptions normales d'installation. 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 terre 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 au plan de terre 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 terre situé sous la pince de couplage – 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 terre de référence. Il faudra conserver la distance de 1 m 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 Méthodes de couplage de la tension d'essai à l'EST

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

- Câbles d'alimentation

Un exemple de montage d'essai utilisant un réseau de couplage/découplage pour le couplage direct du signal d'essai (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, l'essai doit être exécuté conformément à «l'essai sur site» (voir figure 10).

- Circuits d'E/S et lignes de communication

Les exemples donnés à la figure 7 et à la figure 9 montrent comment utiliser la pince de couplage capacitive pour appliquer le signal d'essai (TER) aux circuits d'E/S et aux lignes de communication.

- 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 au conducteur de terre de protection par le réseau de couplage/découplage (voir figure 8).

7.3 Montage d'essai pour les essais sur site

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 naturel avec ses perturbations.

The EUT shall be arranged and connected according to its normal installation requirements. 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 ground cables to the reference ground 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, 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 between EUT and the coupling device shall be maintained.

Examples of the test set-up for laboratory type 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 terminals of the EUT:

– Power supply lines

An example for the test set-up for direct coupling of the EFT interference signal 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 shall be carried out in accordance with the "field test", see Figure 10.

– I/O circuits and communication lines

The examples in Figure 7 and Figure 9 show how to use the capacitive coupling clamp for application of the interference test signal to I/O circuits and communication lines.

– 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 conductor by the coupling/decoupling network, see Figure 8.

7.3 *Test set-up for field tests*

The equipment or system shall be tested in the final installed conditions. Field tests shall be performed without coupling/decoupling networks in order to simulate the natural interference environment as closely as possible.

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 lignes d'alimentation et sur la borne de terre de protection

- EST 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 de fonction 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 × 1 m (comme décrit au paragraphe 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 terre. 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).

7.3.2 Essai sur les circuits d'E/S et les lignes de communication

Dans la mesure du possible, on doit utiliser la pince de couplage capacitive pour le couplage de la tension d'essai dans 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 de sévérité 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.

If equipment or systems 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 lines and on protective earth terminals

– Stationary, floor-mounted EUT

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 test set-up see Figure 10.

A reference ground plane of approximately 1 m × 1 m (as described in Sub-clause 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 ground plane. The length of the “hot wire” from the coaxial output of the EFT/B-generator to the points 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 Test on I/O circuits and communication lines

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 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 communications 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 severity 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. Procédure 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 aux paragraphes 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

En l'absence d'autres spécifications ou d'accord entre l'utilisateur et le fabricant, les conditions climatiques doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- température ambiante: 15 °C à 35 °C
- humidité relative: 45 % à 75 %
- pression atmosphérique: 68 kPa à 106 kPa

8.1.2 Conditions électromagnétiques

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

8.2 Application de la tension d'essai

Avant d'effectuer l'essai, les caractéristiques du générateur d'essai doivent être vérifiées conformément aux paragraphes 6.1.1 et 6.1.2, comme cela est requis.

La tension d'essai doit être appliquée à l'EST en utilisant le dispositif de couplage (pince de couplage capacitive ou réseau de couplage) adéquat.

Les essais doivent être faits suivant le programme d'essai, qui doit spécifier:

- niveau et type de la tension 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;
- circuits, lignes, etc., devant être soumis à l'essai;
- conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- séquence d'application de la tension d'essai aux circuits, l'un après l'autre ou à des câbles comprenant plus d'un circuit, etc.

Si les sources de signaux réelles nécessaires au fonctionnement de l'EST ne sont pas disponibles, on pourra les simuler.

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

8.3 Evaluation des résultats d'essai

La variété et la diversité des matériels et systèmes à essayer rendent difficile l'établissement de critères généraux pour l'évaluation des effets de transitoires rapides en salves sur ces équipements et systèmes.

8. Test procedure

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 Sub-clauses 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 Climatic conditions

In the absence of other specification or agreement between the user and the manufacturer, the climatic conditions shall comply with the following requirements:

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C
- relative humidity: 45% to 75%
- atmospheric pressure: 68 kPa to 106 kPa

8.1.2 Electromagnetic conditions

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

8.2 Application of the test voltage

Before running the test, the characteristics of the test generator shall be verified according to Sub-clauses 6.1.1 and 6.1.2, as required.

The test voltage shall be applied to the EUT by using the coupling device (capacitive coupling clamp or coupling network), as applicable.

The tests shall be performed according to the test plan, which shall specify:

- test voltage level and type;
- 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;
- circuits, lines, etc., to be tested;
- representative operating conditions of the EUT;
- sequence of application of the test voltage to the circuits, each one after the other or to cables belonging to more than one circuit, etc.

If the actual operating signal sources are not available, they may be simulated.

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

8.3 Evaluation of the test results

The variety and diversity of equipment and systems to be tested make it difficult to establish general criteria for the evaluation of the effects of fast transients/bursts on equipment and systems.

On pourra classer les résultats d'essai sur la base des conditions d'utilisation et des spécifications fonctionnelles de l'équipement en essai, conformément aux critères de comportement suivants:

1. Comportement normal dans les limites de la spécification.
2. Dégradation temporaire ou perte de fonction ou de comportement, autorécupérable.
3. Dégradation temporaire ou perte de fonction ou de comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou une remise à zéro du système.
4. Dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie de l'équipement (composants).

Dans le cas d'essais de réception, le programme de l'essai et l'interprétation des résultats d'essai sont soumis à un accord entre fabricant et utilisateur.

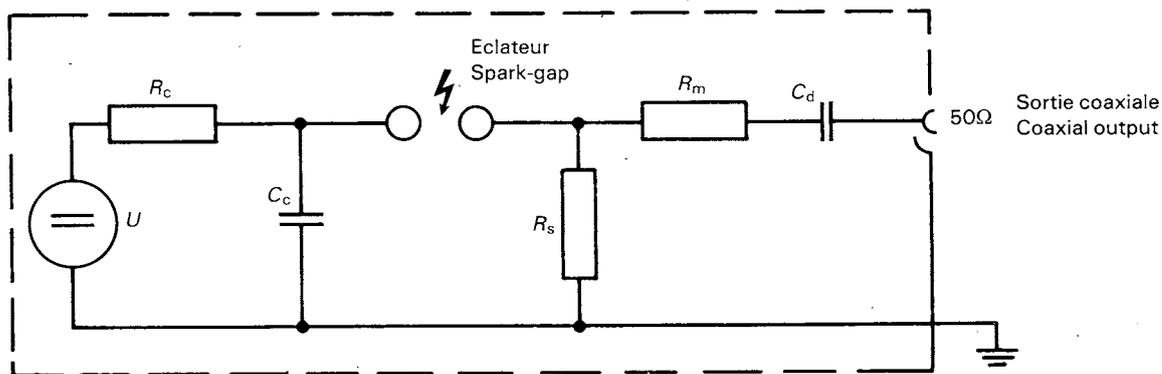
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60801-4:1988
Without2M

The test results may be classified on the basis of the operating conditions and the functional specifications of the equipment under test, according to the following performance criteria:

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).

In the case of acceptance tests the test programme and the interpretation of the test results are subject to agreement between manufacturer and user.

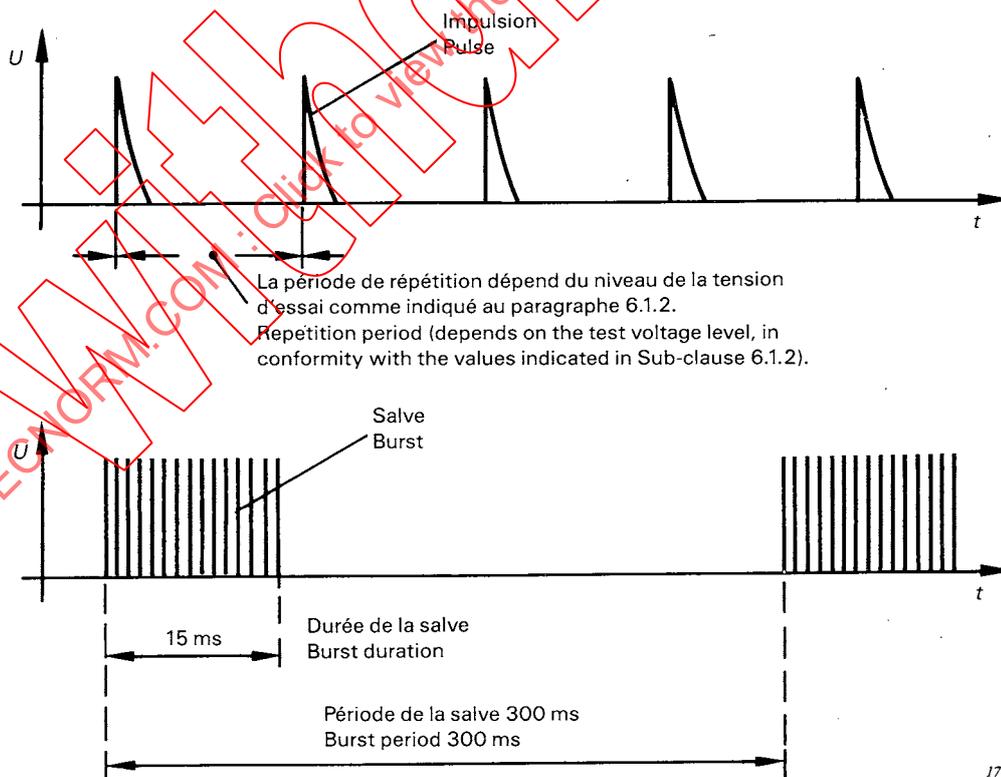
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60801-4:1988
Withdawn



175/88

- | | |
|--|---|
| 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 |

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



176/88

FIG. 2. - Allure générale d'un transitoire rapide en salve.
General graph of a fast transient/burst.

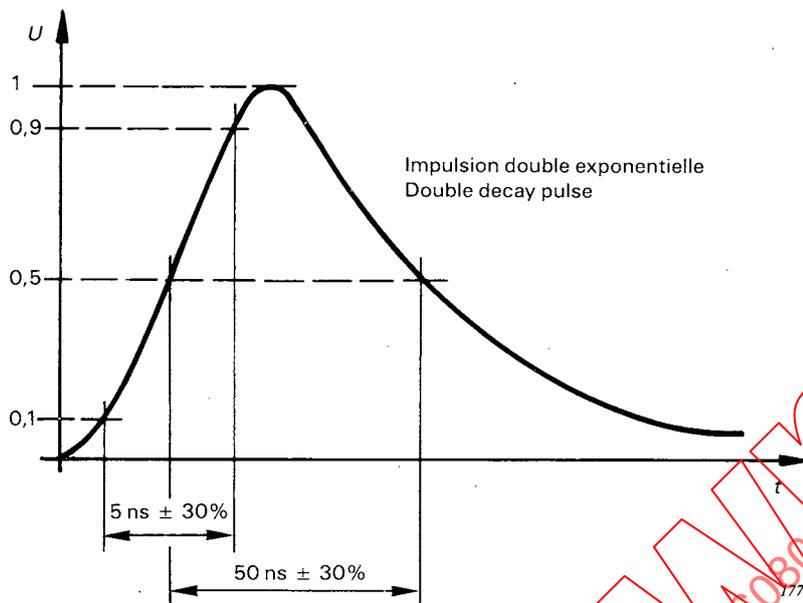
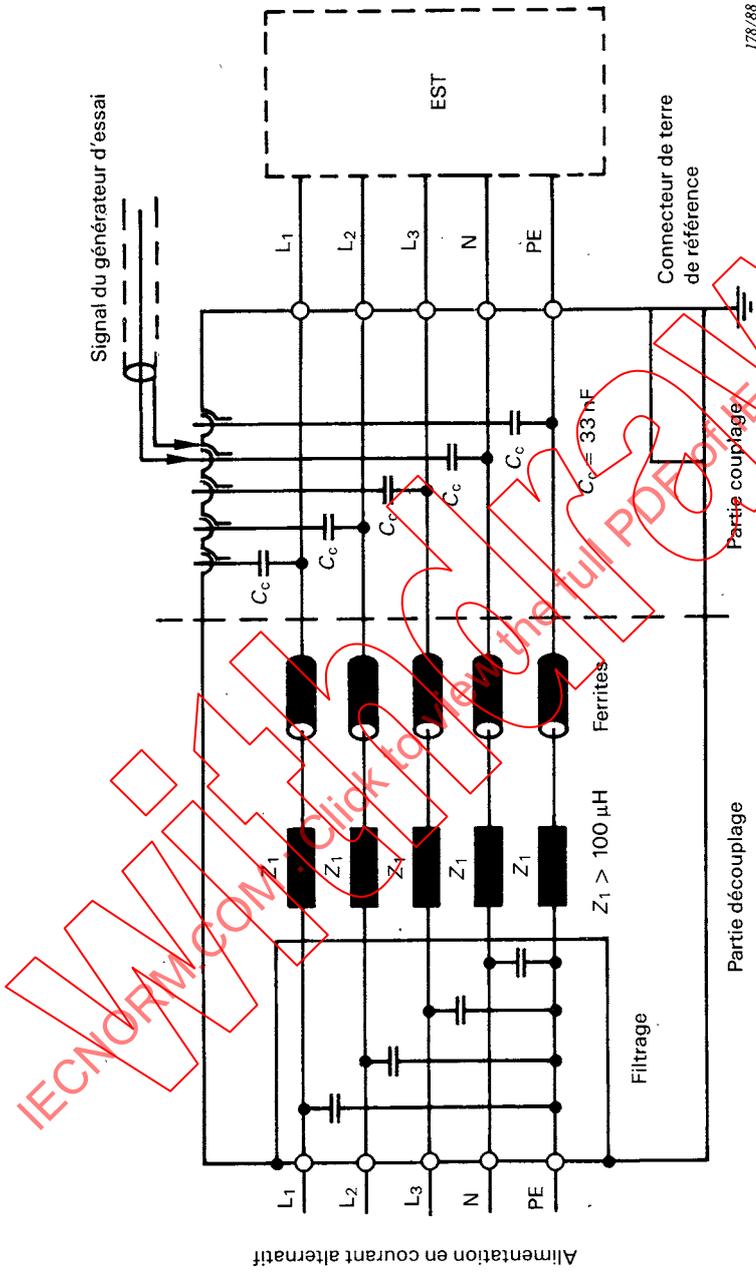


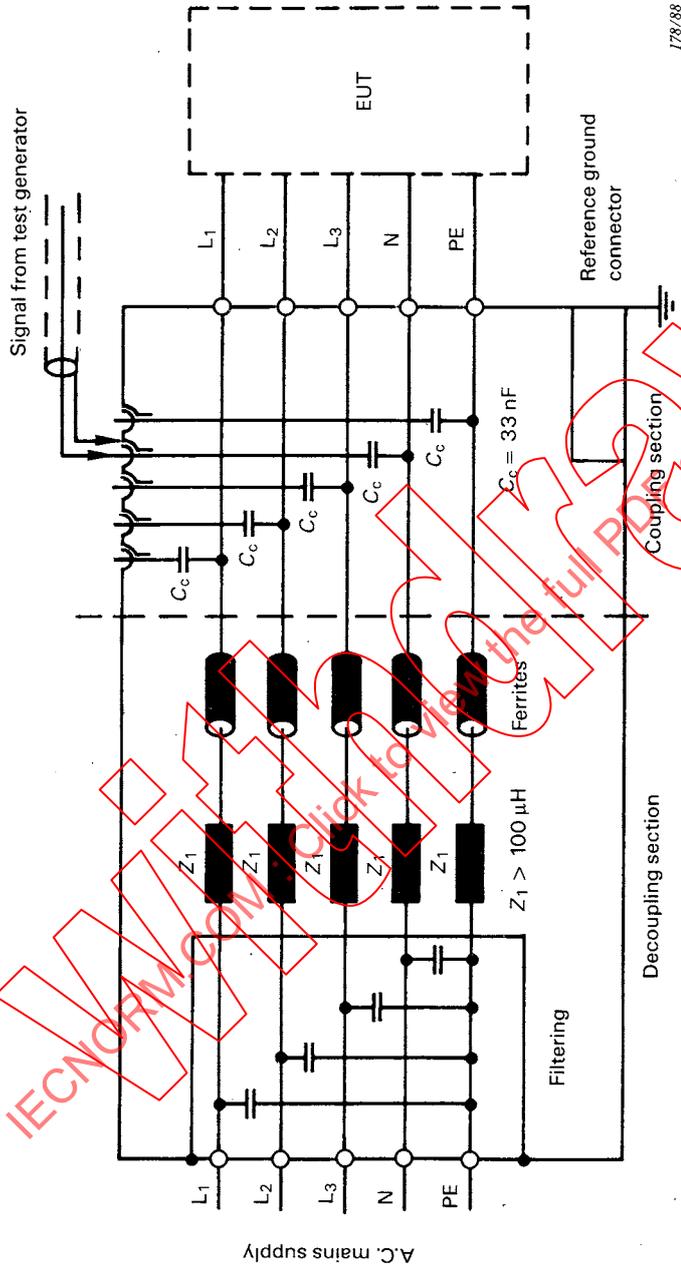
FIG. 3. – Forme d'onde d'une impulsion unique sur une charge de 50Ω .
Waveshape of a single pulse into a 50Ω load.



(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 œuvre du réseau de couplage/découplage que les réglementations nationales concernant la sécurité ne sont pas enfreintes.

FIG. 4. – Réseau de couplage/découplage pour lignes et bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu.



178/88

(Example. ... Construction for 3-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.

FIG. 4. – Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power mains supply lines/terminals.

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

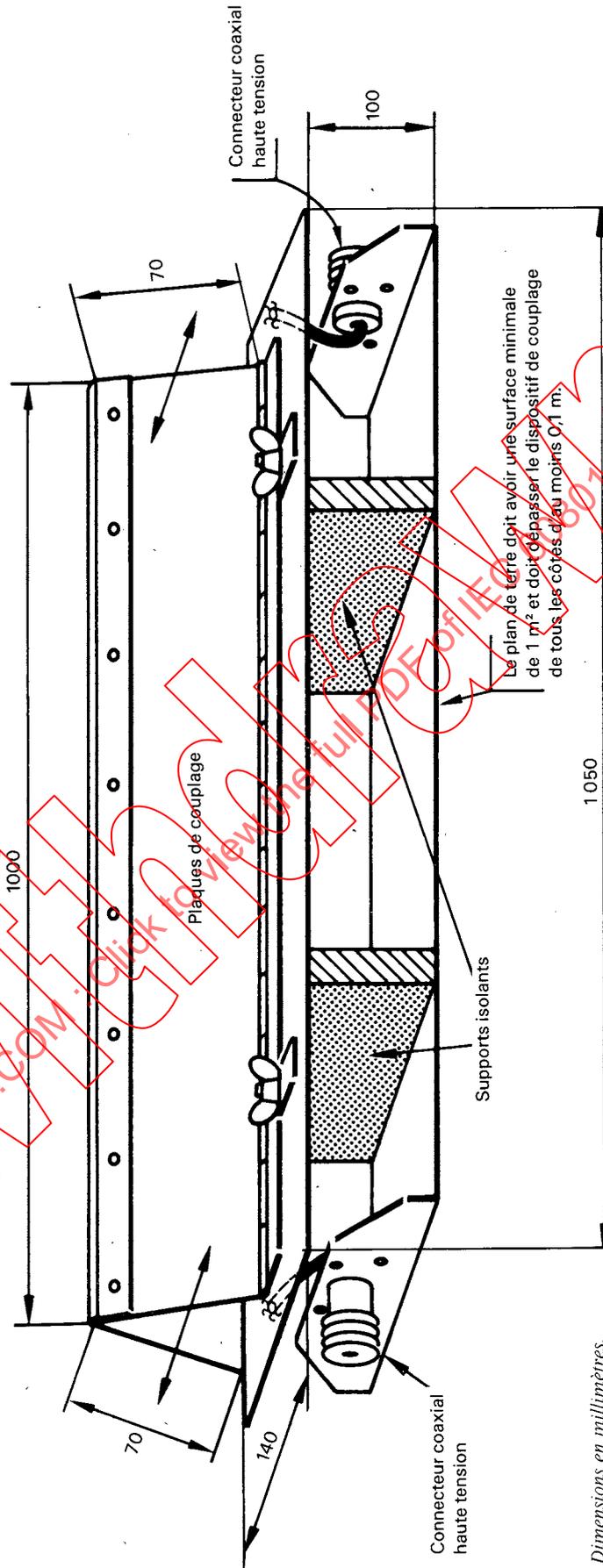
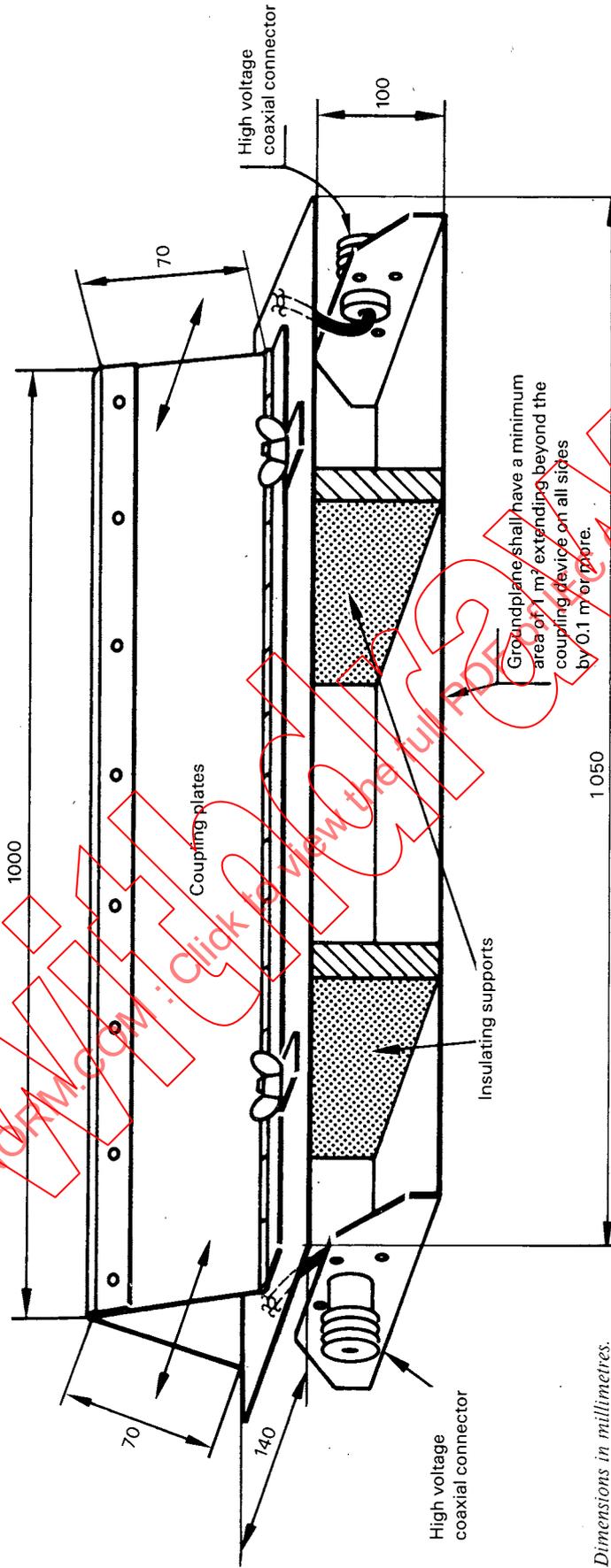


FIG. 5. - Construction de la pince de couplage capacitive.

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.



179/88

FIG. 5. - Construction of the capacitive coupling clamp.

Dimensions in millimetres.

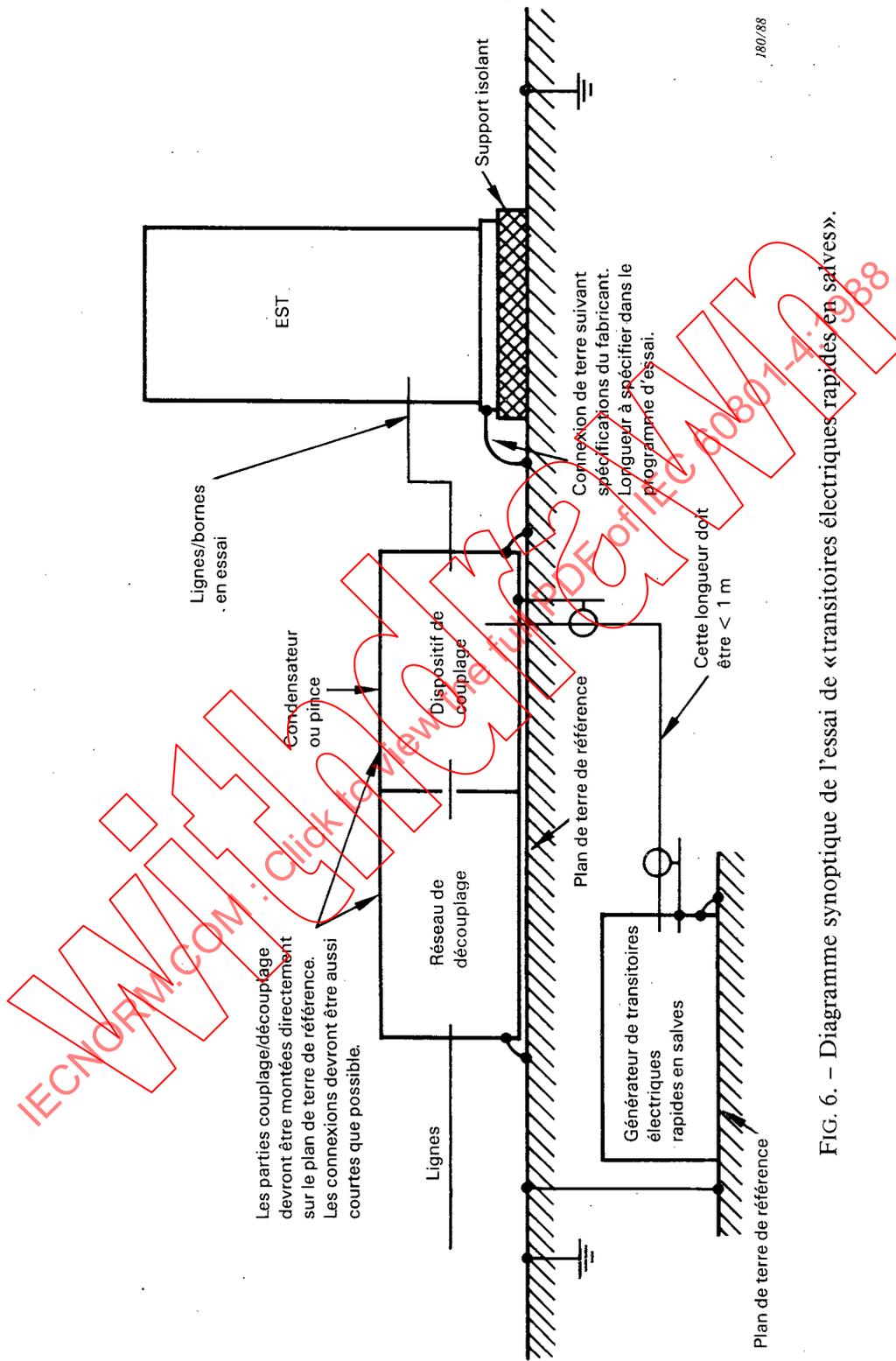
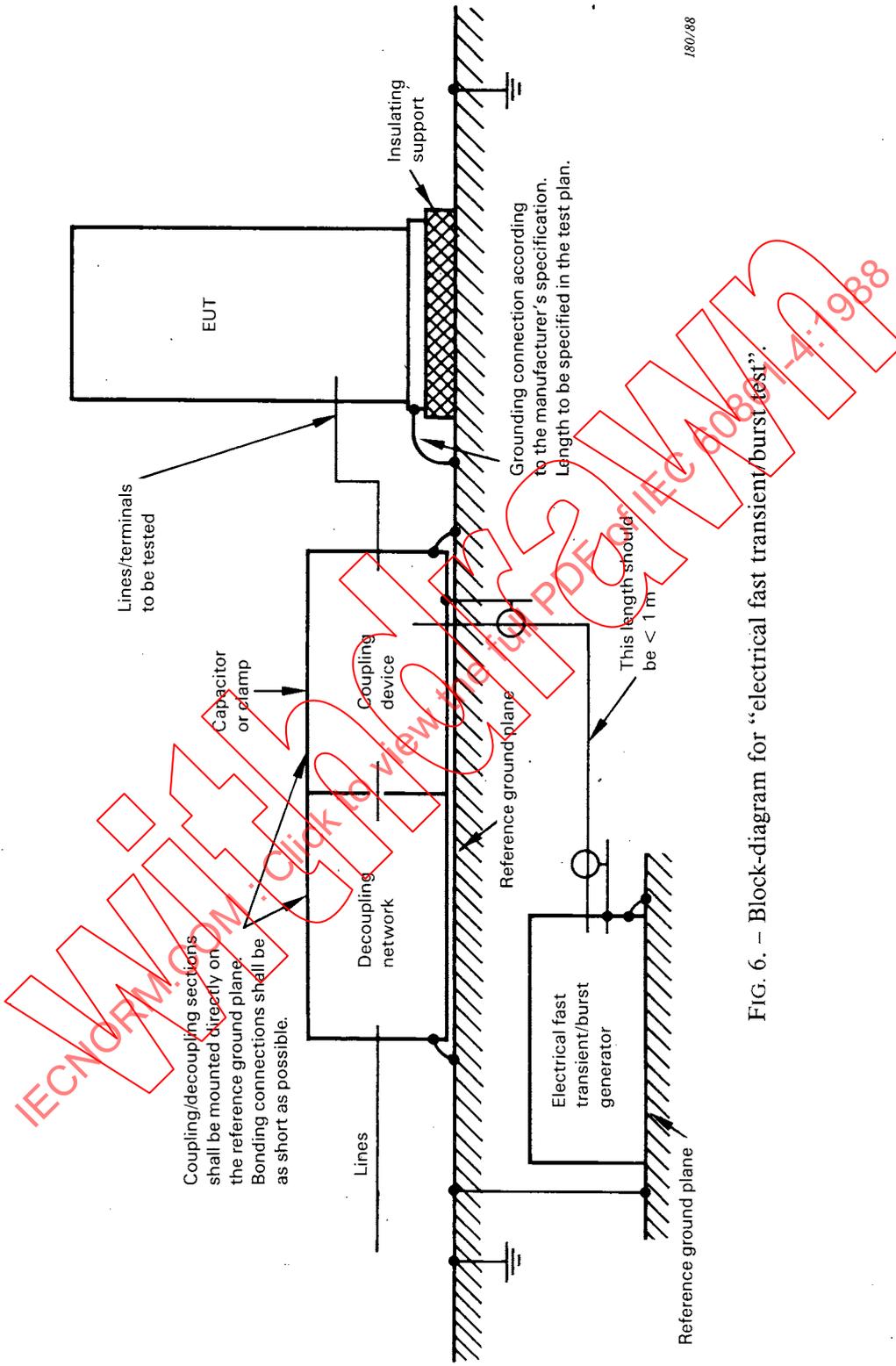
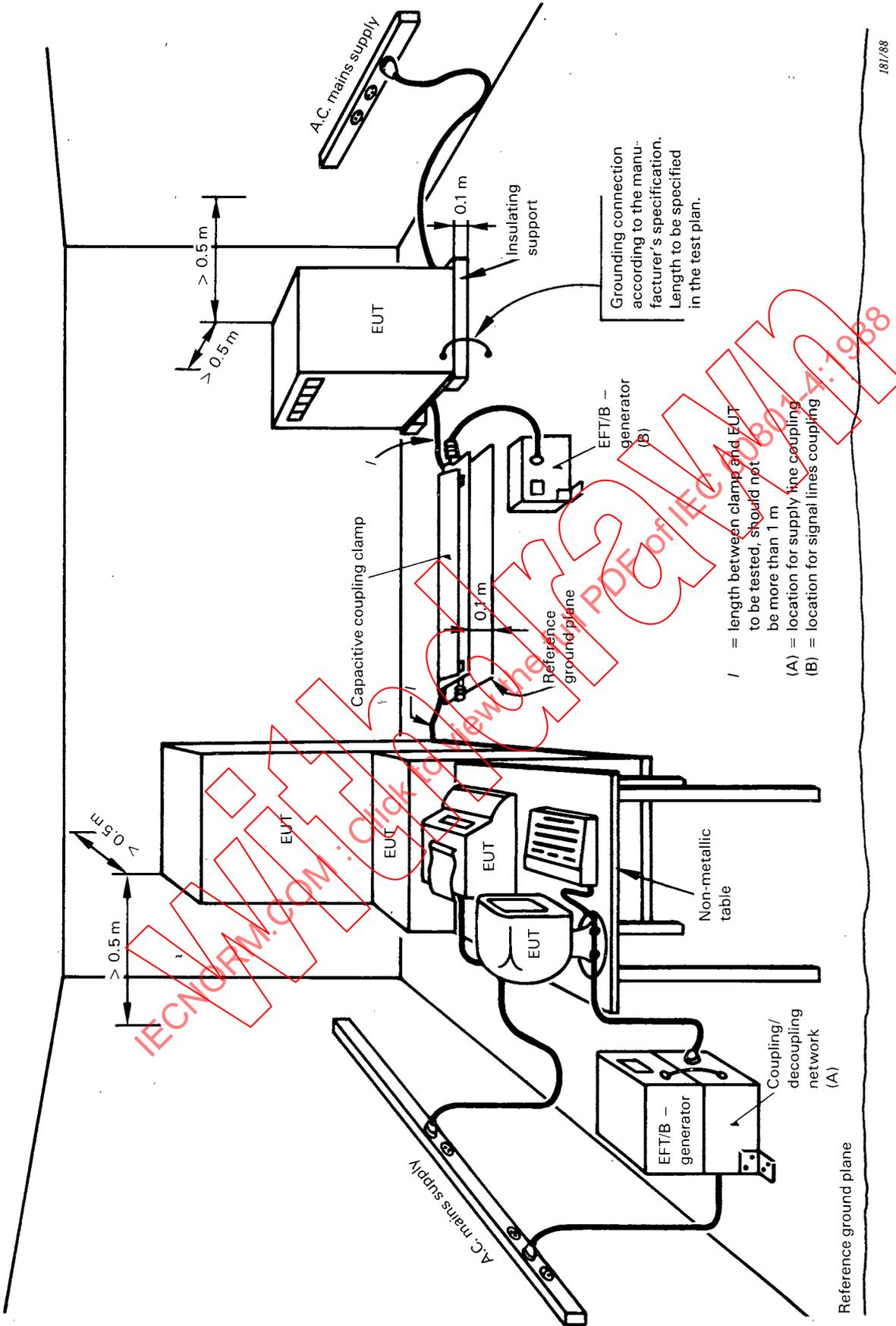


FIG. 6. - Diagramme synoptique de l'essai de «transitoires électriques rapides en salves».



180/88

FIG. 6. – Block-diagram for “electrical fast transient/burst test”.



187/88

FIG. 7. - General test set-up for laboratory type tests.

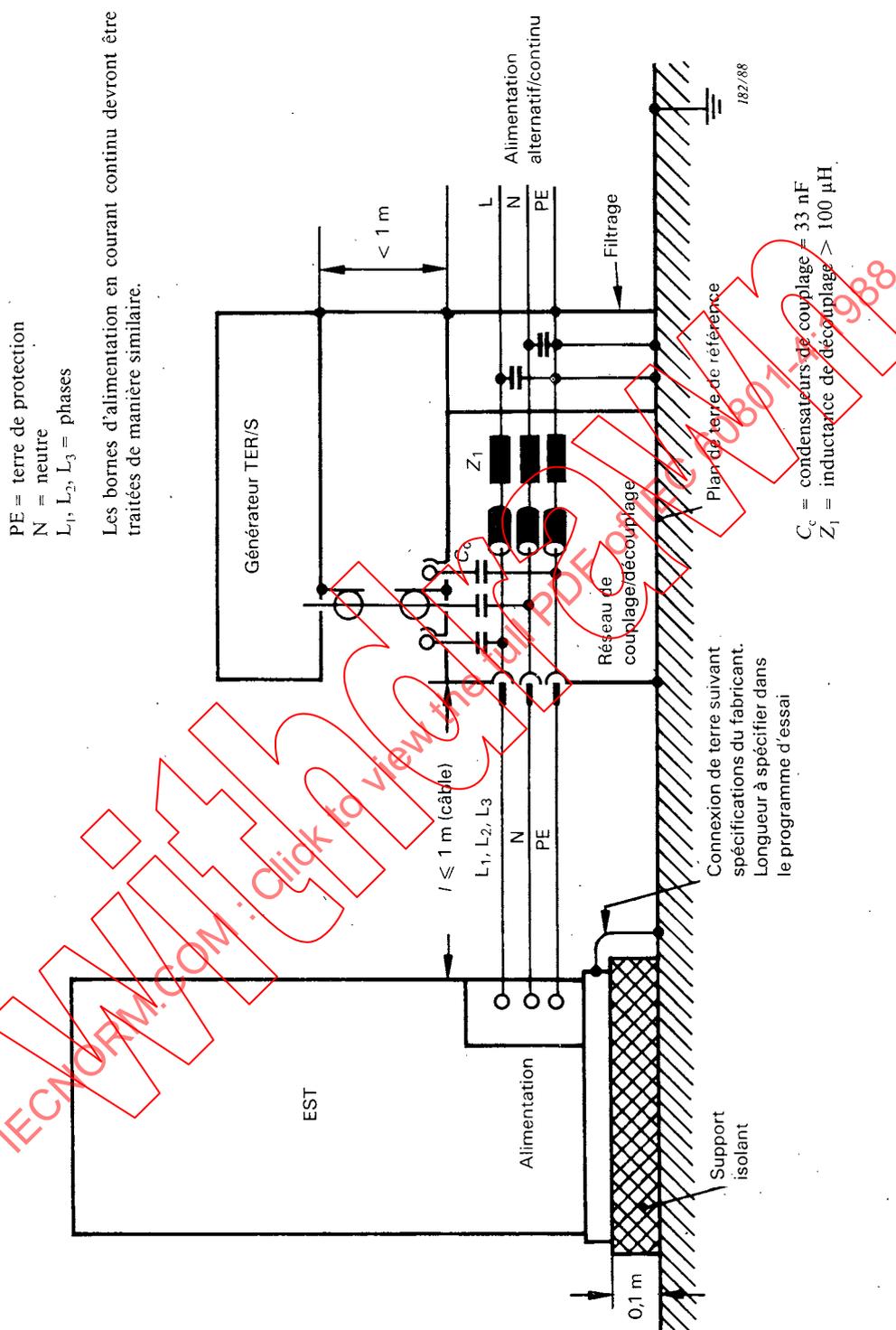


FIG. 8. – Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux lignes ou aux bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu pour les essais en laboratoire.

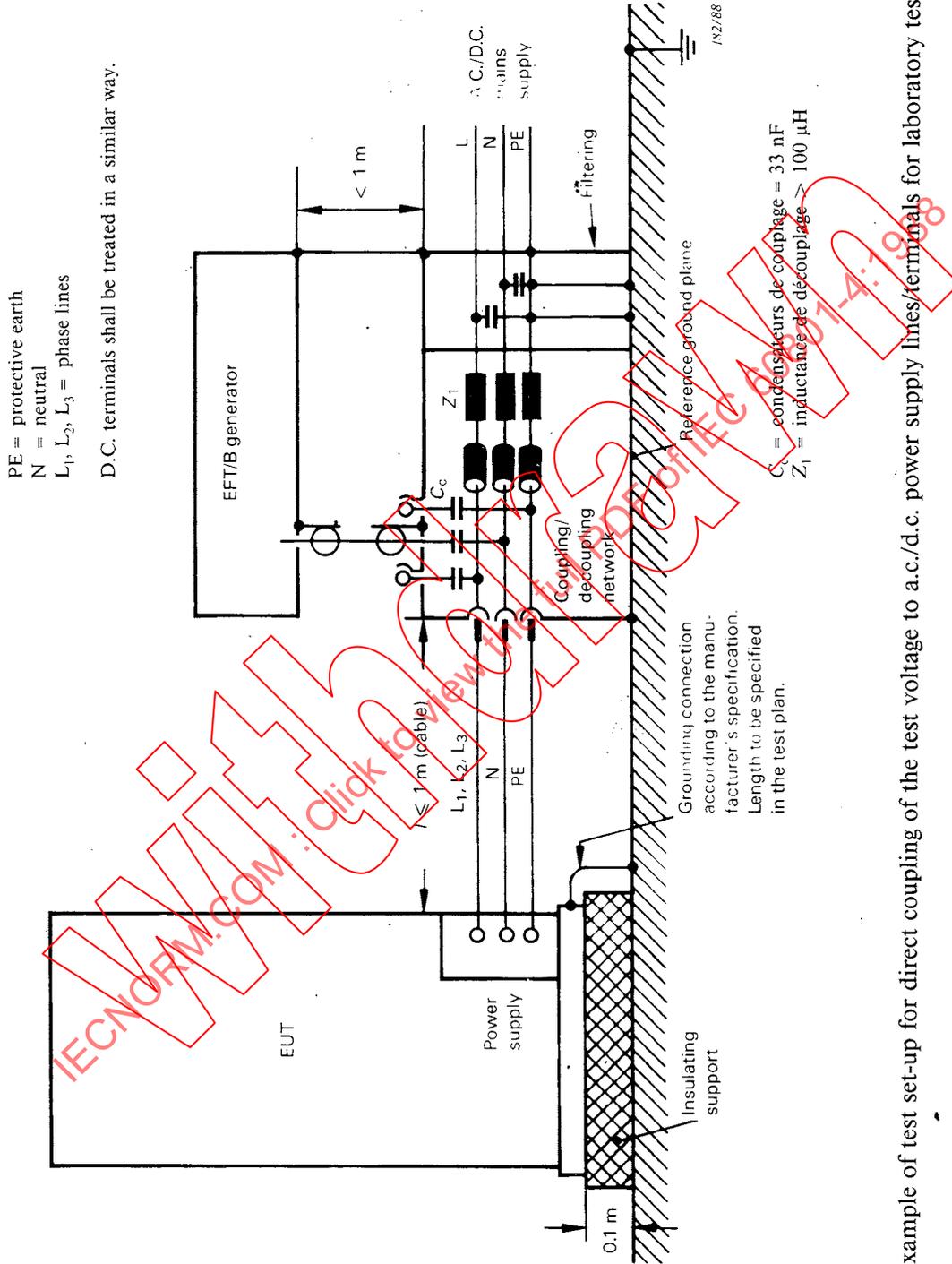
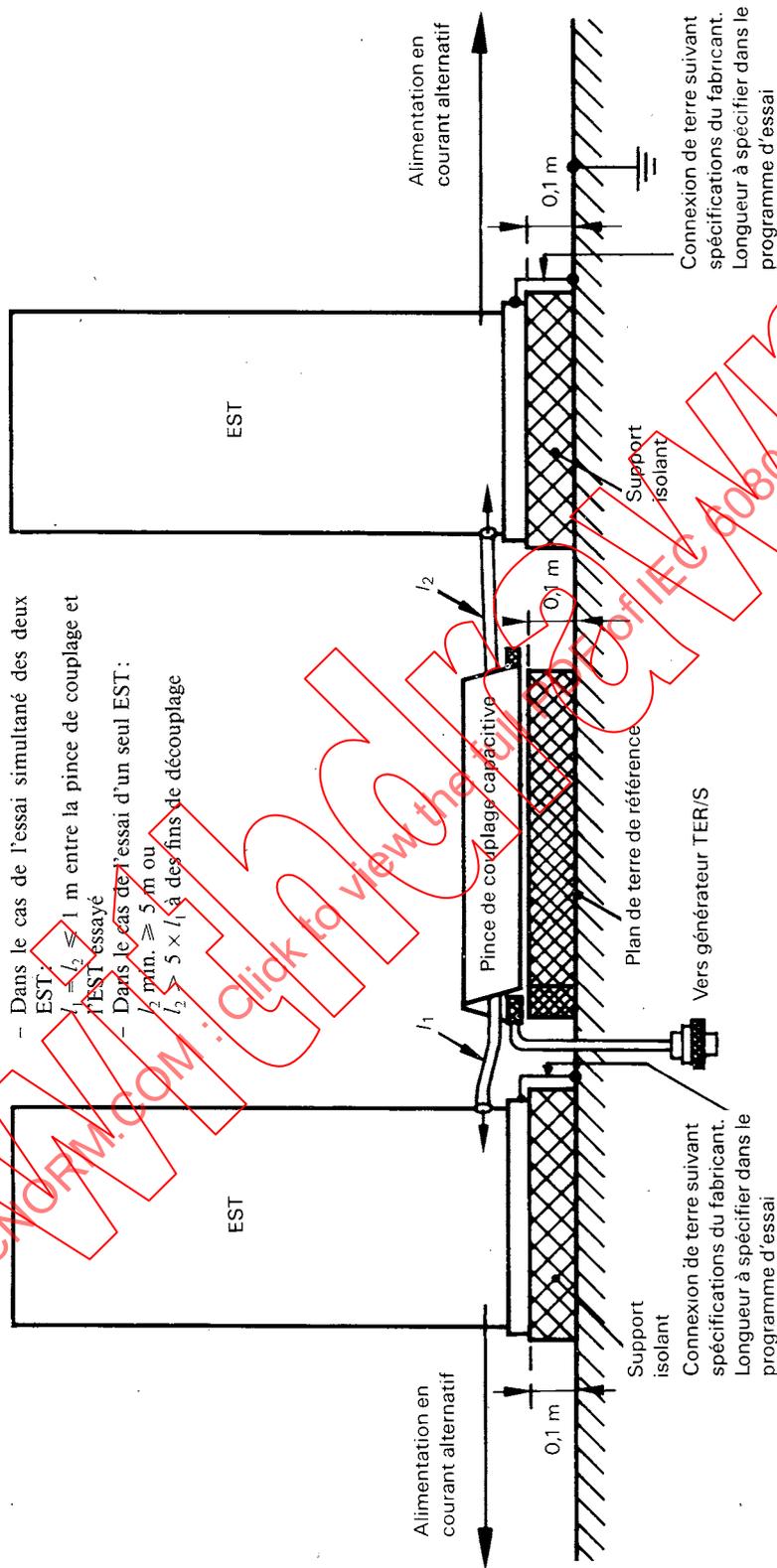


FIG. 8. – Example of test set-up for direct coupling of the test voltage to a.c./d.c. power supply lines/terminals for laboratory test purposes.



- Dans le cas de l'essai simultané des deux EST:
 $l_1 = l_2 \leq 1$ m entre la pince de couplage et l'EST essayé
- Dans le cas de l'essai d'un seul EST:
 l_2 min. ≥ 5 m ou
 $l_2 > 5 \times l_1$ à des fins de découplage

183/RK

FIG. 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.

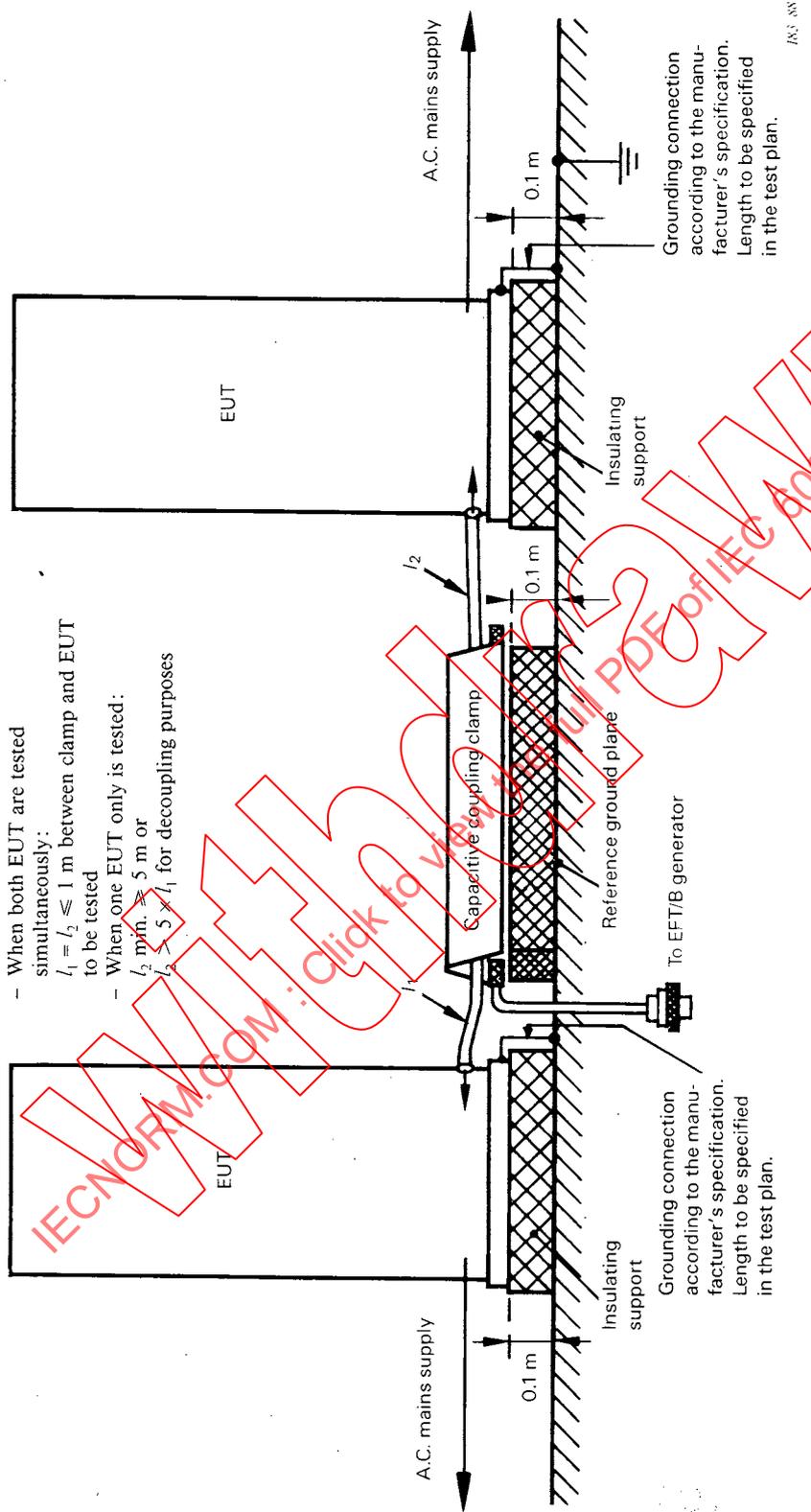
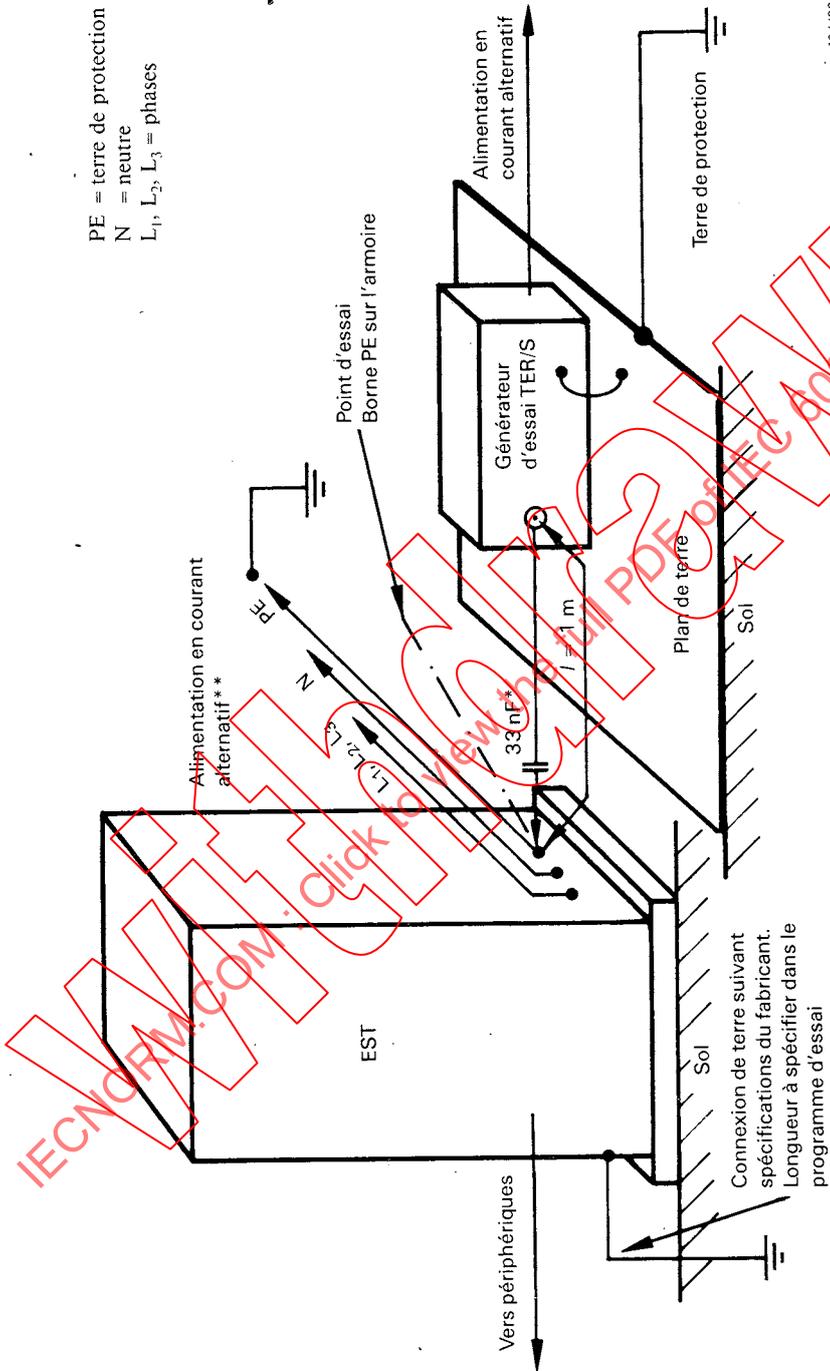


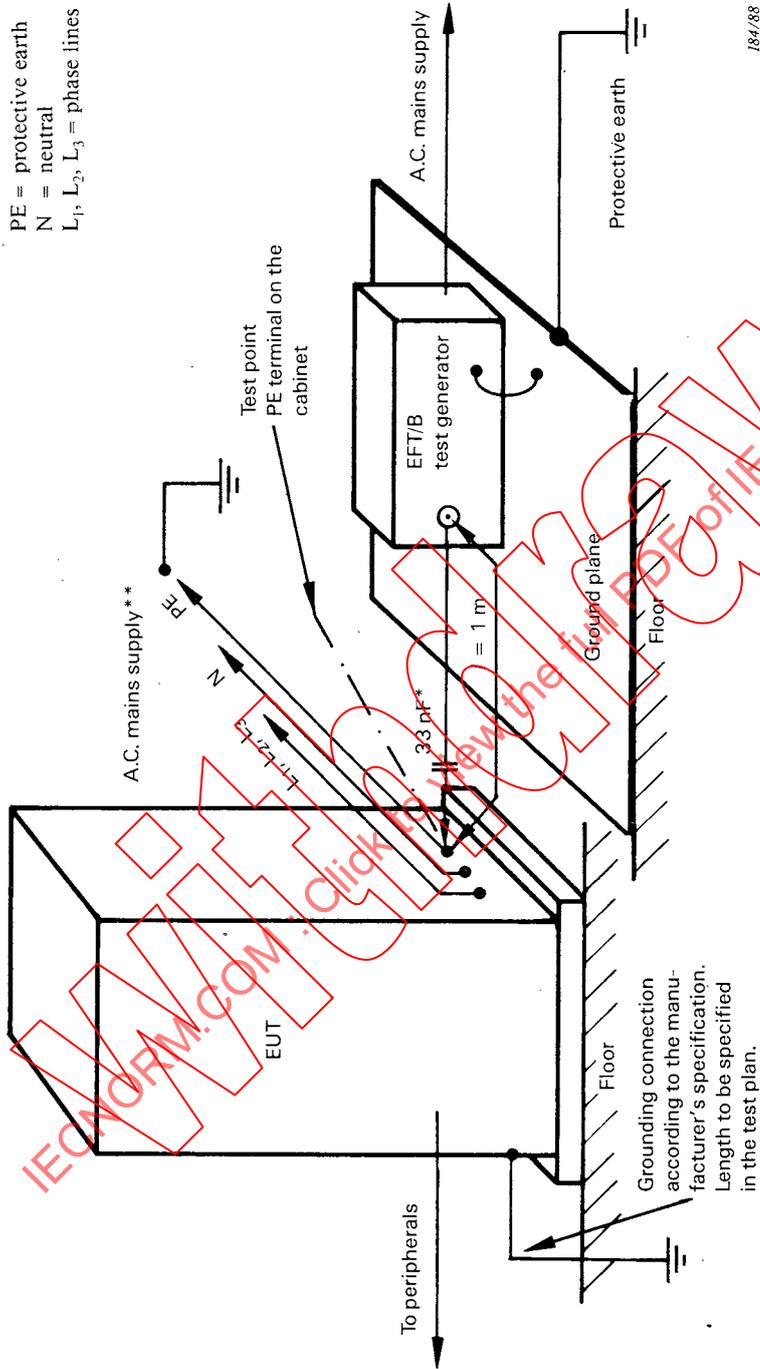
FIG. 9. – Example of test set-up for application of the test voltage by the capacitive coupling clamp for laboratory test purposes.



PE = terre de protection
N = neutre
L₁, L₂, L₃ = phases

* Condensateurs de blocage si nécessaire.
** Les bornes d'alimentation continue devront être traitées de manière similaire.

FIG. 10. – Exemple d'essai sur site sur les lignes 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.



* Blocking capacitors if necessary.

** D.C. terminals shall be treated in a similar way.

FIG. 10. – Example for field test on a.c./d.c. power supply lines and protective earth terminals for stationary, floor mounted EUT.

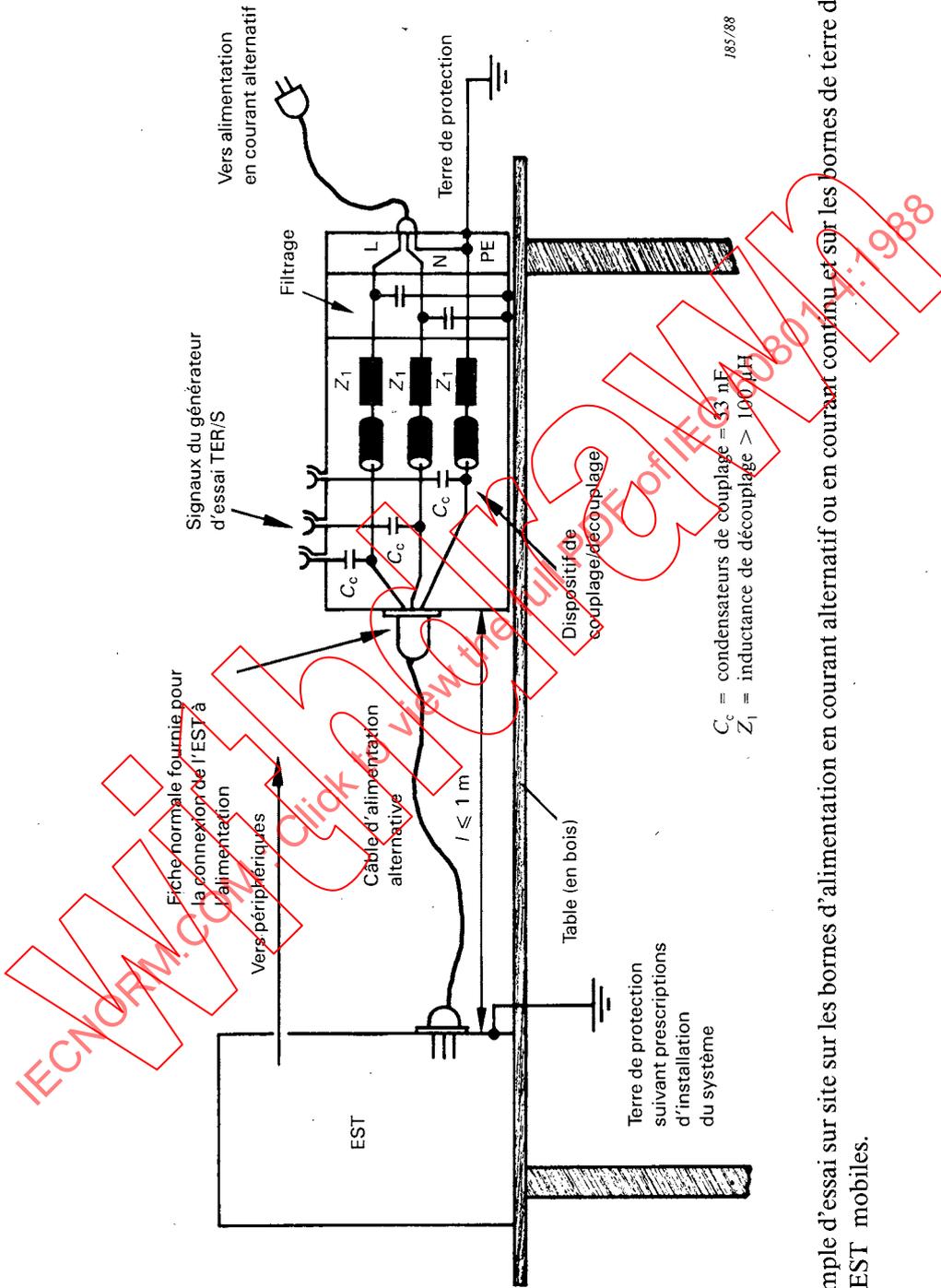
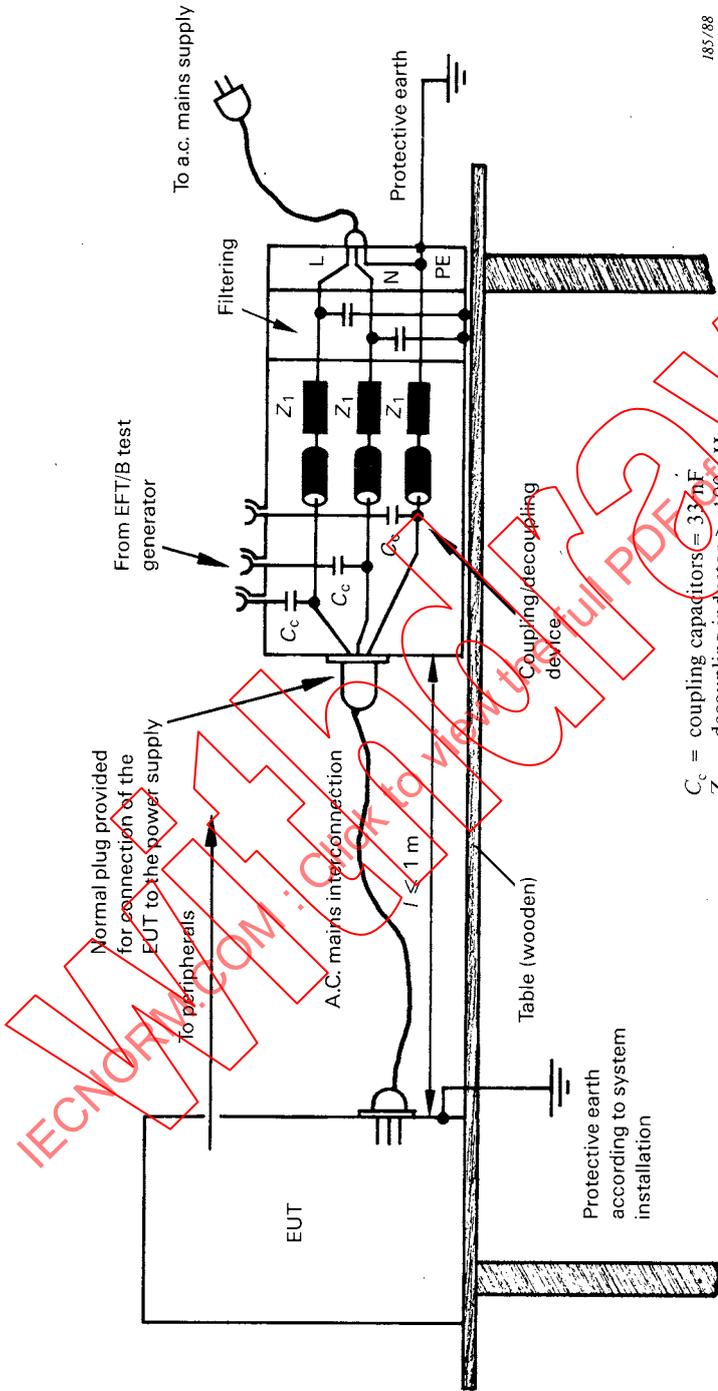


FIG. 11. - Exemple d'essai sur site sur les bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu et sur les bornes de terre de protection pour des EST mobiles.



185/88

FIG. 11. – Example for field test on a.c. mains supply and protective earth terminals for non-stationary mounted EUT.