

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-6**

Première édition
First edition
1996-03

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

**Section 6: Immunité aux perturbations conduites,
induites par les champs radioélectriques**

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

**Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1000-4-6: 1996

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
1000-4-6**

Première édition
First edition
1996-03

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

**Section 6: Immunité aux perturbations conduites,
induites par les champs radioélectriques**

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

**Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-6:1996

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure –
Section 6: Immunité aux perturbations conduites,
induites par les champs radioélectriques

Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields

CORRIGENDUM 1

Page 78

Figure D.1

Dans la deuxième ligne de la note, au lieu de

... 280 mH ...

lire

... 280 μ H ...

Page 79

Figure D.1

In the note, second line, instead of

... 280 mH ...

read

... 280 μ H ...

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
 Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Généralités	12
4 Définitions	12
5 Niveaux d'essai	14
6 Matériels d'essai	16
6.1 Générateur d'essai	16
6.2 Dispositifs de couplage et de découplage	18
6.3 Vérification de l'impédance en mode commun à l'accès EST des dispositifs de couplage et de découplage	24
6.4 Réglage du générateur d'essai	26
7 Montage d'essai pour équipements de table et posés au sol	28
7.1 Règles applicables à la sélection des points d'essai et des méthodes d'injection	28
7.2 Procédure concernant l'application correcte de l'injection par pince	32
7.3 Procédure concernant l'application de l'injection par pince lorsque les conditions d'impédance en mode commun ne peuvent pas être satisfaites	34
7.4 EST constitué d'une seule unité	34
7.5 EST constitué de plusieurs unités	36
8 Procédure d'essai	36
9 Résultats d'essai et compte rendu d'essais	38
 Tableaux	
1 Niveaux d'essai	14
2 Caractéristiques du générateur d'essai	18
3 Paramètre principal du dispositif de couplage et de découplage	18
E.1 Puissance de sortie de l'amplificateur de puissance nécessaire pour obtenir un niveau d'essai de $10 V_{f.e.m.}$	84

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
 Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 General	13
4 Definitions	13
5 Test levels	15
6 Test equipment	17
6.1 Test generator	17
6.2 Coupling and decoupling devices	19
6.3 Verification of the common-mode impedance at the EUT port of coupling and decoupling devices	25
6.4 Setting of the test generator	27
7 Test set-up for table-top and floor-standing equipment	29
7.1 Rules for selecting injection methods and test points	29
7.2 Procedure for clamp injection application	33
7.3 Procedure for clamp injection when the common-mode impedance requirements cannot be met	35
7.4 EUT comprising a single unit	35
7.5 EUT comprising several units	37
8 Test procedure	37
9 Test results and test report	39
 Tables	
1 Test levels	15
2 Characteristics of the test generator	19
3 Main coupling and decoupling device parameter	19
E.1 Required power amplifier output power to obtain a test level of $10 V_{e.m.f.}$	85

Figures	Pages
1 Indications pour la sélection de la méthode d'injection	30
2 Essai d'immunité aux perturbations radioélectriques conduites	42
3 Montage du générateur d'essai	44
4 Définition des formes d'onde se produisant à la sortie de l'accès EST d'un dispositif de couplage (f.é.m. au niveau d'essai 1)	44
5 Principes du couplage et du découplage	46
6 Principe du couplage et du découplage selon la méthode de l'injection par pince	50
7 Détails des montages et composants utilisés pour vérifier les caractéristiques principales des dispositifs de couplage et de découplage et des adaptateurs 150 Ω à 50 Ω	52
8 Montage de réglage du niveau (voir 6.4.1)	54
9 Exemple de montage d'essai avec un système à une seule unité pour matériel de sécurité classe II (voir CEI 536)	56
10 Exemple de montage d'essai avec un système à plusieurs unités considéré comme système à une seule unité pour matériel de sécurité classe II (voir CEI 536)	58
A.1 Configuration du circuit de réglage du niveau sur un montage d'essai 50 Ω	62
A.2 Structure du montage d'essai 50 Ω	62
A.3 Détails de construction de la pince électromagnétique (EM)	64
A.4 Concept de la pince électromagnétique (EM) (pince ElectroMagnétique)	66
A.5 Facteur de couplage de la pince électromagnétique (EM)	66
A.6 Principe général d'un montage d'essai utilisant des pinces d'injection	68
A.7 Exemple de localisation des appareils d'essai sur le plan de référence (vue en plan) avec utilisation de pinces d'injection	68
B.1 Fréquence initiale en fonction de la longueur des câbles et de la taille des matériels	72
D.1 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-S1 utilisé avec des câbles blindés (voir 6.2.1)	78
D.2 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-M1/-M2/-M3 utilisé avec des câbles d'alimentation non blindés (voir 6.2.2.1)	78
D.3 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-AF2 utilisé avec lignes asymétriques non blindées (voir 6.2.2.3)	80
D.4 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-T2 utilisé avec des paires symétriques non blindées (voir 6.2.2.2)	80
D.5 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-T4 utilisé avec des paires symétriques non blindées (voir 6.2.2.2)	82
D.6 Exemple de schéma simplifié d'un RCD-T8 utilisé avec des paires symétriques non blindées (voir 6.2.2.2)	82
Annexes	
A Informations supplémentaires pour la méthode d'injection par pince	60
B Critères de sélection pour la plage de fréquences applicable	70
C Indications pour la sélection des niveaux d'essai	74
D Informations supplémentaires sur les réseaux de couplage et de découplage	76
E Informations supplémentaires sur la spécification du générateur d'essai	84

Figures	Page
1 Rules for selecting the injection method	31
2 Immunity test to RF conducted disturbances	43
3 Test generator set-up	45
4 Definition of the wave shapes occurring at the output of the EUT port of a coupling device (e.m.f. of test level 1)	45
5 Principles of coupling and decoupling	47
6 Principle of coupling and decoupling according to the clamp injection method	49
7 Details of set-ups and components to verify the essential characteristics of coupling and decoupling devices and the 150 Ω to 50 Ω adaptors	51
8 Set-up for level setting (see 6.4.1)	55
9 Example of test set-up with a single-unit system for class II safety equipment (see IEC 536)	57
10 Example of a test set-up with a multi-unit system, considered as a single EUT for class II safety equipment (see IEC 536)	59
A.1 Circuit for level setting set-up in a 50 Ω test jig	63
A.2 The 50 Ω test jig construction	63
A.3 Construction details of the EM-clamp	65
A.4 Concept of the EM-clamp (ElectroMagnetic clamp)	67
A.5 Coupling factor of the EM-clamp	67
A.6 General principle of a test set-up using injection clamps	69
A.7 Example of the test unit locations on the ground plane when using injection clamps (top view)	69
B.1 Start frequency as function of cable length and equipment size	73
D.1 Example of a simplified diagram for the circuit of CDN-S1 used with screened cables (see 6.2.1)	79
D.2 Example of simplified diagram for the circuit of CDN-M1/-M2/-M3 used with unscreened supply (mains) lines (see 6.2.2.1)	79
D.3 Example of a simplified diagram for the circuit CDN-AF2 used with unscreened non-balanced lines (see 6.2.2.3)	81
D.4 Example of a simplified diagram for the circuit of a CDN-T2, used with an unscreened balanced pair (see 6.2.2.2)	81
D.5 Example of a simplified diagram of the circuit of a CDN-T4 used with unscreened balanced pairs (see 6.2.2.2)	83
D.6 Example of a simplified diagram of the circuit of a CDN-T8 used with unscreened balanced pairs (see 6.2.2.2)	83
 Annexes	
A Additional information regarding clamp injection	61
B Selection criteria for the frequency range of application	71
C Guide for selecting test levels	75
D Information on coupling and decoupling networks	77
E Information for the test generator specification	85

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4 : Techniques d'essai et de mesure –

Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

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 concernant des questions techniques, représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 1000-4-6 a été établie par le sous-comité 65A: Aspects systèmes, du comité d'études 65: Mesure et commande dans les processus industriels et par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la section 6 de la partie 4 de la CEI 1000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issue des documents suivants:

FDIS	Rapports de vote
65A/165/FDIS 77B/144/FDIS	65A/195/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –
Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields**

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, express as nearly as possible an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1000-4-6 has been prepared by subcommittee 65A: System aspects, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control and by subcommittee 77B: High-frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms section 6 of part 4 of IEC 1000. It has the status of a basic EMC publication, in accordance with IEC Guide 107.

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

FDIS	Reports on voting
65A/165/FDIS 77B/144/FDIS	65A/195/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B to E are for information only.

INTRODUCTION

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

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)
Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement
Classification de l'environnement
Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

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

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure
Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation
Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

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

INTRODUCTION

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

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)
Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment
Classification of the environment
Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits
Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of 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 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

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

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4 : Techniques d'essai et de mesure –

Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

1 Domaine d'application

La présente section de la norme internationale CEI 1000-4 se rapporte aux prescriptions relatives à l'immunité en conduction des équipements électriques et électroniques aux perturbations électromagnétiques provoquées par des émetteurs HF, dans la plage de fréquences de 9 kHz à 80 MHz. Les matériels n'ayant pas au moins un câble conducteur (tel que cordons d'alimentation, ligne de transmission de signaux ou connexions de mise à la terre) qui peut coupler les matériels aux champs RF perturbateurs ne sont pas concernés par cette norme.

NOTE – Les méthodes d'essai sont définies dans la présente section pour mesurer l'effet que les signaux perturbateurs conduits, induits par le rayonnement électromagnétique, a sur l'équipement concerné. La simulation et la mesure de ces perturbations conduites n'est pas parfaitement exacte pour la détermination quantitative des effets. Les méthodes d'essai définies sont structurées dans le but principal d'établir une bonne reproductibilité des résultats dans des installations différentes en vue de l'analyse qualitative des effets.

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

2 Références normatives

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

CEI 50(131): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

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

CEI 1000-4-3: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CISPR 16-1: 1993, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 20: 1990, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques d'immunité des récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés*

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –
Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields**

1 Scope

This section of International Standard IEC 1000-4 relates to the conducted immunity requirements of electrical and electronic equipment to electromagnetic disturbances coming from intended radio-frequency (RF) transmitters in the frequency range 9 kHz up to 80 MHz. Equipment not having at least one conducting cable (such as mains supply, signal line or earth connection), which can couple the equipment to the disturbing RF fields is excluded.

NOTE – Test methods are defined in this section for measuring the effect that conducted disturbing signals, induced by electromagnetic radiation, have on the equipment concerned. The simulation and measurement of these conducted disturbances are not adequately exact for the quantitative determination of effects. The test methods defined are structured for the primary objective of establishing adequate repeatability of results at various facilities for qualitative analysis of effects.

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 test and the severity level to be applied to their equipment.

2 Normative references

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

IEC 50(131): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

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

IEC 1000-4-3: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test*

CISPR 16-1: 1993, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 20: 1990, *Limits and methods of measurement of immunity characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment*

3 Généralités

La source de perturbations couverte par cette section de la CEI 1000-4 est essentiellement un champ électromagnétique, issu d'émetteurs à haute fréquence, qui peut affecter la longueur totale de câbles raccordés à des matériels installés. Les dimensions des matériels perturbés, dans la plupart des cas un sous-ensemble d'un système plus important, sont supposées être réduites par rapport aux longueurs d'onde concernées. Les conducteurs entrant et sortant, comme les cordons secteur, les lignes de télécommunications, les câbles d'interface, se comportent comme des réseaux d'antennes de réception passifs, car ils peuvent correspondre à plusieurs longueurs d'onde.

Entre ces réseaux de câbles, les matériels ou susceptibles sont exposés à des courants qui s'écoulent «à travers» les matériels. Les systèmes de câbles raccordés aux matériels sont supposés fonctionner en mode résonnant ($\lambda/4$, dipôles $\lambda/2$ ouverts ou repliés) et, à ce titre, sont représentés par des dispositifs de couplage et de découplage dont l'impédance en mode commun est de 150 Ω par rapport à un plan de référence.

Pour cette méthode d'essai, l'EST est soumis à une source de perturbations comprenant des champs électriques et magnétiques, les signaux les simulant issus d'émetteurs radioélectriques intentionnels. Ces champs perturbateurs (E et H) sont simulés par les champs électriques et magnétiques proches résultant des tensions et des courants dus au montage d'essai représenté par la figure 2a.

L'utilisation de dispositifs de couplage et de découplage pour appliquer le signal perturbateur à un seul câble à la fois tandis que les autres ne sont pas excités, voir figure 2b, constitue une approximation de la situation réelle (toutes les sources de perturbation affectent tous les câbles simultanément, suivant des amplitudes et des phases différentes).

Les dispositifs de couplage et de découplage sont définis par leurs caractéristiques énoncées en 6.2. Tout dispositif de couplage et de découplage répondant à ces caractéristiques peut être utilisé. Les réseaux de couplage et de découplage décrits à l'annexe D ne sont que des exemples de réseaux disponibles sur le marché.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1000-4, les définitions suivantes s'appliquent, ainsi que celles de la CEI 50(161).

4.1 main fictive: Réseau électrique simulant l'impédance du corps humain existant entre un appareil électrique tenu à la main et la terre dans des conditions moyennes d'utilisation.
[VEI 161-04-27]

NOTE – Il convient que sa structure soit conforme au CISPR 16-1 de la CEI.

4.2 équipement auxiliaire (EA): Equipement nécessaire pour fournir à l'EST les signaux requis pour un fonctionnement normal et instruments servant à vérifier les performances de l'équipement sous test.

4.3 injection par pince: L'injection par pince est obtenue au moyen d'un dispositif d'injection de «courant» sur le câble.

- **pince de courant:** Transformateur dont le secondaire est un câble dans lequel est faite l'injection.
- **pince électromagnétique (pince EM):** Dispositif d'injection à couplage capacitif et inductif combiné.

3 General

The source of disturbance covered by this section of IEC 1000-4 is basically an electromagnetic field, coming from intended RF transmitters, that may act on the whole length of cables connected to an installed equipment. The dimensions of the disturbed equipment, mostly a sub-part of a larger system, are assumed to be small compared with the wavelengths involved. The in-going and out-going leads: e.g. mains, communication lines, interface cables, behave as passive receiving antenna networks because they can be several wavelengths long.

Between those cable networks, the susceptible equipment is exposed to currents flowing "through" the equipment. Cable systems connected to an equipment are assumed to be in resonant mode ($\lambda/4$, $\lambda/2$ open or folded dipoles) and as such are represented by coupling and decoupling devices having a common-mode impedance of 150 Ω with respect to a ground reference plane.

This test method subjects the EUT to a source of disturbance comprising electric and magnetic fields, simulating those coming from intentional RF transmitters. These disturbing fields (E and H) are approximated by the electric and magnetic near-fields resulting from the voltages and currents caused by the test set-up as shown in figure 2a.

The use of coupling and decoupling devices to apply the disturbing signal to one cable at the time, while keeping all other cables non-excited, see figure 2b, can only approximate the real situation where disturbing sources act on all cables simultaneously, with a range of different amplitudes and phases.

Coupling and decoupling devices are defined by their characteristics given in 6.2. Any coupling and decoupling device fulfilling these characteristics can be used. The coupling and decoupling networks in annex D are only examples of commercially available networks.

4 Definitions

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

4.1 artificial hand: An electrical network simulating the impedance of the human body under average operational conditions between a hand-held electrical appliance and earth.
[IEV 161-04-27]

NOTE – The construction should be in accordance with IEC CISPR 16-1.

4.2 auxiliary equipment (AE): Equipment necessary to provide the EUT with the signals required for normal operation and equipment to verify the performance of the equipment under test.

4.3 clamp injection: Clamp injection is obtained by means of a clamp-on "current" injecting device on the cable.

- **current clamp:** A transformer, the secondary winding of which consists of the cable into which the injection is made.
- **electromagnetic clamp (EM-clamp):** Injection device with combined capacitive and inductive coupling.

4.4 Impédance en mode commun: Rapport de la tension de mode commun et du courant de mode commun en un accès spécifié.

NOTE – Elle peut être déterminée en appliquant une tension unité en mode commun entre les bornes ou l'écran de cet accès et un plan de référence (point). Le courant de mode commun obtenu est ensuite mesuré comme somme vectorielle de tous les courants circulant par la(les) borne(s) ou l'écran, voir aussi les figures 8a et 8b.

4.5 facteur de couplage: Rapport de la tension en circuit ouvert (f.é.m.) obtenue au niveau de l'accès EST du dispositif de couplage (et de découplage) divisée par la tension en circuit ouvert obtenue à la sortie du générateur.

4.6 réseau de couplage: Circuit électrique dont le but est de transférer de l'énergie d'un circuit dans un autre avec une impédance définie.

NOTE – Les réseaux de couplage et de découplage peuvent être intégrés dans une unité (réseau de couplage et réseau de découplage (RCD)) ou dans des réseaux séparés (en général injection par pince).

4.7 réseau de découplage: Circuit électrique dont le but est d'empêcher les signaux d'essai appliqués à l'EST d'influencer d'autres appareils, équipements ou systèmes ne faisant pas partie de l'essai.

4.8 EST: Matériel en essai. Equipement sous test (déconseillé).

4.9 générateur d'essai: Générateur (générateur HF, source de modulation, atténuateurs, amplificateur de puissance à large bande et filtres) capable de produire le signal requis (voir figure 3).

4.10 force électromotrice (f.é.m.): Tension aux bornes de la source idéale de tension introduite dans la représentation d'un élément actif. [VEI 131-01-38]

4.11 résultat de mesure, U_{mr} : Valeur de la tension lue sur l'instrument de mesure.

4.12 rapport d'ondes stationnaires en tension (ROS): Rapport entre une valeur maximale et une valeur minimale adjacente de l'amplitude de tension sur la ligne.

5 Niveaux d'essai

Aucun essai concernant des perturbations induites causées par les champs électromagnétiques issus d'émetteurs radioélectriques intentionnels, n'est préconisé dans la plage de fréquence de 9 kHz à 150 kHz.

Tableau 1 – Niveaux d'essai

Plage de fréquences 150 kHz – 80 MHz		
Niveau	Niveau de tension (f.é.m.)	
	U_0 [dB(μV)]	U_0 [V]
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ¹⁾	spécial	

¹⁾ X est un niveau ouvert.

4.4 common-mode impedance: The ratio of the common-mode voltage and the common-mode current at a certain port.

NOTE – This common-mode impedance can be determined by applying a unity common-mode voltage between the terminal(s) or screen of that port and a reference plane (point). The resulting common-mode current is then measured as the vectorial sum of all currents flowing through these terminal(s) or screen, see also figures 8a and 8b.

4.5 coupling factor: The ratio given by the open-circuit voltage (e.m.f.) obtained at the EUT port of the coupling (and decoupling) device divided by the open-circuit voltage obtained at the output of the test generator.

4.6 coupling network: Electrical circuit for transferring energy from one circuit to another with a defined impedance.

NOTE – Coupling and decoupling devices can be integrated into one box (coupling and decoupling networks (CDN)) or they can be in separate networks (commonly clamp injection).

4.7 decoupling network: Electrical circuit for preventing test signals applied to the EUT from affecting other devices, equipment or systems that are not under test.

4.8 EUT: Equipment under test.

4.9 test generator: A generator (RF generator, modulation source, attenuators, broadband power amplifier and filters) capable of generating the required signal (see figure 3).

4.10 electromotive force (e.m.f.): The voltage at the terminals of the ideal voltage source in the representation of an active element. [IEV 131-01-38]

4.11 measurement result, U_{mr} : Voltage reading of the measurement equipment.

4.12 voltage standing wave ratio (VSWR): The ratio of a maximum to an adjacent minimum voltage magnitude along the line.

5 Test levels

No tests are required for induced disturbances caused by electromagnetic fields coming from intentional RF transmitters in the frequency range 9 kHz to 150 kHz.

Table 1 – Test levels

Frequency range 150 kHz – 80 MHz		
Level	Voltage level (e.m.f.)	
	U_0 [dB(μV)]	U_0 [V]
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ¹⁾	special	

¹⁾ X is an open level.

Les niveaux d'essai en circuit ouvert (f.é.m.) du signal perturbateur non modulé exprimés en valeur efficace, sont donnés dans le tableau 1. Les niveaux d'essai sont fixés au niveau de l'accès EST des dispositifs de couplage et découplage, voir 6.4.1. Pour les essais des matériels, ce signal est modulé en amplitude à 80 % par une onde sinusoïdale à 1 kHz simulant les menaces réelles. L'effet de la modulation en amplitude est illustré par la figure 4. Des indications pour la sélection des niveaux d'essai sont données dans l'annexe C.

NOTES

- 1 La CEI 1000-4-3 définit également les méthodes d'essai pour l'établissement de l'immunité des matériels électriques et électroniques contre l'énergie électromagnétique rayonnée. Elle couvre les fréquences supérieures à 80 MHz. Les comités de produit peuvent décider de choisir une fréquence de transition inférieure ou supérieure (voir l'annexe B).
- 2 Les comités de produit ont la possibilité de choisir d'autres conditions de modulation.

6 Matériels d'essai

6.1 Générateur d'essai

Le générateur d'essai comprend tous les matériels et composants utilisés pour fournir à l'accès d'entrée de chaque réseau de couplage le signal perturbateur au niveau requis de signal au point désiré. Un ensemble typique comprend les éléments suivants qui peuvent être séparés ou intégrés dans un ou plusieurs instruments d'essai (voir 4.9 et figure 3).

- des générateurs HF G1 qui peuvent couvrir la bande de fréquences concernée et être modulés en amplitude par une onde sinusoïdale à 1 kHz, avec une profondeur de modulation de 80 %. Ils doivent avoir soit une capacité de balayage automatique $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ décade/s et/ou de commande manuelle, ou dans le cas des synthétiseurs HF, doivent être programmables avec des pas et des temps de palier dépendant de la fréquence;
- un atténuateur T1 (typiquement 0 dB ... 40 dB) présentant des caractéristiques adéquates en fréquence permettant de commander le niveau de sortie de la source perturbatrice. T1 peut être inclus dans le générateur HF;
- un commutateur HF, S1, permettant de couper ou d'établir le signal perturbateur pour la mesure de l'immunité de l'EST. S1 peut être inclus dans le générateur HF il est optionnel;
- des amplificateurs de puissance à large bande AP peuvent être nécessaires pour amplifier le signal si la puissance de sortie du générateur HF est insuffisante;
- des filtres passe-bas (FPB) et/ou des filtres passe-haut (FPH) peuvent être nécessaires pour éviter toute interférence avec certaines sortes d'EST par exemple les récepteurs RF, causée par les (sous-) harmoniques, des récepteurs par exemple, ils doivent être insérés, s'il y a lieu, entre l'amplificateur de puissance à large bande AP et l'atténuateur T2;
- un atténuateur, T2, (fixe ≥ 6 dB, $Z_0 = 50 \Omega$), présentant des caractéristiques de puissance suffisante. T2 est destiné à réduire la désadaptation entre l'amplificateur de puissance et le dispositif de couplage et doit être situé aussi près que possible du dispositif de couplage.

NOTE – T2 peut être inclus dans un réseau de couplage et de découplage et peut être laissé hors circuit si l'impédance de sortie de l'amplificateur de puissance à large bande reste conforme aux spécifications quelles que soient les conditions de charge.

The open-circuit test levels (e.m.f.) of the unmodulated disturbing signal, expressed in r.m.s., are given in table 1. The test levels are set at the EUT port of the coupling and decoupling devices, see 6.4.1. For testing of equipment, this signal is 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave to simulate actual threats. The effective amplitude modulation is shown in figure 4. Guidance for selecting test levels is given in annex C.

NOTES

- 1 IEC 1000-4-3 also defines test methods for establishing the immunity of electrical and electronic equipment against radiated electromagnetic energy. It covers frequencies above 80 MHz. Product committees may decide to choose a lower or higher transition frequency than 80 MHz (see annex B).
- 2 Product committees may select alternative modulation schemes.

6 Test equipment

6.1 Test generator

The test generator includes all equipment and components for supplying the input port of each coupling device with the disturbing signal at the required signal level at the required point. A typical arrangement comprises the following items which may be separate or integrated into one or more test instruments (see 4.9 and figure 3).

- RF signal generator(s) G1 capable of covering the frequency band of interest and of being amplitude modulated by a 1 kHz sine wave with a modulation depth of 80 %. They shall have either an automated sweep capability $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ decade/s and/or manual control, or in the case of RF synthesizers, they shall be programmable with frequency-dependent step sizes and dwell times;
- attenuator T1 (typically 0 dB ... 40 dB) of adequate frequency rating to control the disturbing test source output level. T1 may be included in the RF generator;
- RF switch, S1, by which the disturbing test signal can be switched on and off when measuring the immunity of the EUT. S1 may be included in the RF generator and is optional;
- broadband power amplifier(s) PA may be necessary to amplify the signal if the output power of the RF generator is insufficient;
- low-pass filters (LPF), and/or high-pass filters (HPF) may be necessary to avoid interference with some types of EUT, for example RF receivers caused by (sub-) harmonics. When required they shall be inserted in between the broadband power amplifier, PA, and the attenuator T2;
- attenuator, T2, (fixed ≥ 6 dB, $Z_o = 50 \Omega$), with sufficient power ratings. T2 is provided to reduce the mismatch from the power amplifier to the network and shall be located as close as possible to the coupling device.

NOTE - T2 may be included in a coupling and decoupling network and can be left out if the output impedance of the broadband power amplifier remains within the specification under any load condition.

Les caractéristiques du générateur d'essai sans modulation sont données dans le tableau 2.

Tableau 2 – Caractéristiques du générateur d'essai

Impédance de sortie	50 Ω , ROS $\leq 1,2$
Harmoniques et distorsion	plus de 15 dB au-dessous du niveau de porteuse
Modulation d'amplitude	interne ou externe, profondeur 80 % $\pm$ 5 % par une onde sinusoïdale à 1 kHz $\pm$ 10 %
Niveau de sortie	suffisamment haut pour couvrir le niveau d'essai (voir également l'annexe E).

6.2 Dispositifs de couplage et de découplage

Des dispositifs de couplage et de découplage doivent être utilisés pour assurer un couplage approprié du signal perturbateur (sur tout le domaine de fréquences, avec une impédance en mode commun définie au niveau de l'accès EST) avec les divers câbles raccordés à l'EST.

Les dispositifs de couplage et de découplage peuvent être combinés en un coffret (appelé réseau de couplage/découplage, RCD) ou être composés de plusieurs parties. Le paramètre principal applicable au dispositif de couplage et de découplage, c'est-à-dire l'impédance en mode commun vue au niveau d'accès EST, est spécifié dans le tableau 3.

Des indications pour la sélection de la méthode d'injection appropriée pour les lignes d'E/S, de télécommunications et de commande sont données en 7.1. Des réseaux de couplage et de découplage (RCD) sont obligatoires pour tous les raccordements d'alimentation (courant alternatif et courant continu). Il est possible de choisir d'autres méthodes d'injection en cas de forte puissance ($I \geq 16$ A) et/ou de systèmes d'alimentation complexes (phases multiples ou alimentations en parallèle).

Tableau 3 – Paramètre principal du dispositif de couplage et de découplage

Paramètres	Bande de fréquences	
	0,15 MHz – 26 MHz	26 MHz – 80 MHz
$ Z_{ce} $	150 $\Omega \pm 20 \Omega$	150 Ω^{+60}_{-45}

NOTES

1 Ni l'argument de Z_{ce} ni le facteur de découplage entre l'accès EST et l'accès équipement auxiliaire (EA) ne sont spécifiés séparément. Ces facteurs sont inclus dans l'exigence qui stipule que la tolérance de $|Z_{ce}|$ doit être satisfaite, l'accès équipement auxiliaire (EA) étant en circuit ouvert ou court-circuité au plan de référence.

2 Les méthodes d'injection par pince ne répondant pas aux exigences d'impédance en mode commun de l'équipement auxiliaire peuvent ne pas satisfaire aux exigences de $|Z_{ce}|$. Toutefois elles peuvent donner des résultats d'essai bien reproductibles lorsque les indications données en 7.3 sont respectées.

Characteristics of the test generator without modulation are given in table 2.

Table 2 – Characteristics of the test generator

Output impedance	50 Ω , VSWR $\leq 1,2$
Harmonics and distortion	more than 15 dB below carrier level
Amplitude modulation	internal or external, 80 % $\pm$ 5 % in depth by a 1 kHz $\pm$ 10 % sine wave
Output level	sufficiently high to cover test level (see also annex E)

6.2 Coupling and decoupling devices

Coupling and decoupling devices shall be used for appropriate coupling of the disturbing signal (over the entire frequency range, with a defined common-mode impedance at the EUT port) to the various cables connected to the EUT.

The coupling and decoupling devices can be combined into one box (so called: coupling/decoupling network; CDN) or can consist of several parts. The main coupling and decoupling device parameter, the common-mode impedance seen at the EUT-port, is specified in table 3.

Rules for selecting the appropriate injection method are given below and in 7.1.

Table 3 – Main coupling and decoupling device parameter

Parameter	Frequency band	
	0,15 MHz – 26 MHz	26 MHz – 80 MHz
$ Z_{ce} $	150 $\Omega \pm 20 \Omega$	150 Ω^{+60}_{-45}

NOTES

- Neither the argument of Z_{ce} nor the decoupling factor between the EUT port and the AE port are specified separately. These factors are embodied in the requirement that the tolerance of $|Z_{ce}|$ shall be met with the AE-port open or short-circuited to the ground reference plane.
- When clamp injection methods are used, without complying with the common-mode impedance requirements for the auxiliary equipment, the requirements of Z_{ce} may not be met. However, the injection clamps can provide acceptable test results when the guidance of 7.3 is followed.

6.2.1 *Injection directe*

Le signal perturbateur issu du générateur d'essai est injecté sur les câbles blindés et coaxiaux à travers une résistance de 100 Ω . Un circuit de découplage, voir 6.2.4, doit être inséré entre l'équipement auxiliaire (EA) et le point d'injection, aussi près que possible de ce dernier (voir figure 5b). Pour certaines configurations simples de câble blindé, le circuit de découplage ainsi que la résistance de 100 Ω peuvent être associés dans un boîtier unique, (voir annexe D, figure D.1).

6.2.2 *Réseaux de couplage et de découplage (RCD)*

Ces réseaux intègrent les circuits de couplage et de découplage dans un boîtier unique et peuvent être utilisés pour des câbles non blindés spécifiques, par exemple les réseaux RCD-M1, RCD-M2, RCD-M3, RCD-T2, RCD-T4, RCD-AF-2 décrits à l'annexe D. Les figures 5c et 5d illustrent le principe des réseaux de couplage et de découplage. Les réseaux ne doivent pas affecter les signaux fonctionnels. Les contraintes concernant de tels effets peuvent être spécifiées dans les normes des produits.

6.2.2.1 *Réseaux de couplage et de découplage pour lignes d'alimentations de puissance*

Il est recommandé de doter tous les raccordements d'alimentation de réseaux de couplage et de découplage. Il est toutefois possible de choisir d'autres méthodes d'injection pour les fortes puissances (intensité ≥ 16 A) et/ou de systèmes complexes d'alimentation (phases multiples ou alimentation en parallèle).

Le signal perturbateur doit être couplé aux lignes d'alimentation, au moyen de réseaux type RCD-M1 (monofilaire), RCD-M2 (bifilaire) ou RCD-M3 (trifilaire), ou de réseaux équivalents, (voir annexe D). Des réseaux similaires peuvent être définis pour un système d'alimentation secteur triphasé. Le circuit de couplage est décrit à la figure 5c.

Tous les fils d'alimentation reliant l'EST à l'équipement auxiliaire (EA) doivent être enroulés sur des noyaux en mode commun pour éviter la saturation (bobines d'arrêt compensées en courant).

Si dans des installations réelles, les fils d'alimentation sont acheminés individuellement, des réseaux de couplage et de découplage RCD-M1 séparés doivent être utilisés et tous les accès d'alimentation doivent être traités séparément.

Si l'EST est doté d'autres bornes de mise à la terre (par exemple à des fins radioélectriques ou à cause de courants de fuite élevés) celles-ci doivent être raccordées au plan de référence:

- via le réseau de couplage et découplage RCD-M1 si les caractéristiques ou la spécification de l'EST le permettent. Dans ce cas, l'alimentation doit être acheminée à travers le réseau RCD-M3;
- lorsque les caractéristiques ou la spécification de l'EST ne permettent pas l'installation d'un réseau RCD-M1 en série avec cette borne de mise à la terre pour des raisons radioélectriques ou autres, la borne de mise à la terre doit être raccordée directement au plan de référence. Dans ce cas le réseau RCD-M3 doit être remplacé par un réseau RCD-M2 pour éviter un court-circuit HF par le conducteur de terre de protection. Lorsque l'équipement est déjà alimenté via un réseau RCD-M1 ou RCD-M2, ces derniers doivent rester en service.

Attention: Les capacités utilisées dans les RCD réunissent des parties sous tension. En conséquence, des courants de fuites importants peuvent se produire et des connexions de sécurité entre les RCD et le plan de référence sont obligatoires (dans certains cas, ces connexions peuvent être réalisées par construction dans les RCD).

6.2.1 *Direct injection*

The disturbing signal, coming from the test generator is injected on to screened and coaxial cables via a 100 Ω resistor. In between the auxiliary equipment (AE) and the injection point, a decoupling circuit (see 6.2.4) shall be inserted as close as possible to the injection point (see figure 5b). For certain simple screened cable configurations, the decoupling circuit together with the 100 Ω resistor may be combined into one box. (See annex D, figure D.1.)

6.2.2 *Coupling and decoupling networks (CDNs)*

These networks comprise the coupling and decoupling circuits in one box and can be used for specific unscreened cables e.g. CDN-M1, CDN-M2, CDN-M3, CDN-T2, CDN-T4, CDN-AF-2, see annex D. Typical concepts of the coupling and the decoupling networks are given in figures 5c and 5d. The networks shall not unduly affect the functional signals. Constraints on such effects may be specified in the product standards.

6.2.2.1 *Coupling and decoupling networks for power supply lines*

Coupling and decoupling networks are recommended for all power supply connections. However, for high power (current $\geq 16\text{A}$) and/or complex supply systems (multi-phase or various parallel supply voltages) other injection methods may be selected.

The disturbing signal shall be coupled to the supply lines, using type CDN-M1 (single wire), CDN-M2 (two wires) or CDN-M3 (three wires), or equivalent networks (see annex D.) Similar networks can be defined for a 3-phase mains system. The coupling circuit is given in figure 5c.

All power supply lines from the EUT to the AE shall be coiled to form current compensated chokes to prevent saturation.

If in real installations the supply wires are individually routed, separate coupling and decoupling networks CDN-M1 shall be used and all input ports shall be treated separately.

If the EUT is provided with other earth terminals (e.g. for RF purposes or high leakage currents), they shall be connected to the ground reference plane:

- through the CDN-M1 when the characteristics or specification of the EUT permit. In this case, the (power) supply shall be provided through the CDN-M3 network;
- when the characteristics or specification of the EUT do not permit to have a CDN-M1 network in series with the earth terminal for RF or other reasons, the earth terminal shall be directly connected to the ground reference plane. In this case the CDN-M3 network shall be replaced by a CDN-M2 network to prevent an RF short circuit by the protective earth conductor. When the equipment was already supplied via CDN-M1 or CDN-M2 networks, these shall remain in operation.

Warning: The capacitors used within the CDNs bridge live parts. As a result, high leakage currents may occur and safety connections of the CDN to the ground reference plane are obligatory (in some cases, these connections may be provided by the construction of the CDN).

6.2.2.2 Couplage et découplage de lignes symétriques non blindées

Pour le couplage et le découplage de signaux perturbateurs à un câble non blindé à lignes symétriques, un réseau RCD-T2 RCD-T4, ou RCD-T8 doit être utilisé comme réseau de couplage et de découplage. Les figures D.4, D.5 et D.6 de l'annexe D illustrent ces possibilités.

- RCD-T2 pour un câble à une paire symétrique (2 fils).
- RCD-T4 pour un câble à 2 paires symétriques (4 fils).
- RCD-T8 pour un câble à 4 paires symétriques (8 fils).

NOTE - D'autres réseaux en RCD-Tx peuvent être utilisés s'ils correspondent aux gammes de fréquences désirées et s'ils satisfont aux exigences énoncées en 6.2. Le rapport de conversion du mode différentiel au mode commun peut par exemple avoir une plus grande valeur que le rapport de conversion spécifié du câble à installer ou à celui du matériel connecté au câble installé. Si différents rapports de conversion sont indiqués pour les matériels et pour le câble, retenir la valeur de perte inférieure.

Pour les câbles multipaires symétriques, l'injection par pince est plus appropriée.

6.2.2.3 Couplage et découplage de lignes asymétriques non blindées

Pour le couplage et le découplage de signaux perturbateurs à un câble non blindé à lignes asymétriques, il est possible d'utiliser le réseau de couplage et de découplage décrit à la figure D.3 de l'annexe D.

- RCD-AF2 pour un câble à 2 fils.

Pour les câbles multipaires asymétriques, l'injection par pince est plus appropriée.

6.2.3 Injection par pince

Avec les dispositifs d'injection par pince, les fonctions de couplage et de découplage sont séparées. Le couplage est réalisé par la pince tandis que l'impédance en mode commun et les fonctions de découplage sont réalisées par l'équipement auxiliaire. Dans ce cas, l'équipement auxiliaire devient partie intégrante des dispositifs de couplage et de découplage (voir figure 6). Des indications concernant l'application correcte sont données en 7.2.

Dans le cas où le respect des contraintes énoncées en 7.2 est incompatible avec l'utilisation d'une pince électromagnétique (EM) ou d'une pince de courant, se reporter à la méthode définie en 7.3. Dans ce cas, la tension induite est fixée selon 6.4.1. Il est en outre nécessaire de surveiller et de corriger le courant obtenu.

6.2.3.1 Pince de courant

Ce dispositif réalise un couplage inductif avec le câble raccordé à l'EST. Par exemple, avec un rapport de transformation de 5:1, l'impédance série de mode commun ramenée est négligeable par rapport à l'impédance de 150 Ω présentée par l'équipement auxiliaire. Dans ce cas, l'impédance de sortie du générateur d'essai (50 Ω) est transformée en 2 Ω .

NOTES

- 1 Lors de l'utilisation d'une pince de courant, on vérifiera, que les niveaux des harmoniques de rang élevé générés par l'amplificateur de puissance PA n'apparaissent pas au niveau de l'accès EST du dispositif de couplage à des niveaux supérieurs à ceux du signal fondamental.
- 2 Il est couramment nécessaire de positionner le câble au milieu de la pince pour minimiser le couplage capacitif.

6.2.2.2 *Coupling and decoupling for unscreened balanced lines*

For coupling and decoupling disturbing signals to an unscreened cable with balanced lines, a CDN-T2, CDN-T4 or CDN-T8 shall be used as coupling and decoupling network. Figures D.4, D.5 and D.6 in annex D show these possibilities.

- CDN-T2 for a cable with 1 symmetrical pair (2 wires).
- CDN-T4 for a cable with 2 symmetrical pairs (4 wires).
- CDN-T8 for a cable with 4 symmetrical pairs (8 wires).

NOTE - Other CDN-Tx-networks can be used, if they are suitable for the intended frequency range and satisfy the requirements of 6.2. For example, the ratio of conversion from differential mode to common mode of the CDNs should have a larger value than the specified conversion ratio of the cable to be installed or equipment connected to the installed cable. If different conversion ratios are specified for cable and equipment then the smaller value applied.

For balanced multi-pair cables, clamp injection is more appropriate.

6.2.2.3 *Coupling and decoupling for unscreened non-balanced lines*

For coupling and decoupling disturbing signals to an unscreened cable with non-balanced lines, the coupling and decoupling network described in figure D.3 of annex D may be used.

- CDN-AF2 for a cable with 2 wires.

For non-balanced multi-wire cables, clamp injection is more appropriate.

6.2.3 *Clamp injection*

With clamp injection devices, the coupling and decoupling functions are separated. Coupling is provided by the clamp-on device while the common-mode impedance and the decoupling functions are established at the auxiliary equipment. As such, the auxiliary equipment becomes part of the coupling and decoupling devices (see figure 6). Subclause 7.2 gives instructions for proper application.

When an EM-clamp or a current clamp is used without fulfilling the constraints given in 7.2, the procedure defined in 7.3 shall be followed. In this procedure, the induced voltage is set in the same way as described in 6.4.1. In addition, the resulting current shall be monitored and corrected for.

6.2.3.1 *Current clamp*

This device establishes an inductive coupling to the cable connected to the EUT. For example, with a 5:1 turn ratio, the transformed common-mode series impedance can be neglected with respect to the 150 Ω established by the auxiliary equipment. In this case, the test generator's output impedance (50 Ω) is transformed into 2 Ω .

NOTES

- 1 When using a current clamp, care should be taken that the higher harmonics generated by the power amplifier (PA) do not appear at higher than the fundamental signal levels at the EUT port of the coupling device.
- 2 It is commonly necessary to position the cable through the centre of the clamp to minimize capacitive coupling.

6.2.3.2 Pince EM

La pince électromagnétique (EM) réalise un couplage à la fois capacitif et inductif sur le câble raccordé à l'EST. Cette pince est décrite à l'annexe A.

6.2.4 Réseau de découplage

Normalement, le réseau de découplage comprend plusieurs inductances pour créer une haute impédance en mode commun sur la plage de fréquences. Celle-ci est déterminée par le matériau en ferrite utilisé et une inductance d'au moins 280 μH est exigée à 150 kHz. La réactance doit rester élevée, $\geq 260 \Omega$ jusqu'à 26 MHz et $\geq 150 \Omega$ au-dessus de 26 MHz. L'inductance peut être obtenue soit par bobinage d'un certain nombre de tours sur des tores de ferrite, soit par l'utilisation d'un certain nombre de tores de ferrite sur le câble généralement comme un tube de ferrite autour du câble (voir figure 5d).

Ces réseaux de découplage doivent être utilisés sur les lignes en essai en injection directe. De plus, les réseaux de découplage seront utilisés sur tous les câbles non en essai mais raccordés à l'EST, et/ou aux équipements auxiliaires (EA).

6.3 Vérification de l'impédance en mode commun à l'accès EST des dispositifs de couplage et de découplage

Les dispositifs de couplage et de découplage sont caractérisés par l'impédance en mode commun vue au niveau de l'accès EST, $|Z_{ce}|$. Une valeur d'impédance correcte assure la reproductibilité des résultats d'essai.

Les dispositifs de couplage et de découplage et le plan de référence d'impédance (figure 7a), doivent être placés sur un plan de référence dont la taille dépasse la géométrie du dispositif d'essai d'au moins 0,2 m de tous les côtés.

Un analyseur de réseau ou un impédancemètre doit être utilisé avec une impédance de référence de 50 Ω . L'analyseur de réseau doit être étalonné (en circuit ouvert, en court-circuit et avec une charge de 50 Ω) au niveau du plan de référence d'impédance. Il est nécessaire de réaliser une connexion courte ($L \leq 30 \text{ mm}$) entre le raccordement du plan de référence d'impédance et les bornes de l'accès EST. Le principe de la figure 7b et la géométrie de la figure 7a doivent être utilisés pour vérifier $|Z_{ce}|$.

Les réseaux de couplage et de découplage doivent satisfaire aux exigences d'impédance du tableau 3 donné en 6.2 lorsque l'accès d'entrée est chargé sous 50 Ω et l'accès équipement auxiliaire (EA) chargé alternativement en mode commun par un court-circuit et un circuit ouvert selon la figure 7b. Cette prescription assure une atténuation suffisante et rend le montage de l'équipement auxiliaire, entrées en air ou court-circuitées négligeable.

Si l'injection par pince ou l'injection directe sont utilisées, il n'est pas réaliste de vérifier l'impédance en mode commun pour chaque équipement auxiliaire (EA) raccordé à l'EST. Normalement, il suffit de suivre la procédure indiquée en 7.2. Dans tous les autres cas, on doit utiliser la procédure définie en 7.3.

6.3.1 Perte d'insertion des adaptateurs 150 Ω – 50 Ω

Deux adaptateurs 150 Ω – 50 Ω de construction identique sont nécessaires comme le montrent les figures 7d et 7e). Les adaptateurs doivent être placés sur un plan de référence dont la taille dépasse la géométrie du dispositif d'essai d'au moins 0,2 m de tous les côtés. La perte d'insertion

6.2.3.2 EM-clamp

The EM-clamp establishes both capacitive and inductive coupling to the cable connected to the EUT. The construction and performance of the EM clamp are described in annex A.

6.2.4 Decoupling network

Normally, the decoupling network comprises several inductors to create a high impedance over the frequency range. This is determined by the ferrite material used and an inductance of at least 280 μH is required at 150 kHz. The reactance shall remain high, $\geq 260 \Omega$ up to 26 MHz and $\geq 150 \Omega$ above 26 MHz. The inductance can be achieved either by having a number of windings on ferrite toroids (see figure 5d) or by using a number of ferrite toroids over the cable (usually as a clamp-on tube).

These decoupling networks shall be used on the lines under test by direct injection.

Furthermore, the decoupling networks shall be used on all cables not subjected to the test, but connected to the EUT and/or AEs.

6.3 Verification of the common-mode impedance at the EUT port of coupling and decoupling devices

Coupling and decoupling devices are characterized by the common-mode impedance seen at the EUT port, $|Z_{ce}|$. Its correct value ensures the reproducibility of the test results.

The coupling and decoupling devices and the impedance reference plane (figure 7a) shall be placed on a ground reference plane of which the size exceeds the projected geometry of the set-up on all sides by at least 0,2 m.

A network analyzer or impedance meter shall be used with a 50 Ω reference impedance. The network analyzer shall be calibrated (with open circuit, short circuit and a 50 Ω load) at the impedance reference plane. It is necessary to make a short connection ($L \leq 30 \text{ mm}$) between the impedance reference connection and the EUT port terminals. The principle of figure 7b and the geometry of figure 7a shall be used to verify $|Z_{ce}|$.

The coupling and decoupling networks shall meet the impedance requirements of table 3 in 6.2 while the input port is terminated with a 50 Ω load and the AE-port is sequentially loaded in common-mode with a short-circuit and an open-circuit condition as shown in figure 7b. This requirement ensures sufficient attenuation and makes the set-up of the auxiliary equipment, e.g. open or short circuited, inputs insignificant.

If clamp injection or direct injection is used, it is unrealistic to verify the common-mode impedance for each AE set-up connected to the EUT. Normally, it is sufficient to follow the procedure as given in 7.2. In all other cases the procedure defined in 7.3 shall be used.

6.3.1 Insertion loss of the 150 Ω to 50 Ω adaptors

Two 150 Ω to 50 Ω adaptors of identical construction as shown in figures 7d and 7e are required. The adaptors shall be placed on a ground reference plane, the size of which exceeds the projected geometry of this set-up on all sides by at least 0,2 m. The insertion loss is measured

est mesurée selon le principe de la figure 7c. Sa valeur doit être comprise dans une plage $9,5 \pm 0,5$ dB (valeur théorique 9,5 dB due à l'impédance semi-additionnelle) lorsqu'elle est mesurée sur un système à 50 Ω . Si besoin est, l'atténuation des câbles du montage d'essai sera compensée. Il est recommandé d'installer des atténuateurs de précision aux entrées et sorties des récepteurs et des générateurs.

6.4 Réglage du générateur d'essai

Pour le réglage correct du niveau d'essai non modulé, la procédure décrite en 6.4.1 doit être appliquée. On suppose ici que le générateur d'essai, les dispositifs de couplage et de découplage et les adaptateurs 150 Ω – 50 Ω sont conformes aux exigences énoncées en 6.1, 6.2 et 6.3.1.

Attention: Pendant le réglage du générateur d'essai, toutes les connexions à l'EST et à l'accès équipement auxiliaire (EA) des réseaux de couplage et découplage autres que celles requises (voir figure 8) doivent être déconnectées pour éviter des courts-circuits ou la destruction de l'équipement de mesure.

Le niveau de sortie du générateur d'essai doit être réglé (voir 6.4.1) avec une porteuse non modulée. Après réglage correct, la modulation doit être appliquée et contrôlée au moyen des équipements de vérification, de préférence un oscilloscope HF.

La modulation doit rester appliquée pendant les essais.

6.4.1 Réglage du niveau de sortie à l'accès EST du dispositif de couplage

Le générateur d'essai doit être raccordé à l'entrée HF du dispositif de couplage. L'accès EST du dispositif de couplage doit être raccordé aux matériels de mesure présentant une impédance d'entrée de 50 Ω en mode commun, via l'adaptateur 150 Ω – 50 Ω . L'accès équipement auxiliaire (EA) doit être chargé en mode commun par l'intermédiaire d'un adaptateur 150 Ω à 50 Ω chargé par 50 Ω . Le montage est représenté par la figure 8 pour tous les dispositifs de couplage et de découplage.

NOTE – En injection directe, la charge de 150 Ω sur l'accès équipement auxiliaire (EA) n'est pas nécessaire car le blindage est raccordé au plan de référence du côté de l'accès équipement auxiliaire (EA).

Avec le montage mentionné ci-dessus, le générateur d'essai doit être ajusté de façon que l'équipement de mesure fournisse les indications suivantes:

$$U_{mr} = U_o / 6 \pm 25 \%, \text{ en valeurs linéaires, ou}$$

$$U_{mr} = U_o - 15,6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB en valeurs logarithmiques.}$$

Le réglage doit s'effectuer pour chaque dispositif de couplage et de découplage différent. Les paramètres de commande du réglage du générateur d'essai (paramètres logiciels, réglages des atténuateurs, etc.) doivent être enregistrés et utilisés pour les essais.

NOTES

1 U_o est la tension d'essai indiquée dans le tableau 1 et U_{mr} la tension mesurée selon 4.11 et à la figure 8. Afin de minimiser les erreurs d'essai, le niveau de sortie du générateur d'essai est réglé en réglant U_{mr} et non en réglant U_o avec des sondes à haute impédance.

2 Le facteur 6 (15,6 dB) vient de la valeur de f.é.m. spécifiée pour le niveau d'essai. Le niveau sur la charge est égal à la moitié du niveau de la f.é.m. et la division de la tension par 3 est déterminée par l'adaptateur 150 Ω à 50 Ω chargé par l'équipement de mesure 50 Ω .

according to the principle of figure 7c. Its value shall be in the range of $9,5 \pm 0,5$ dB (theoretical value 9,5 dB caused by the additional series impedance when measured in a 50 Ω system. If necessary, the cable attenuation of the test set-up shall be compensated for. Precision attenuators at the inputs and outputs of receivers and generators are recommended.

6.4 Setting of the test generator

For the correct setting of the unmodulated test level the procedure in 6.4.1 shall be applied. It is assumed that the test generator, the coupling and decoupling devices and the 150 Ω to 50 Ω adaptor comply with the requirements of 6.1, 6.2 and 6.3.1.

Warning: During the setting of the test generator, all connections to the EUT and AE port of the coupling and decoupling devices other than those required (see figure 8), shall be disconnected either to avoid short-circuit conditions or to avoid destruction of the measurement equipment.

The output level of the test generator shall be set (see 6.4.1) with an unmodulated carrier. After the correct settings have been made, the modulation shall be switched on and checked using an RF oscilloscope.

During the tests the modulation shall remain switched on.

6.4.1 Setting of the output level at the EUT port of the coupling device

The test generator shall be connected to the RF input port of the coupling device. The EUT port of the coupling device shall be connected in common-mode through the 150 Ω to 50 Ω adaptor to a measuring equipment having a 50 Ω input impedance. The AE port shall be loaded in common-mode with a 150 Ω to 50 Ω adaptor, terminated with 50 Ω . The set-up is given in figure 8 for all coupling and decoupling devices.

NOTE – With direct injection, the 150 Ω load at the AE port is not required as the screen is connected to the ground reference plane at the AE port side.

Using the above-mentioned set-up, the test generator shall be adjusted to yield the following reading on the measuring equipment.

$$U_{mr} = U_o / 6 \pm 25 \% \text{, in linear quantities, or}$$

$$U_{mr} = U_o - 15,6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB in logarithmic quantities.}$$

The setting has to be performed for each individual coupling and decoupling device. The control parameters of the test generator setting (software parameters, attenuator setting, etc.) shall be recorded and used for testing.

NOTES

1 U_o is the test voltage specified in table 1 and U_{mr} is the measured voltage as defined in 4.11 and figure 8. To minimize testing errors, the output level of the test generator is set by setting U_{mr} with 150 Ω loads and not by setting U_o .

2 The factor 6 (15,6 dB) arises from the e.m.f. value specified for the test level. The matched load level is half the e.m.f. level and the further 3:1 voltage division is caused by the 150 Ω to 50 Ω adaptor terminated by the 50 Ω measuring equipment.

Lorsque le réglage du niveau des pinces de courant s'effectue dans un environnement d'essai 50Ω (voir l'annexe A), la tension U_{mr} aux bornes de la charge de 50Ω sera de 6 dB inférieure au niveau d'essai requis. Dans ce cas, les tensions mesurées ou les courants obtenus sur le montage d'essai à 50Ω sont les suivants:

$$U_{mr} = (U_o / 2) \pm 25 \%, \text{ en valeurs linéaires}$$

ou

$$U_{mr} = U_o - 6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB en valeurs logarithmiques}$$

ou

$$I_{(\text{montage d'essai } 50 \Omega)} = U_{o(\text{pince de courant})} / (50 \Omega + 50 \Omega_{(\text{récepteur de mesure})})$$

$$I [\text{dB}(\mu\text{A})] = U_o [\text{dB}(\mu\text{V})] - 40 [\text{dB}(\Omega)]$$

7 Montage d'essai pour équipements de table et posés au sol

Les équipements à essayer sont placés sur un support isolant à 0,1 m au-dessus d'un plan de référence. Tous les câbles concernés doivent être équipés de dispositifs de couplage et de découplage appropriés situés à une distance comprise entre 0,1 m et 0,3 m de la géométrie prévue de l'EST sur le plan de référence, voir figures 9 et 10. Les paragraphes 7.1 et 7.5 fournissent des informations plus détaillées.

7.1 Règles applicables à la sélection des points d'essai et des méthodes d'injection

Pour sélectionner le type et le nombre de câbles à équiper de dispositifs de couplage et de découplage, il faut prendre en compte la configuration physique des conditions d'installation type c'est-à-dire la longueur des câbles les plus longs.

When the level setting for current clamps is carried out in a 50 Ω test environment (see annex A), the voltage, U_{mr} , appearing across the 50 Ω load shall be 6 dB less than the test level required. In this case, the measured voltages or resulting currents in the 50 Ω test jig are equal to:

$$U_{mr} = (U_o/2) \pm 25 \%, \text{ in linear quantities}$$

or

$$U_{mr} = U_o - 6 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB in logarithmic quantities}$$

or

$$I_{(50 \Omega \text{ test jig})} = U_o \text{ (current clamp)} / (50 \Omega + 50 \Omega_{\text{(measurement receiver)}})$$

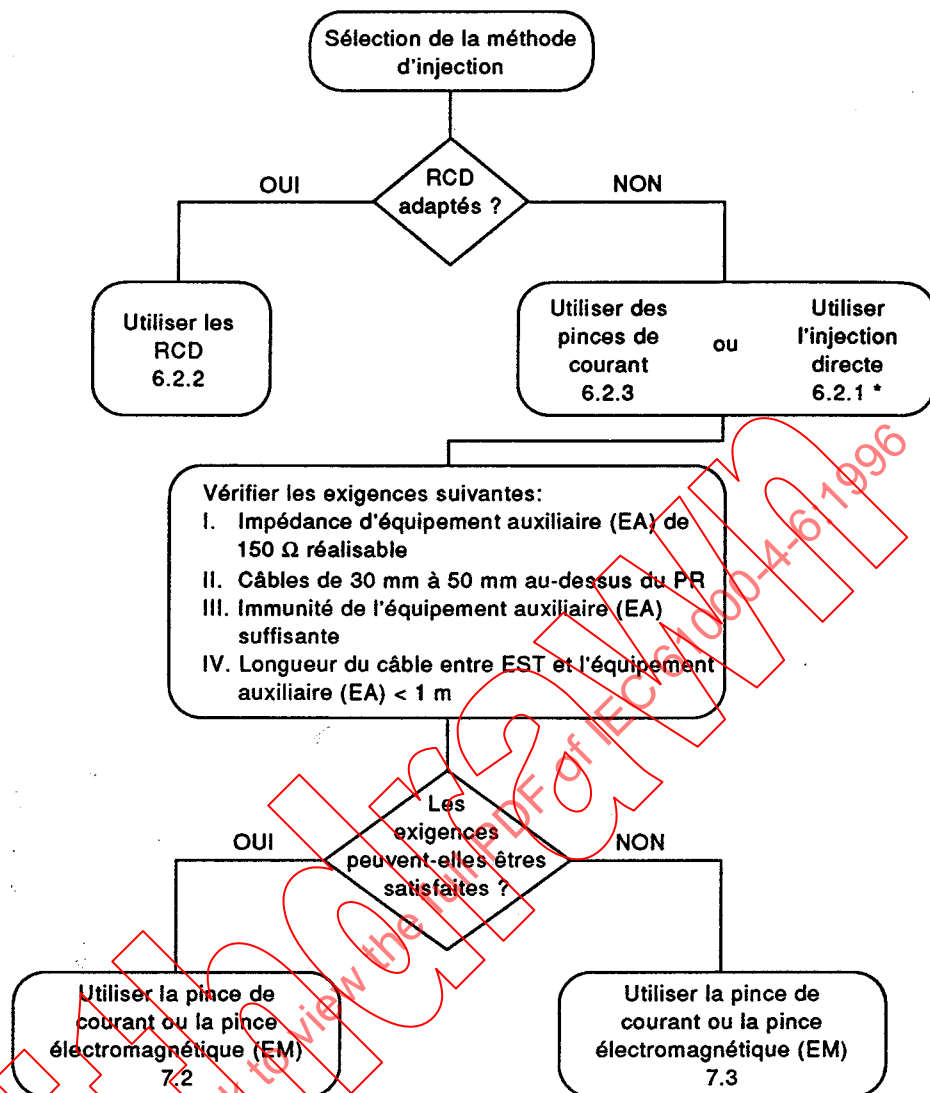
$$I [\text{dB} (\mu\text{A})] = U_o [\text{dB} (\mu\text{V})] - 40 [\text{dB}(\Omega)]$$

7 Test set-up for table-top and floor-standing equipment

The equipment to be tested is placed on an insulating support of 0,1 m height above a ground reference plane. All relevant cables shall be provided with the appropriate coupling and decoupling devices at a distance between 0,1 m and 0,3 m from the projected geometry of the EUT on the ground reference plane, see figures 9 and 10. Subclauses 7.1 to 7.5 give more detailed information.

7.1 Rules for selecting injection methods and test points

For selecting the type and number of cables to be provided with coupling and decoupling devices, the physical configuration of typical installation conditions shall be considered e.g. the likely length of the longest cables.



* S'applique exclusivement aux câbles blindés

IEC 218/96

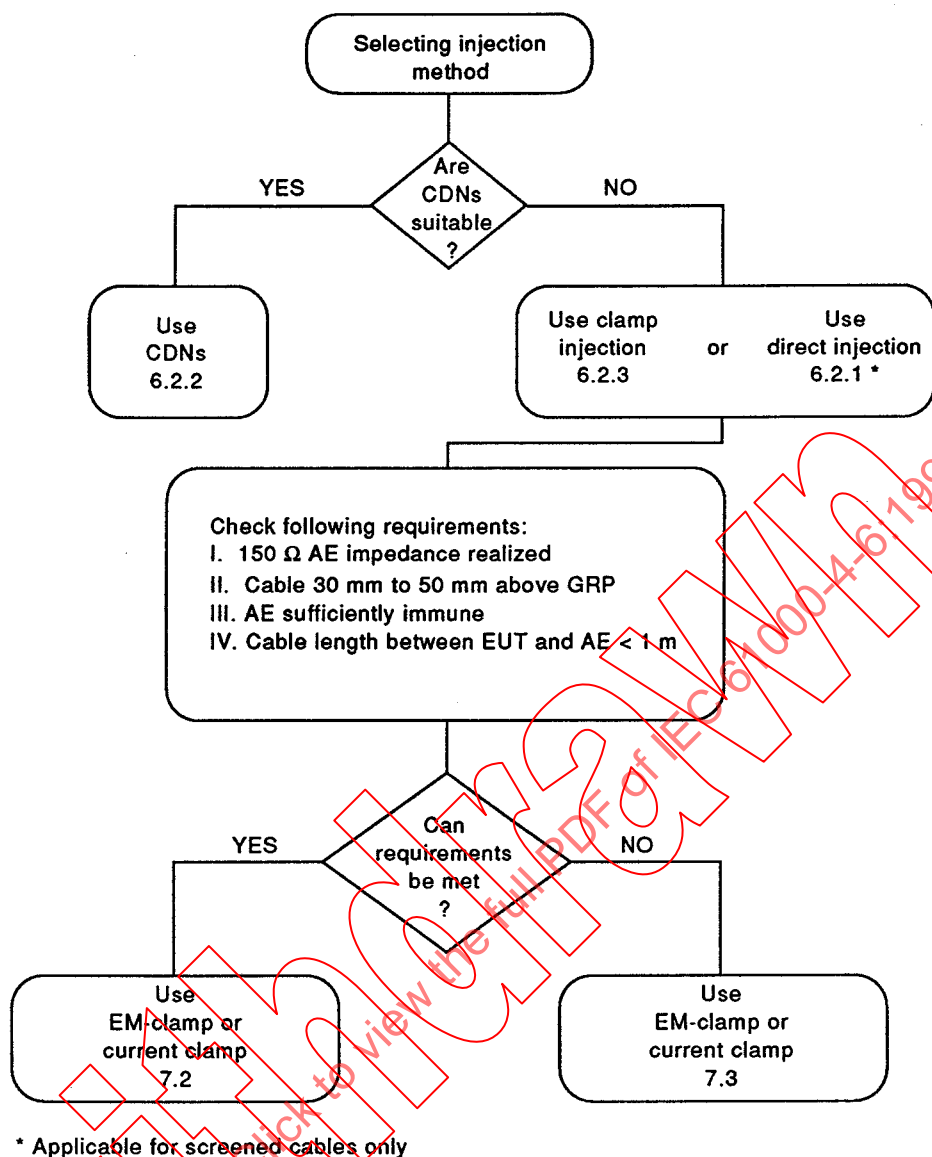
Figure 1 – Indications pour la sélection de la méthode d'injection

7.1.1 Méthode d'injection

La figure 1 donne des indications concernant la sélection de la méthode d'injection.

Le raccordement fonctionnel de tous les câbles doit être aussi proche que possible des conditions de l'installation réelle. Les RCD non indiqués dans cette norme mais qui suivent les prescriptions de cette norme peuvent aussi être utilisés.

Lorsque plusieurs câbles issus de l'EST sont acheminés les uns à proximité des autres sur une longueur de plus de 10 m, ou vont de l'EST à un autre équipement dans un chemin ou conduit de câbles, ils doivent être traités comme un seul câble et l'injection par pince doit être appliquée.



IEC 218/96

Figure 1 – Rules for selecting the Injection method**7.1.1 Injection method**

Figure 1 gives rules for selecting the injection method.

All cables, selected for testing, shall be terminated functionally as close as possible to the real installation conditions. CDNs not listed in this standard, but meeting the requirements of this standard, may also be used.

When several cables coming from the EUT are in close proximity over a length of more than 10 m or going from the EUT to another equipment in a cable tray or conduit they shall be treated as one cable.

Si un comité de produit décide que certains dispositifs de couplage ou de découplage sont plus appropriés aux câbles spécifiques à cette famille de produits, ce choix (justifié techniquement) a la priorité. Ces dispositifs doivent être décrits dans la norme relative aux produits. L'annexe D donne des exemples de RCD.

7.1.2 Points d'essai

Afin d'éviter des essais inutiles, il convient de suivre les indications suivantes.

Il suffit généralement qu'un nombre limité, n , (où $2 \leq n \leq 5$) de distributions de courant dans l'EST soient excitées.

L'essai doit être réalisé en utilisant la configuration de collage la plus sensible. Tous les autres câbles raccordés à l'EST doivent être soit déconnectés (si c'est possible du point de vue fonctionnel) soit équipés de réseaux de découplage seulement.

7.2 Procédure concernant l'application correcte de l'injection par pince

Lorsque l'injection par pince est utilisée, le montage des équipements auxiliaires (EA) doit présenter l'impédance en mode commun exigée en 6.2. Chaque équipement auxiliaire (EA) utilisé avec l'injection par pince doit se rapprocher le plus possible des conditions de l'installation fonctionnelle. Pour approcher l'impédance de mode commun requise, les mesures suivantes doivent être prises.

- Chaque équipement auxiliaire (EA) soumis à l'injection par pince doit être placé sur un support isolant à 0,1 m au-dessus du plan de référence.
- Tous les câbles raccordés à chaque équipement auxiliaire (EA), autres que ceux qui sont raccordés à l'EST, doivent être équipés de réseaux de découplage, voir 6.2.4. Ces réseaux de découplage ne doivent pas être appliqués à plus de 0,3 m de l'équipement auxiliaire (EA). Le(s) câble(s) reliant l'équipement auxiliaire (EA) au(x) réseau(x) de découplage, ou l'équipement auxiliaire (EA) à la pince d'injection ne doivent en aucun cas être rassemblés en faisceau ou enroulés et doit être maintenu(s) entre 30 mm et 50 mm au-dessus du plan de référence (figure 6).
- La longueur de câble reliant l'équipement auxiliaire (EA) au dispositif d'injection par pince doit être aussi courte que possible ($\leq 0,3$ m) pour améliorer la reproductibilité aux hautes fréquences (≥ 30 MHz). Lorsqu'une pince électromagnétique (EM) est utilisée, ceci est moins important car l'impédance en mode commun est essentiellement déterminée par la pince électromagnétique (EM) aux fréquences supérieures à 10 MHz (longueur d'onde de 30 m ou moins).
- A chaque équipement auxiliaire (EA), le réseau de découplage installé sur le câble, situé le plus près du ou des câbles connectés à l'EST doit être remplacé par un RCD dont l'accès d'entrée est chargé par 50Ω (voir annexe A, figure A.7). Ce RCD représente une charge de 150Ω de l'équipement auxiliaire (EA) par rapport au plan de référence. Si l'équipement auxiliaire (EA) est doté d'une borne de mise à la terre (séparée), celle-ci doit être raccordée via un réseau RCD-M1, chargé par 50Ω à l'accès d'entrée, au plan de référence tandis que des réseaux de découplage sont maintenus sur tous les autres câbles.

Dans tout les autres cas, il est recommandé de suivre les procédures données en 7.3.

If a product committee decides that a certain kind of coupling and decoupling device is more appropriate for cables connected to that family of products, then that choice (justified on a technical basis) takes precedence. These devices shall be described in the product standard. Examples of CDNs are described in annex D.

7.1.2 Test points

In order to avoid unnecessary testing, the following guidance should be applied.

In general, it is sufficient that only a limited number, n (with $2 \leq n \leq 5$) of current distributions through the EUT are excited.

Testing shall be carried out using the most sensitive cable configuration. All other cables connected to the EUT shall either be disconnected (when functionally allowed) or provided with decoupling networks only.

7.2 Procedure for clamp injection application

When using clamp injection, the AE set-up shall present the common-mode impedance as required in 6.2 as closely as possible. Each AE used with clamp injection shall represent the functional installation conditions as closely as possible. To approximate the required common-mode impedance the following measures need to be taken.

- Each AE, used with clamp injection, shall be placed on an insulating support 0,1 m above the ground reference plane.
- All cables connected to each AE, other than those being connected to the EUT, shall be provided with decoupling networks, see 6.2.4. These decoupling networks shall be applied no further than 0,3 m from the AE. The cable(s) between the AE and the decoupling network(s) or in between the AE and the injection clamp shall **not be bundled nor wrapped** and shall be kept between 30 mm and 50 mm above the ground reference plane (figure 6).
- The cable length between the AE and the clamp injection device shall be as short as possible ($\leq 0,3$ m) to improve reproducibility at higher frequencies (≥ 30 MHz). When using the EM-clamp, this is of less importance as the common-mode impedance is mainly determined by the EM-clamp at frequencies above 10 MHz (wavelength 30 m or less).
- At each AE the decoupling network installed on the cable, closest to the one(s) being connected to the EUT, shall be replaced by a CDN which is terminated at its input port with $50\ \Omega$ (see annex A, figure A.7). This CDN represents the $150\ \Omega$ loading of the AE to the ground reference plane. In the case where the AE is provided with a (separate) earth terminal, this earth terminal shall be connected through a CDN-M1 network, terminated with $50\ \Omega$ at the input port, to the ground reference plane while keeping decoupling networks on all other cables.

In all other cases the procedure given in 7.3 should be followed.

7.3 Procédures concernant l'application de l'injection par pince lorsque les conditions d'impédance en mode commun ne peuvent pas être satisfaites

Lorsque l'injection par pince est utilisée et que les conditions d'impédance en mode commun ne peuvent être satisfaites ni au niveau de l'équipement auxiliaire (EA), il est nécessaire que l'impédance de mode commun de l'EA soit inférieure ou égale à l'impédance de mode commun de l'accès en essai de l'EST. Sinon, des mesures doivent être prises par exemple en utilisant des capacités de découplage sur l'accès de l'EA pour satisfaire cette condition. La procédure suivante ne mentionne que les différences par rapport à 7.2.

- Chaque équipement auxiliaire (EA) et chaque EST utilisé avec l'injection par pince doit se rapprocher le plus possible des conditions de l'installation fonctionnelle, par exemple l'EST devra être relié au plan de référence ou placé sur un support isolant (voir figures A.6 et A.7).
- Une sonde de courant supplémentaire (ayant une perte d'insertion faible) sera insérée entre la pince d'injection et l'EST pour surveiller le courant produit par la tension induite (voir 6.4.1). Si le courant dépasse la valeur de courant de circuit nominal donnée ci-dessous, le niveau du générateur d'essai devra être réduit jusqu'à ce que le courant de mesure soit égal à la valeur de $I_{\max}$.

$$I_{\max} = U_o / 150 \Omega$$

Le niveau de la tension d'essai modifiée doit être indiqué dans le compte rendu d'essai.

Pour assurer la reproductibilité, le dispositif d'essai doit être complètement décrit dans le rapport d'essai.

7.4 EST constitué d'une seule unité

L'EST doit être placé sur un support isolant à 0,1 m au-dessus du plan de référence. Pour les équipements de table, le plan de référence peut être placé sur une table (voir figure 9).

Sur tous les câbles à essayer, des dispositifs de couplage et de découplage doivent être insérés. Les dispositifs de couplage et de découplage doivent être placés sur le plan de référence, en contact direct avec celui-ci à environ 0,1 m à 0,3 m de l'EST. Les câbles situés entre les dispositifs de couplage et de découplage et l'EST doivent être aussi courts que possible et ne peuvent en aucun cas être rassemblés en faisceau ou enroulés. Leur hauteur au-dessus du plan de référence doit être comprise entre 30 mm et 50 mm.

Si l'EST est doté d'autres bornes de mise à la terre, celles-ci doivent, lorsque cela est autorisé, être raccordées au plan de référence via un réseau de couplage et de découplage RCD-M1, voir 6.2.2.1 (c'est-à-dire que l'accès équipement auxiliaire (EA) du RCD-M1 est alors raccordé au plan de référence).

Si l'EST est doté d'un clavier ou d'un accessoire portable, la main artificielle doit être placée sur ce clavier ou enroulée autour de l'accessoire et raccordée au plan de référence.

Les équipements auxiliaires (EA) nécessaires au fonctionnement défini de l'EST selon spécifications du comité de produit, par exemple matériels de télécommunication, modem, imprimante, capteur, etc., ainsi que les équipements auxiliaires nécessaires au transfert de données et à l'évaluation des fonctions doivent être raccordés à l'EST via des dispositifs de couplage et de découplage. Toutefois, dans la mesure du possible, le nombre de câbles à tester doit être limité aux fonctions représentatives. Voir les informations détaillées en 7.1.

7.3 Procedure for clamp injection when the common-mode impedance requirements cannot be met

When using clamp injection and the common-mode impedance requirements cannot be met at the AE side, it is necessary that the common-mode impedance of the AE is less than or equal to the common-mode impedance of the EUT port being tested. If not, measures shall be taken, e.g. by using decoupling capacitors at the AE port, to satisfy this condition. In this procedure, only the relevant differences with 7.2 are given.

- Each AE and EUT used with clamp injection shall represent the functional installation conditions as close as possible e.g. either the EUT shall be connected to the ground reference plane or placed on an insulating support (see figures A.6 and A.7).
- By means of an extra current probe (having low insertion loss), inserted in between the injection clamp and the EUT, the current resulting from the induced voltage (set according to 6.4.1) shall be monitored. If the current exceeds the nominal circuit value $I_{\max}$ given below, the test generator level shall be reduced until the measured current is equal to the $I_{\max}$ value:

$$I_{\max} = U_0 / 150 \, \Omega.$$

The modified test voltage level applied shall be recorded in the test report.

To ensure reproducibility, the test set-up shall be fully described in the test report.

7.4 EUT comprising a single unit

The EUT shall be placed on an insulating support, 0,1 m above the ground reference plane. For table-top equipment, the ground reference plane may be placed on a table (see figure 9).

On all cables to be tested, coupling and decoupling devices shall be inserted. The coupling and decoupling devices shall be placed on the ground reference plane, making direct contact with it at about 0,1 m to 0,3 m from the EUT. The cables between the coupling and decoupling devices and the EUT shall be as short as possible and shall not be bundled nor wrapped. Their height above the ground reference plane shall be between 30 mm and 50 mm.

If the EUT is provided with other earth terminals, they shall, when allowed, be connected to the ground reference plane through the coupling and decoupling network CDN-M1, see 6.2.2.1 (i.e. the AE port of the CDN-M1 is then connected to the ground reference plane).

If the EUT is provided with a keyboard or hand-held accessory, then the artificial hand shall be placed on this keyboard or wrapped around the accessory and connected to the ground reference plane.

Auxiliary equipment (AE) required for the defined operation of the EUT according to the specifications of the product committee, e.g. communication equipment, modem, printer, sensor, etc., as well as auxiliary equipment necessary for ensuring any data transfer and assessment of the functions, shall be connected to the EUT through coupling and decoupling devices. However, as far as possible the number of cables to be tested should be limited by restricting attention to the representative functions. See 7.1 for detailed information.

7.5 EST constitué de plusieurs unités

Les équipements constitués de plusieurs unités interconnectées (voir figure 10), doivent être testés suivant l'une des méthodes indiquées ci-après.

Méthode recommandée: Chaque sous-unité doit être traitée et essayée séparément comme un EST, toutes les autres étant considérées comme des équipement auxiliaires (EA). Des dispositifs de couplage et de découplage doivent être placés sur les câbles (selon 7.1) des sous-unités considérées comme l'EST. Toutes les sous-unités doivent être essayées tour à tour.

Autre méthode: Les sous-unités qui sont en permanence raccordées les unes aux autres par des câbles courts, c'est-à-dire ≤ 1 m, et qui font partie de l'équipement à essayer, peuvent être considérées comme un EST. Aucun test d'immunité aux perturbations conduites ne doit être effectué sur leurs câbles d'interconnexion, ceux-ci étant considérés comme des câbles internes au système.

Les unités qui font partie d'un tel EST doivent être placées aussi près que possible l'une de l'autre sans être en contact, toutes sur le support isolant à 0,1 m au-dessus du plan de référence. Les câbles d'interconnexion de ces unités doivent aussi être placés sur le support isolant. Des dispositifs de couplage et de découplage doivent être placés sur tous les autres câbles de l'EST, par exemple sur les câbles d'alimentation secteur et les câbles des équipements auxiliaires, (voir 7.1).

8 Procédure d'essai

L'EST doit être essayé dans des conditions climatiques et de fonctionnement normales. Il convient que la température et l'humidité relative soient enregistrées dans le compte rendu d'essai.

La réglementation locale relative aux interférences doit être respectée en ce qui concerne les rayonnements émis par le montage d'essai. Si l'énergie rayonnée dépasse le niveau permis, une enceinte blindée doit être utilisée.

NOTE – En général cette méthode d'essai peut être appliquée sans enceinte blindée, car les niveaux de perturbation appliqués et la géométrie des montages ne sont pas susceptibles de rayonner de grandes quantités d'énergie, en particulier aux fréquences basses.

Pour cet essai, le générateur d'essai doit être raccordé tour à tour à chacun des dispositifs de couplage et de découplage tandis que les accès d'entrée HF non excités des dispositifs de couplage sont chargés par une résistance de charge de 50 Ω .

Pour éviter que les harmoniques de rang élevé ou les sous-harmoniques ne perturbent l'EST, des filtres doivent être utilisés. Un filtre passe haut (FPH) de 100 kHz peut être nécessaire après le générateur d'essai. La caractéristique coupe-bande des filtres passe-bas (FPB) doit être suffisante pour éliminer les harmoniques afin qu'ils n'affectent pas les résultats. Ces filtres doivent être insérés après le générateur d'essai avant de régler le niveau d'essai (voir 6.4.1).

La plage de fréquence est balayée entre 150 kHz et 80 MHz, avec le niveau de signal établi lors du processus de réglage, et avec un signal de perturbation modulé en amplitude à 80 % par une onde sinusoïdale à 1 kHz, en effectuant des pauses pour procéder au réglage du niveau du signal HF ou pour commuter les dispositifs de couplage le cas échéant. La vitesse de balayage ne doit pas dépasser $1,5 \times 10^{-3}$ décades/s. Lorsque la fréquence est balayée par incréments, la taille des paliers ne doit pas dépasser 1 % de la valeur de fréquence de départ puis 1 % de la valeur de fréquence précédente.

7.5 EUT comprising several units

Equipment comprising several units which are interconnected together (see figure 10), shall be tested using one of the following methods.

Preferred method: Each sub-unit shall be treated and tested separately as an EUT, see 7.4, considering all others as AE. Coupling and decoupling devices shall be placed on the cables (according to 7.1) of the sub-units considered as the EUT. All sub-units shall be tested in turn.

Alternative method: Sub-units that are always connected together by short cables, i.e. ≤ 1 m, and that are part of the equipment to be tested, can be considered as one EUT. No conducted immunity test shall be performed on their interconnecting cables, these cables being regarded as internal cables of the system.

The units being part of such an EUT shall be placed as close as possible to each other without making contact, all on the insulating support 0,1 m above the ground reference plane. The interconnecting cables of these units shall also be placed on the insulating support. Coupling and decoupling devices shall be placed on all other cables of the EUT, e.g. on cables to the mains supply and auxiliary equipment (see 7.1).

8 Test procedure

The EUT shall be tested within its intended operating and climatic conditions. The temperature and relative humidity should be recorded in the test report.

Local interference regulations shall be adhered to with respect to the radiation from the test set-up. If the radiated energy exceeds the permitted level, a shielded enclosure shall be used.

NOTE – Generally, this test can be performed without using a well-shielded enclosure. This is because the disturbance levels applied and the geometry of the set-ups are not likely to radiate a high amount of energy, especially at the lower frequencies.

The test shall be performed with the test generator connected to each of the coupling and decoupling devices in turn while the other non-excited RF input ports of the coupling devices are terminated by a $50\ \Omega$ load resistor.

Filters shall be used to prevent (higher order or sub-) harmonics from disturbing the EUT. A 100 kHz high-pass filter (HPF), may be required after the test generator. The band stop characteristics of the low-pass filters (LPF) shall be sufficient to suppress the harmonics so that they do not affect the results. These filters shall be inserted after the test generator before setting the test level (see 6.4.1).

The frequency range is swept from 150 kHz to 80 MHz, using the signal levels established during the setting process, and with the disturbance signal 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave, pausing to adjust the RF signal level or to switch coupling devices as necessary. The rate of sweep shall not exceed $1,5 \times 10^{-3}$ decades/s. Where the frequency is swept incrementally, the step size shall not exceed 1 % of the start and thereafter 1 % of the preceding frequency value.

Le temps de palier à chaque fréquence ne doit pas être inférieur au temps nécessaire pour que des stimuli soient appliqués à l'EST et qu'il puisse répondre. Les fréquences critiques comme les fréquences d'horloges et les harmoniques ou les fréquences d'intérêt primordial doivent être analysées séparément.

Il convient de tenter d'appliquer à l'EST tous les stimuli nécessaires pendant l'essai afin de vérifier sa susceptibilité dans tous les modes sélectionnés.

L'utilisation de programmes d'application de stimuli est recommandée.

L'essai doit être effectué conformément à un plan d'essai, qui doit être inclus dans le compte rendu d'essai.

Celui-ci doit préciser:

- la taille de l'EST;
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- si l'EST est essayé en tant qu'unité unique ou multiple;
- le type de moyen d'essai utilisé et les positions du ou des EST, du ou des équipements auxiliaires (EA) et des dispositifs de couplage et de découplage;
- les dispositifs de couplage et de découplage utilisés et leurs facteurs de couplage;
- la plage de fréquence d'application de l'essai;
- la vitesse de balayage des fréquences, le temps de palier et les échelons de fréquence;
- les niveaux d'essai à appliquer;
- le ou les types de câbles d'interconnexion à utiliser et l'accès d'interface (de l'EST) auquel ces câbles étaient raccordés;
- les critères de performances qui sont acceptables;
- une description de la méthode d'application des stimuli à l'EST.

Il peut être nécessaire d'effectuer des essais préliminaires pour établir certains aspects du plan d'essai.

La documentation d'essai doit contenir les conditions d'essai, une déclaration d'étalonnage et les résultats des essais.

9 Résultats d'essai et compte rendu d'essais

Cet article sert de guide pour l'évaluation des résultats d'essai 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 des perturbations conduites sur les matériels et systèmes.

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

- a) Comportement normal dans les limites des spécification.
- b) Dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement auto-récupérable.
- c) Dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou la remise à zéro du système.
- d) Dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie du matériel (composants) ou du logiciel ou perte de données.

The dwell time at each frequency shall not be less than the time necessary for the EUT to be exercised, and able to respond. Sensitive frequencies e.g. clock frequency(ies) and harmonics or frequencies of dominant interest shall be analyzed separately.

Attempts should be made to fully exercise the EUT during testing, and to fully interrogate all exercise modes selected for susceptibility.

The use of special exercising program is recommended.

Testing shall be performed according to a test plan, which shall be included in the test report.

The test report shall include:

- the size of the EUT;
- representative operating conditions of the EUT;
- whether the EUT is tested as a single or multiple unit;
- the type of the test facility used and the positions of the EUT(s), AE(s) and coupling and decoupling devices;
- the coupling and decoupling devices used and their coupling factors;
- the frequency range of application of the test;
- the rate of sweep of frequency, dwell time and frequency steps;
- the test level to be applied;
- the type(s) of interconnecting cables to be used and the interface port (of the EUT) to which these were connected;
- the performance criteria that have been applied;
- a description of the EUT exercising method.

It may be necessary to carry out some investigatory testing in order to establish some aspects of the test plan.

The test documentation shall include the test conditions, a statement of calibration, and the test results.

9 Test results and test report

This clause gives a guide to 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 conducted disturbances on equipment and systems difficult.

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

- a) Normal performance within the specification limits.
- b) Temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable.
- c) Temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset.
- d) 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 de l'essai 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.

Dans le cas d'une classification des résultats d'essais selon b) ou c), il convient de vérifier que le matériel est capable de retrouver sa capacité de fonctionnement par lui-même à la fin de la période l'essai; il faut donc mesurer le laps de temps pendant lequel le matériel ne dispose plus de la totalité de sa capacité de fonctionnement. Ces vérifications sont obligatoires pour évaluer définitivement les résultats des essais.

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

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-6:1996

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

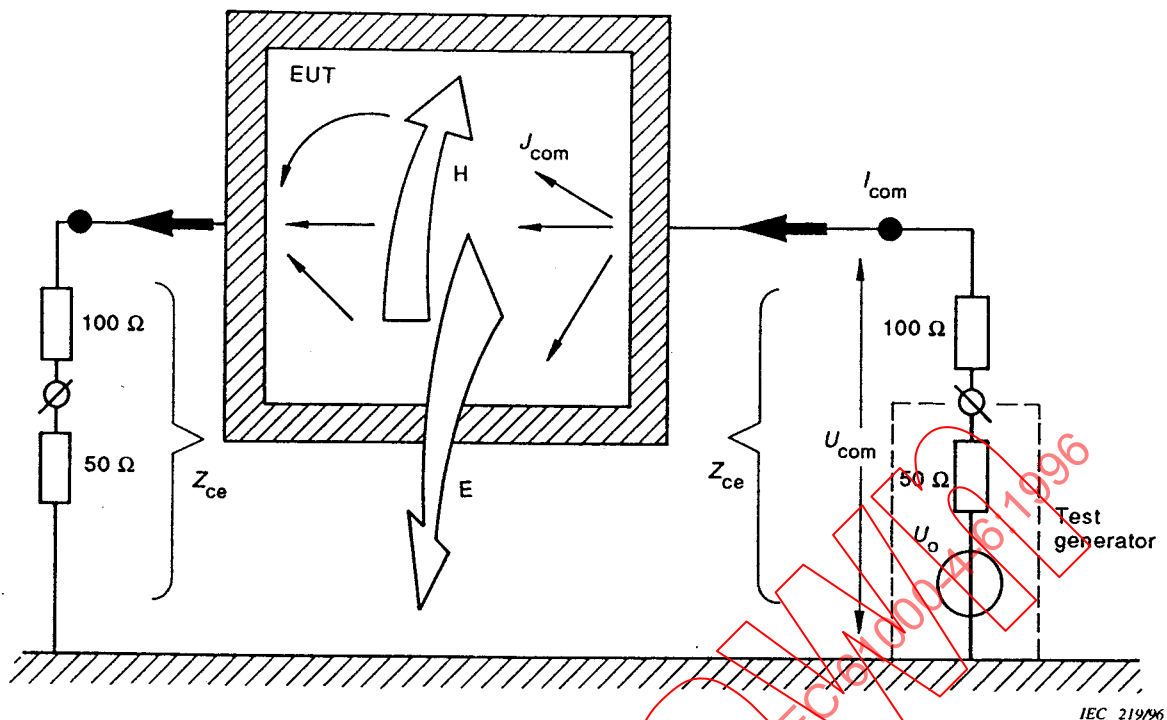
In the case of acceptance tests, the test programme and the interpretation of the results have to be described in the specified product standard.

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

In the case of classifying the test results according to b) or c) it should 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 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.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-6:1996



Z_{ce} Common-mode EUT point impedance of the coupling and decoupling network system, $Z_{ce} = 150 \Omega$

NOTE – The 100Ω resistors are included in the coupling and decoupling networks. The left input is terminated by a (passive) 50Ω load and the right input is loaded by the test generator.

U_o Test generator output voltage (e.m.f.)

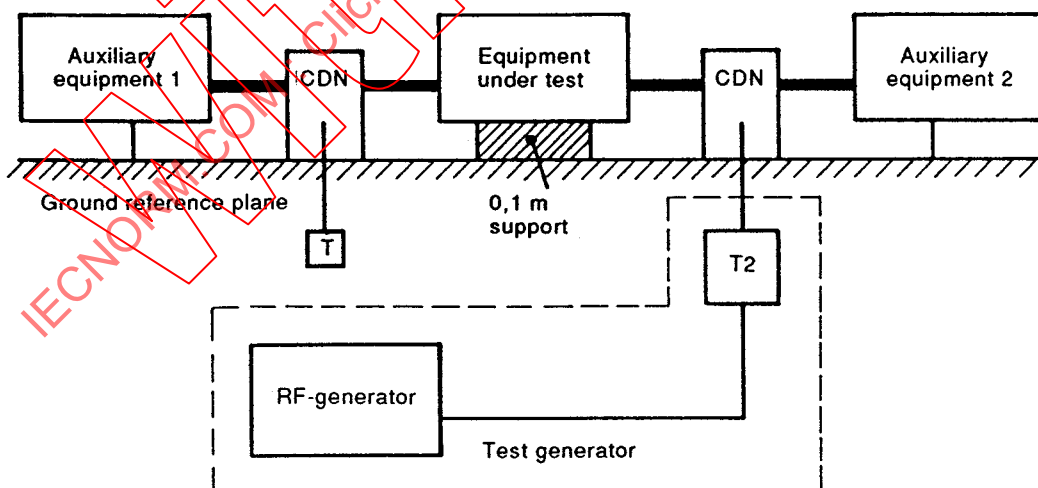
U_{com} Common-mode voltage between EUT and reference plane

I_{com} Common-mode current through the EUT

J_{com} Current density on conducting surface or currents on other conductors of the EUT

E, H Electric and magnetic fields

Figure 2a – Diagram to show EM fields near the EUT due to common-mode currents on its cables



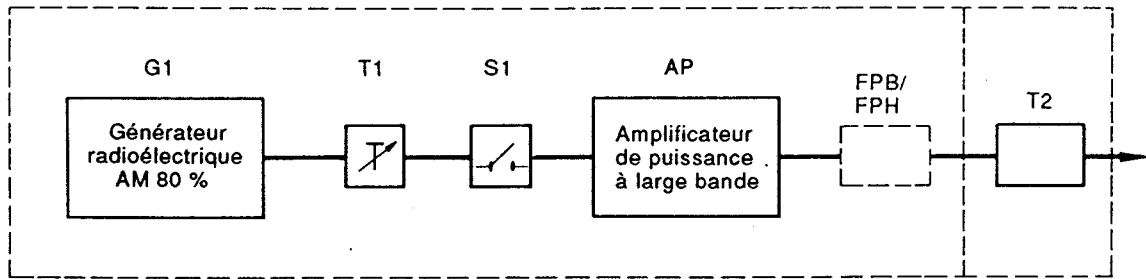
T Termination 50Ω

T_2 Power attenuator (6 dB)

CDN Coupling and decoupling network

Figure 2b – Schematic set-up for immunity test to RF conducted disturbances

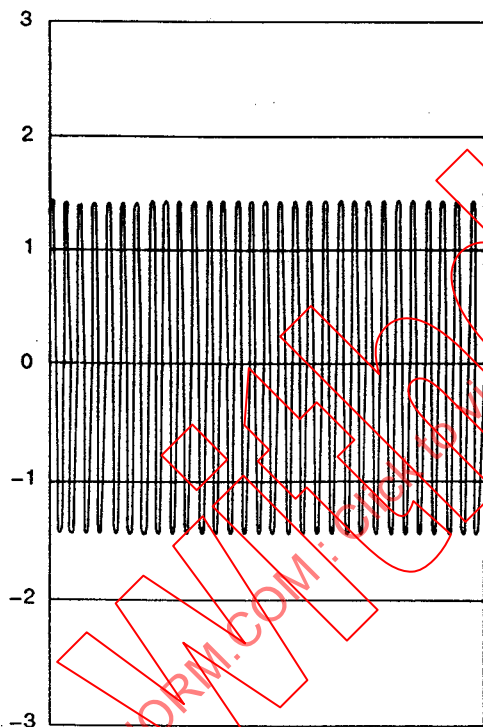
Figure 2 – Immunity test to RF conducted disturbances



IEC 221/96

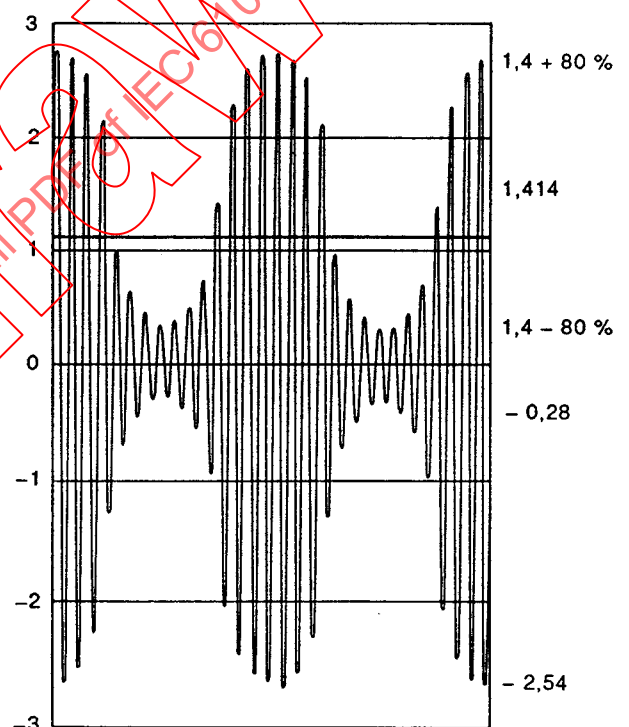
G1 Générateur radioélectrique
 AP Amplificateur de puissance à large bande
 FPB/FPH Filtre passe-bas et/ou filtre passe-haut
 T1 Atténuateur variable
 T2 Atténuateur fixe (6 dB)
 S1 Commutateur radioélectrique

Figure 3 – Montage du générateur d'essai



IEC 222/96

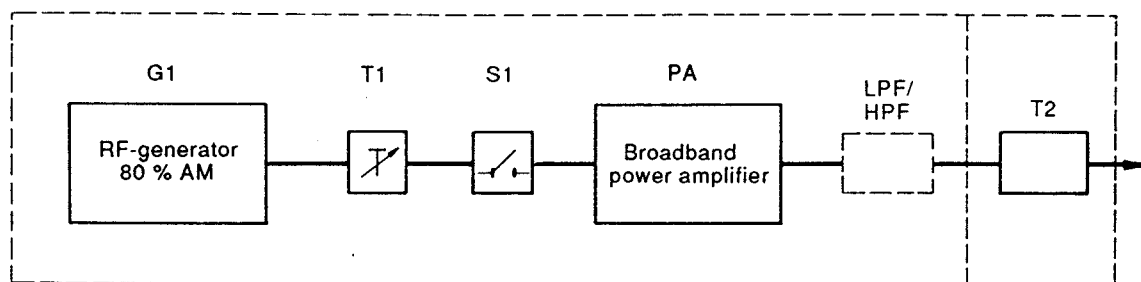
Figure 4a – Signal radioélectrique non modulé
 $U_{pp} = 2,82 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,00 \text{ V}$



IEC 223/96

Figure 4b – Signal radioélectrique modulé, VAM 80 %
 $U_{pp} = 5,09 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,12 \text{ V}$

Figure 4 – Définition des formes d'onde se produisant à la sortie l'accès EST d'un dispositif de couplage (f.é.m. au niveau d'essai 1)

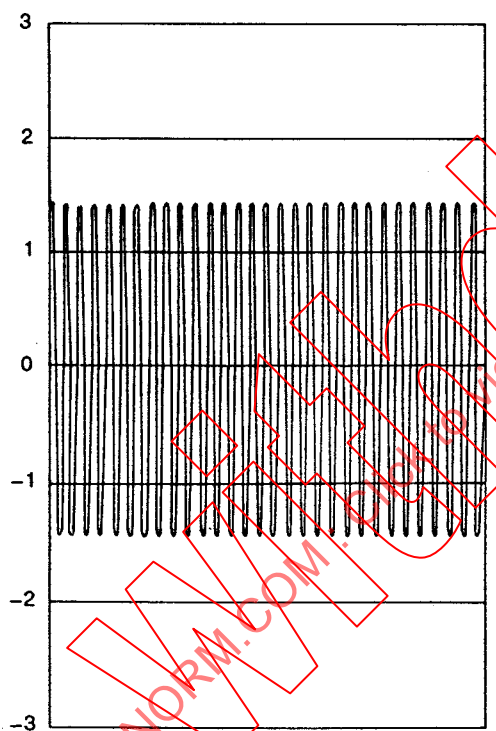


IEC 221/96

G1 RF generator
PA Broadband power amplifier
LPF/HPF Low-pass filter and/or high-pass filter

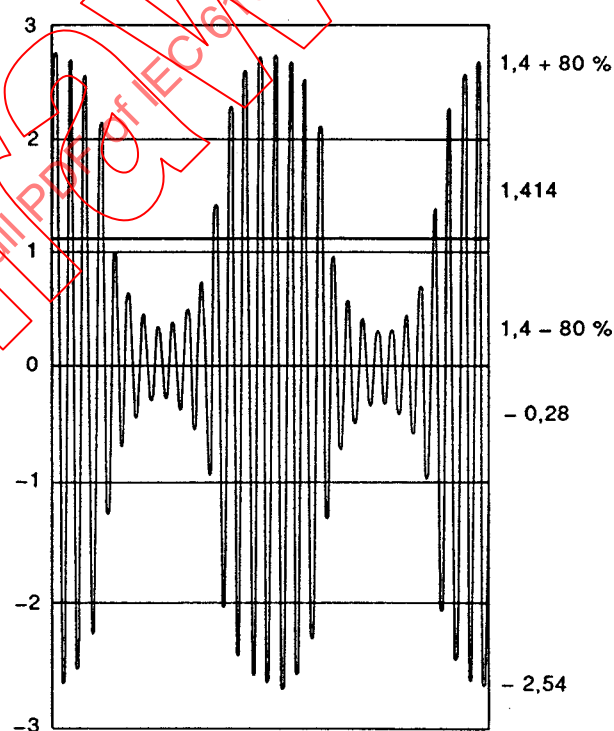
T1 Variable attenuator
T2 Fixed attenuator (6 dB)
S1 RF switch

Figure 3 – Test generator set-up



IEC 222/96

Figure 4a – Unmodulated RF signal
 $U_{pp} = 2,82 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,00 \text{ V}$



IEC 223/96

Figure 4b – Modulated RF signal 80 % AM
 $U_{pp} = 5,09 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,12 \text{ V}$

Figure 4 – Definition of the wave shapes occurring at the output of the EUT port of a coupling device (e.m.f. of test level 1)

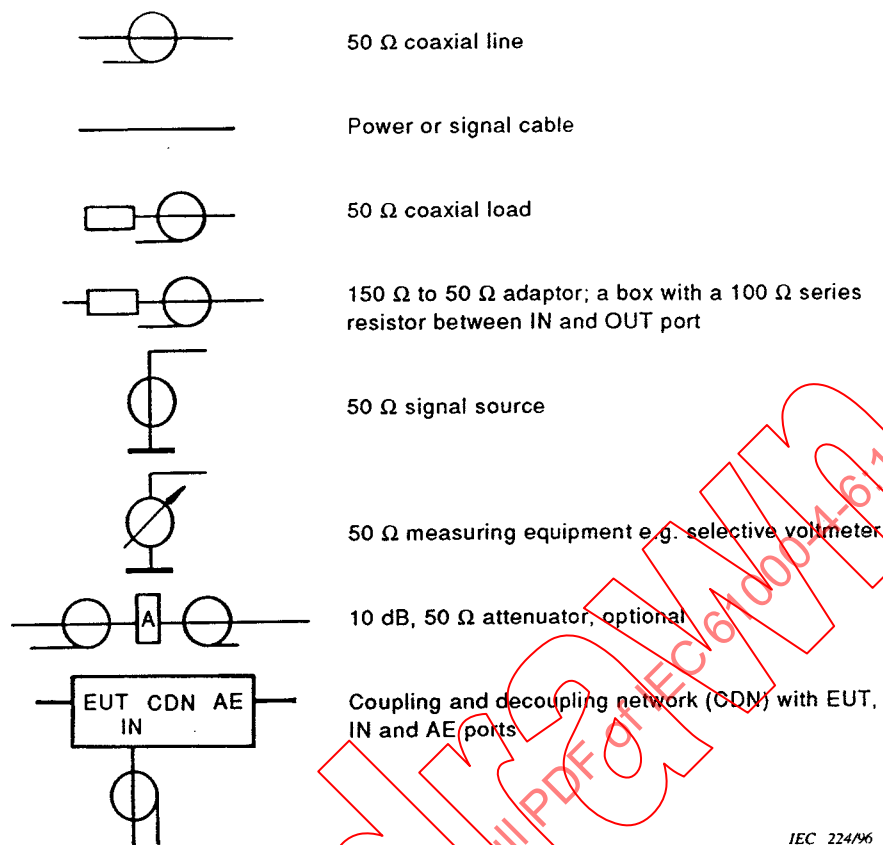


Figure 5a – List of symbols used for the following set-up principles

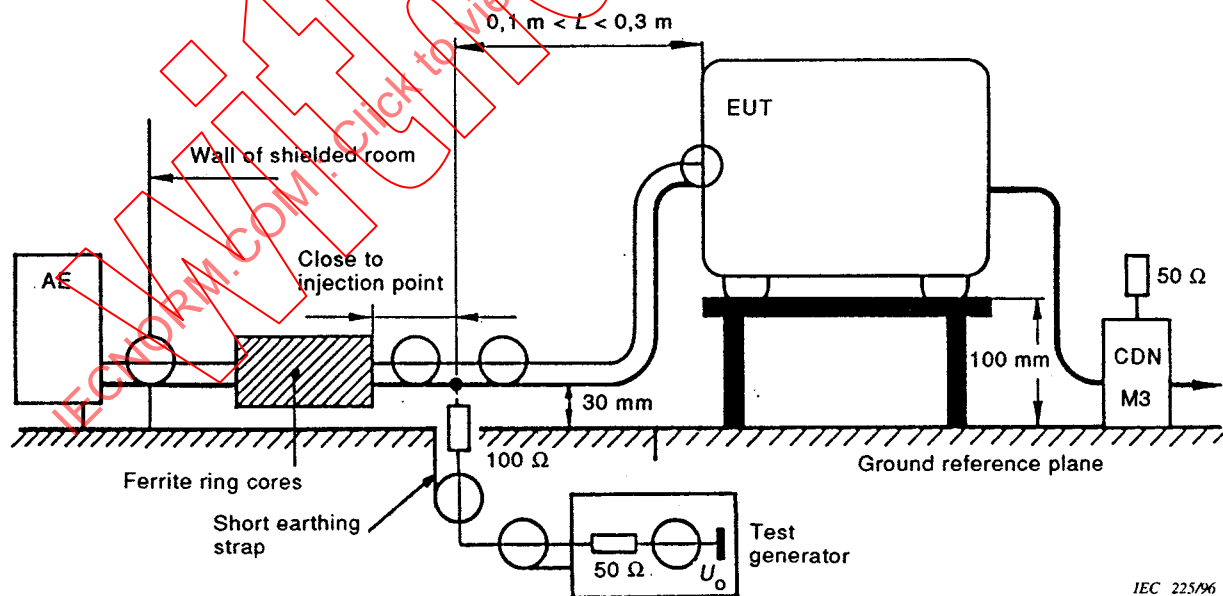


Figure 5b – Principle of direct coupling to screened cables

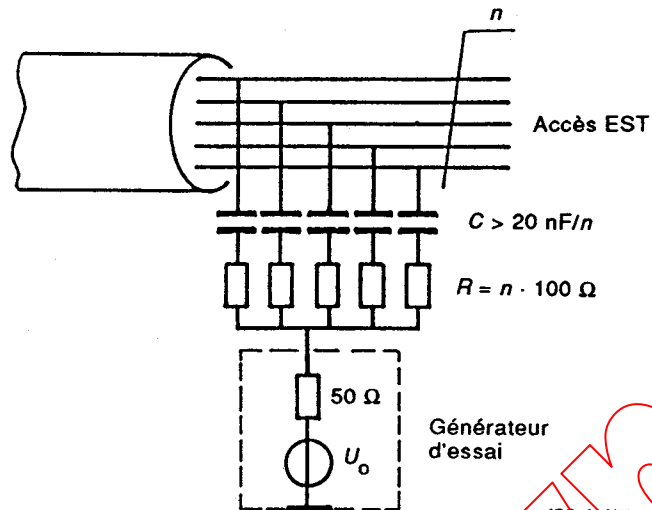
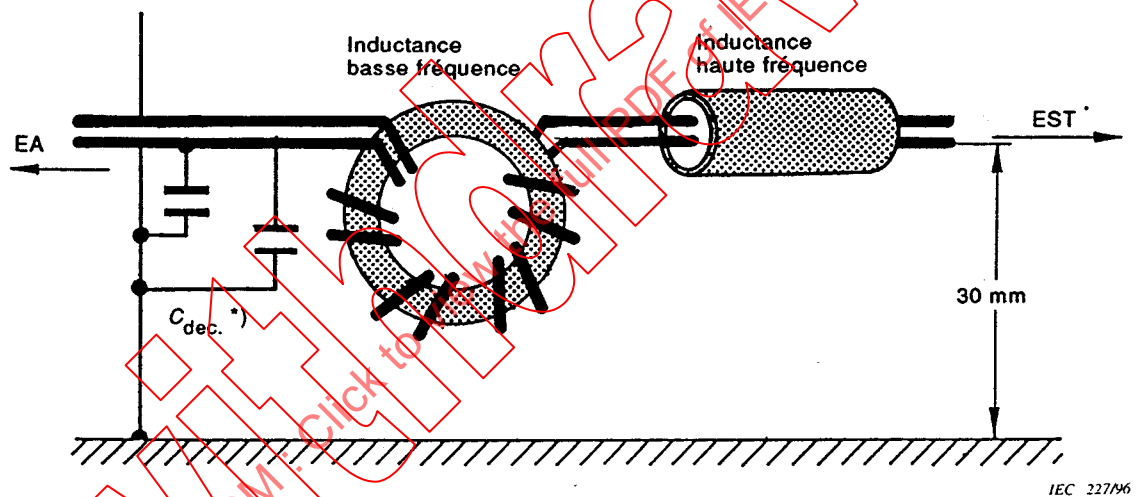


Figure 5c – Principe du couplage sur câbles d'alimentation non blindés



Exemple: $C_{dec.}$ typique = 47 nF (uniquement sur câbles non blindés), $L_{(150 \text{ kHz})} \geq 280 \mu\text{H}$.
 Inductance basse fréquence: 17 tours sur un tore matériau: NiZn, $\mu_T = 1\,200$;
 Inductance haute fréquence: 2-4 tores (formant tube), matériau: NiZn, $\mu_T = 700$

Figure 5d – Principe du découplage

Figure 5 – Principes du couplage et du découplage

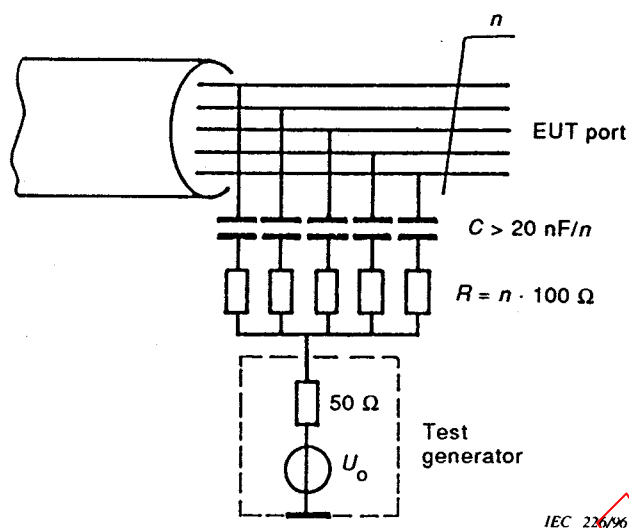
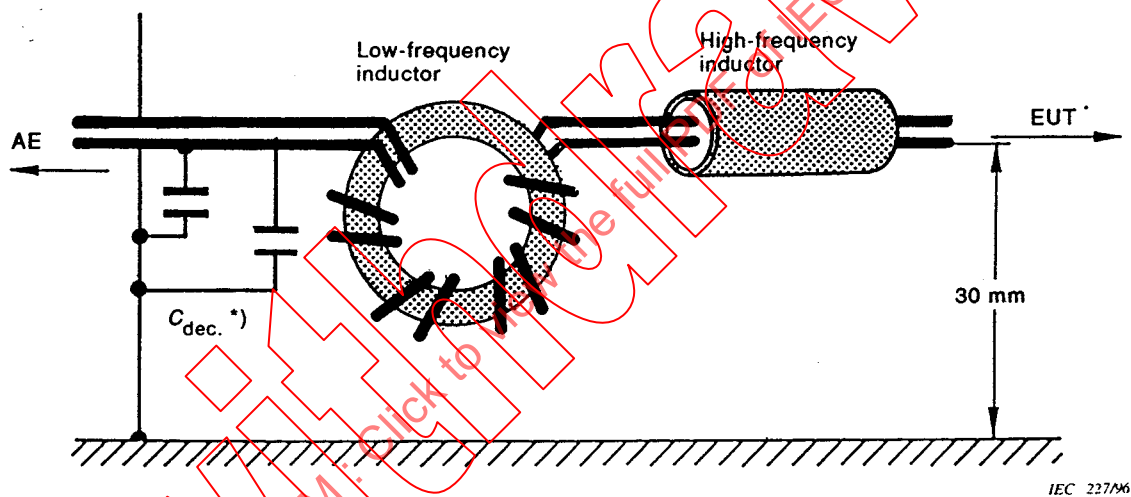


Figure 5c – Principle of coupling to unscreened (supply) cables



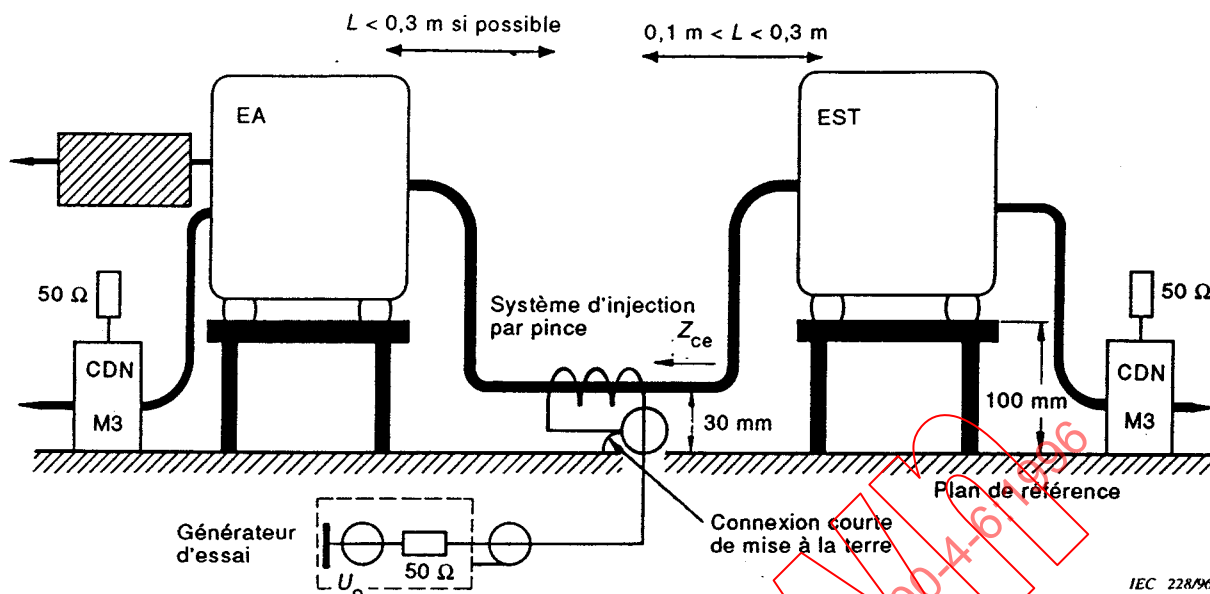
Example: Typically $C_{dec} = 47 \text{ nF}$ (only on unscreened cables), $L_{(150 \text{ kHz})} \geq 280 \text{ } \mu\text{H}$.

Low frequency inductor: 17 turns on a ferrite toroid material: NiZn, $\mu_R = 1\,200$;

High frequency inductor: 2-4 ferrite toroids (forming a tube), material: NiZn, $\mu_R = 700$

Figure 5d – Principle of decoupling

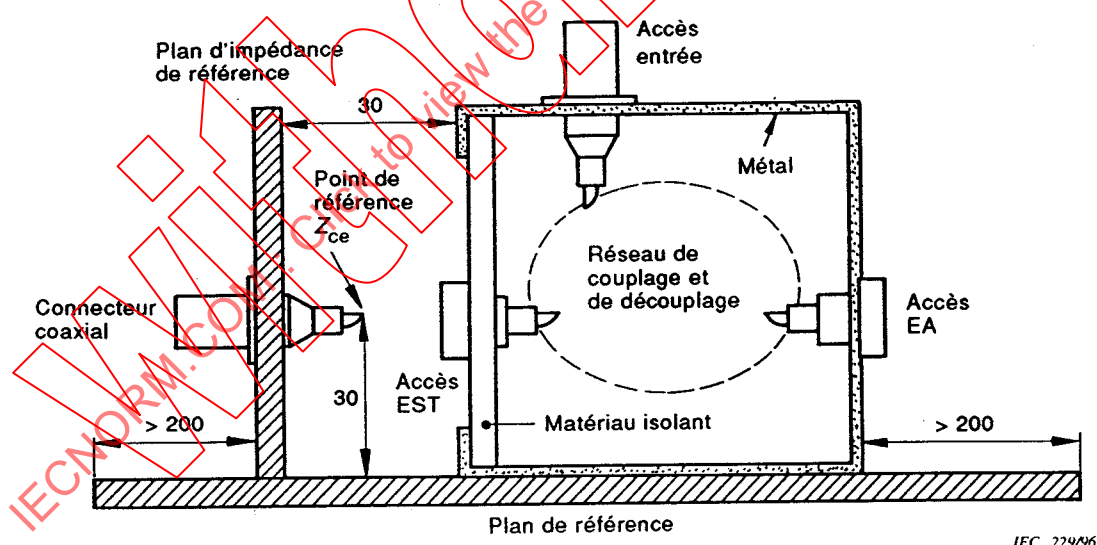
Figure 5 – Principles of coupling and decoupling



NOTE – Le RCD du câble raccordé à l'EA, par exemple le RCD-M1 connecté à la borne de la terre ou le RCD-M3 doivent être adaptés avec 50 Ω sur l'accès d'entrée, (voir 7.2).

Des RCD non chargés sont équivalents à des réseaux de découplage.

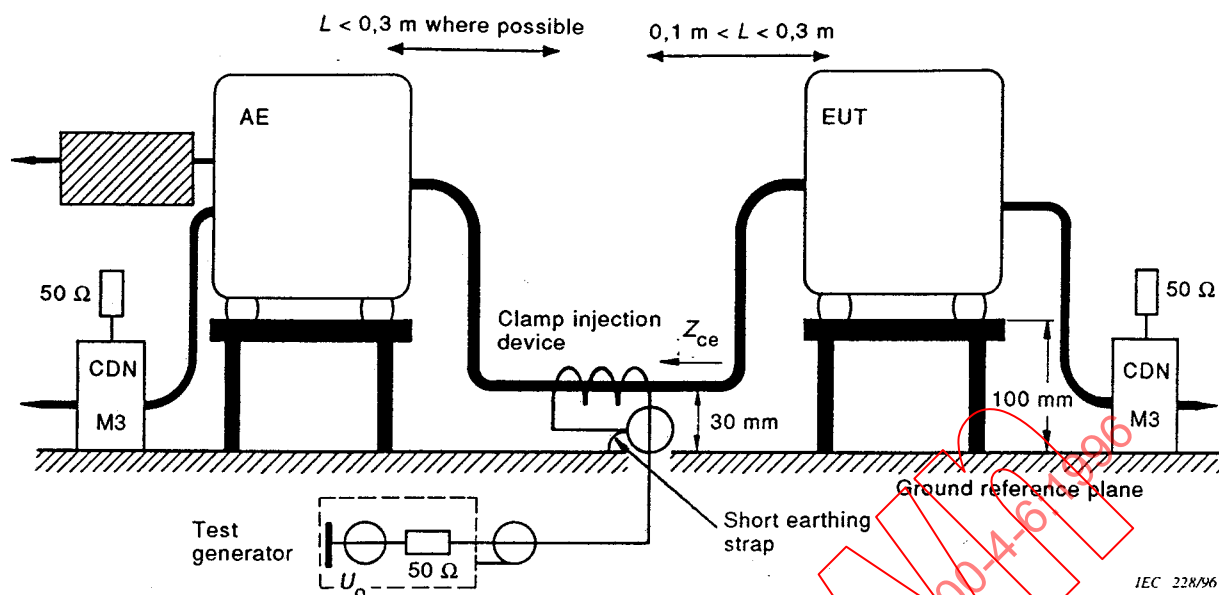
Figure 6 – Principe du couplage et du découplage selon la méthode d'injection par pince



Dimensions en millimètres

- Plan de référence: doit dépasser la géométrie des dispositifs de couplage et de découplage et autres composants d'au moins 0,2 m.
- Plan d'impédance de référence (avec connecteur BNC): 0,1 m × 0,1 m.
- Les deux plans doivent être en cuivre, en laiton ou en aluminium et présenter un bon contact radioélectrique.

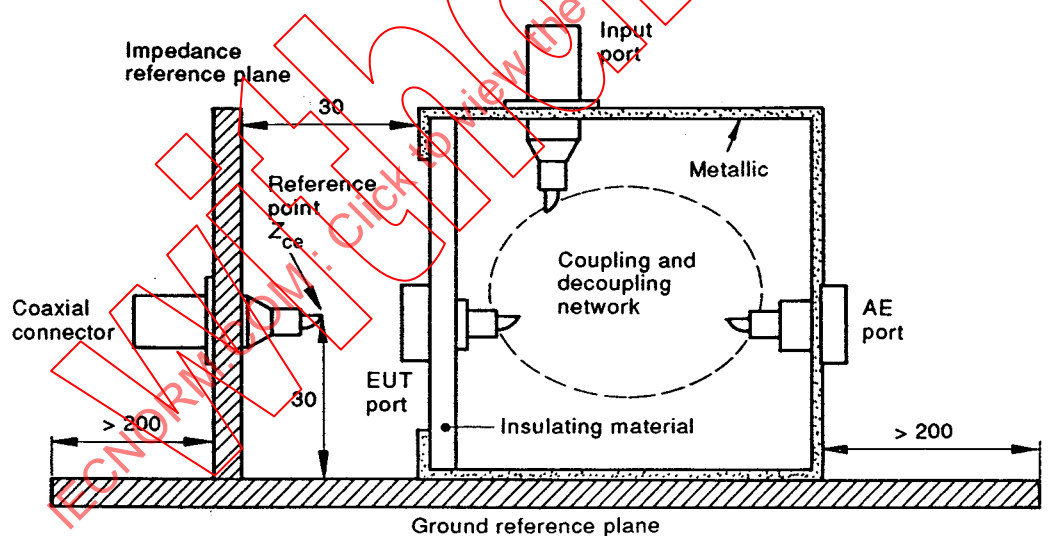
Figure 7a – Exemple de la géométrie du montage servant à vérifier les caractéristiques d'impédance des dispositifs de couplage et de découplage



NOTE – The CDN connected to the AE, e.g. CDN-M1 connected to the dedicated earth terminal or CDN-M3, shall be terminated with 50 Ω at the input-port (see 7.2).

Unterminated CDNs are equivalent to decoupling networks.

Figure 6 – Principle of coupling and decoupling according to the clamp injection method

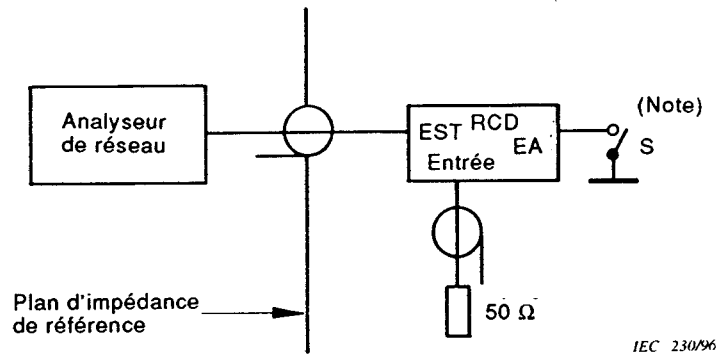


IEC 229/96

Dimensions in millimetres

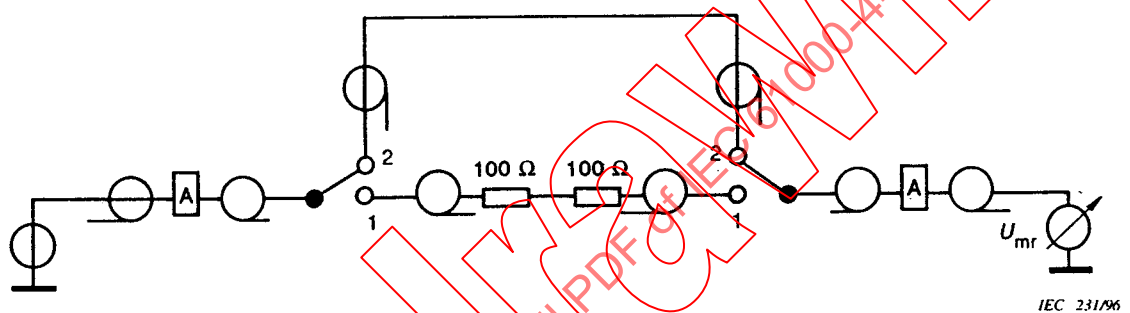
- Ground reference plane: shall exceed the projection of the coupling and decoupling devices and other components by at least 0,2 m.
- Impedance reference plane (with BNC connector): 0,1 m x 0,1 m.
- Both planes shall be made out of copper, brass or aluminum and must have good RF contact.

Figure 7a – Example of the set-up geometry to verify the impedance characteristics of the coupling and decoupling devices



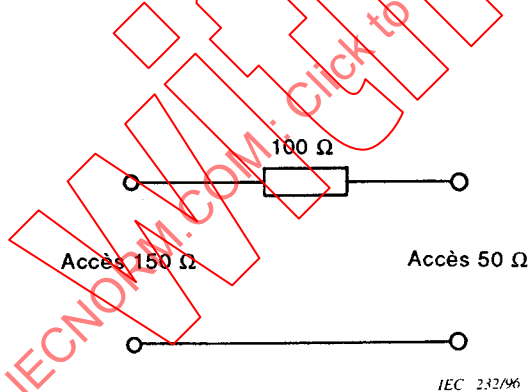
NOTE - L'impédance requise s'obtient avec l'interrupteur S ouvert et fermé (voir 6.3).

Figure 7b - Principe du montage des dispositifs de couplage et de découplage servant à vérifier Z_{ce}



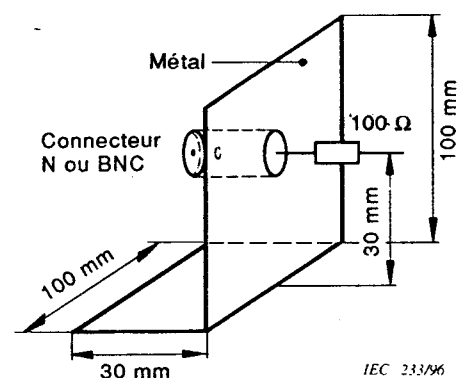
Perte d'insertion = $U_{mr}(\text{position 2 des commutateurs}) - U_{mr}(\text{position 1 des commutateurs})$
dB dB (μV)

Figure 7c - Principe du montage servant à mesurer la perte d'insertion de deux adaptateurs 150 Ω à 50 Ω



NOTE - Résistance: à faible inductance $P \geq 2,5$ W

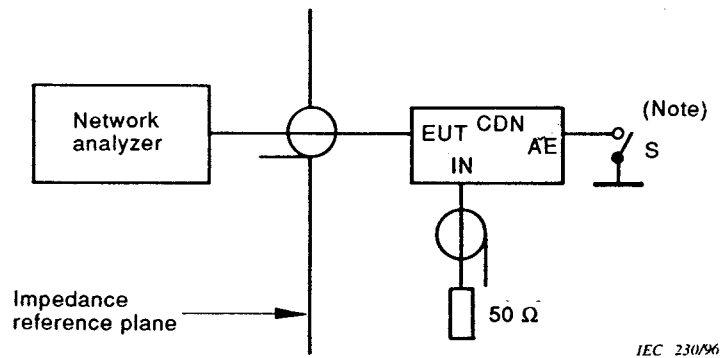
Figure 7d - Adaptateurs 150 Ω - 50 Ω



NOTE - Identique à la figure 7a (plan d'impédance de référence, mais avec une résistance à faible impédance ajoutée de 100 Ω).

Figure 7e - Schéma de construction de l'adaptateur 150 Ω - 50 Ω

Figure 7 - Détails des montages et composants utilisés pour vérifier les caractéristiques principales des dispositifs de couplage et de découplage et des adaptateurs 150 Ω - 50 Ω



NOTE - The impedance requirement shall be met with open and closed switch S (see 6.3).

Figure 7b - Set-up principle to verify Z_{ce} of the coupling and decoupling devices

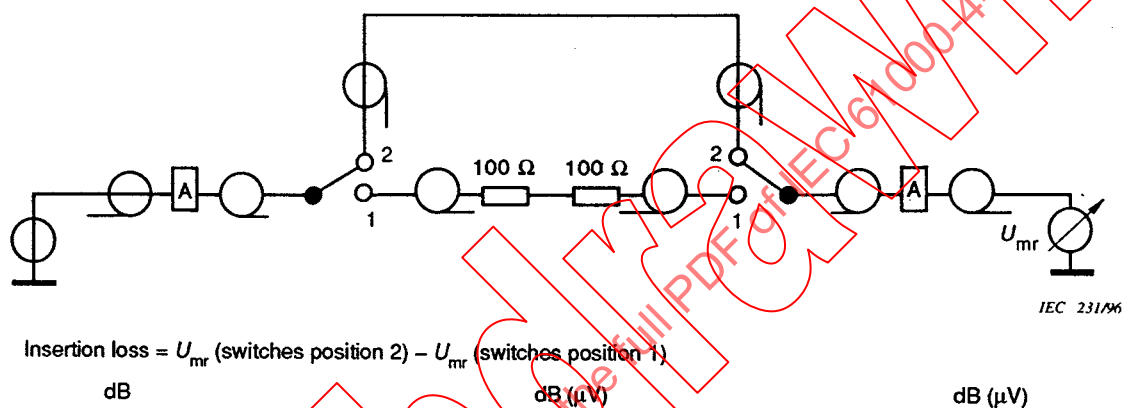
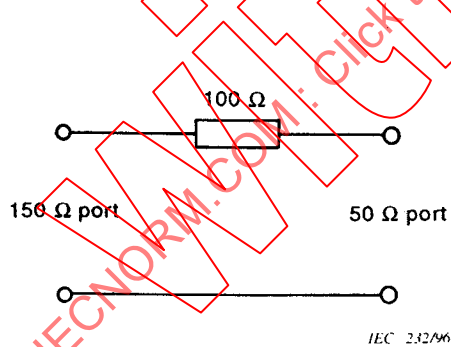
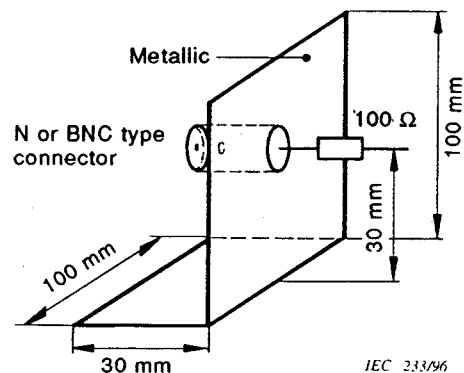


Figure 7c - Set-up principle for measuring the insertion loss of two 150 Ω to 50 Ω adaptors



NOTE - Low inductance resistor: $P \geq 2,5$ W

Figure 7d - Circuit of the 150 Ω to 50 Ω adaptor



NOTE - Identical with figure 7a (impedance reference plane), but with 100 Ω low inductance resistor added.

Figure 7e - Construction diagram of the 150 Ω to 50 Ω adaptor

Figure 7 - Details of set-ups and components to verify the essential characteristics of coupling and decoupling devices and the 150 Ω to 50 Ω adaptors

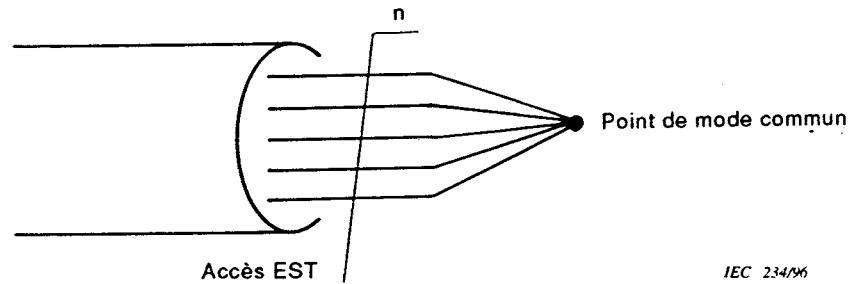


Figure 8a – Définition d'un point de mode commun avec câbles non blindés

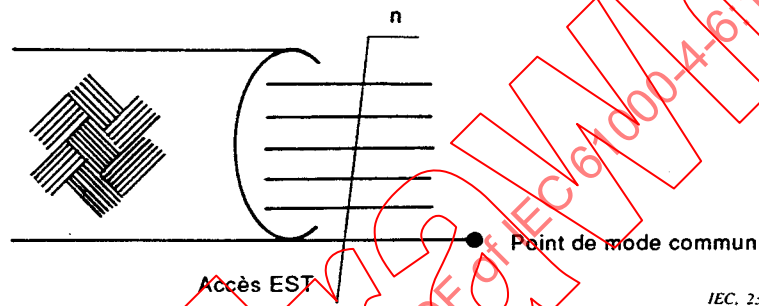
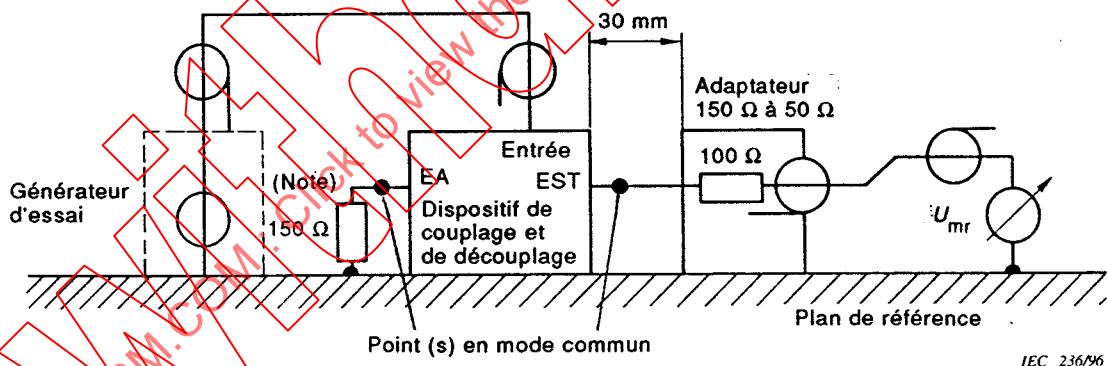


Figure 8b – Définition d'un point de mode commun avec câbles blindés



Exemples de dispositifs de couplage et découplage:

- réseaux de couplage et découplage (RCD)
- réseau d'injection directe (avec découplage)
- dispositif d'injection par pince (pince de courant ou électromagnétique)

NOTE – La charge de $150\ \Omega$, par exemple un adaptateur $150\ \Omega$ à $50\ \Omega$ chargé par $50\ \Omega$ au niveau de l'accès de l'équipement auxiliaire (EA) ne doit s'appliquer qu'aux câbles non blindés (le blindage des câbles blindés doit être raccordé au plan de référence du côté équipement auxiliaire (EA)).

Figure 8c – Montage utilisé pour régler le niveau à l'accès EST des dispositifs de couplage et de découplage

Figure 8 – Montage de réglage du niveau (voir 6.4.1)

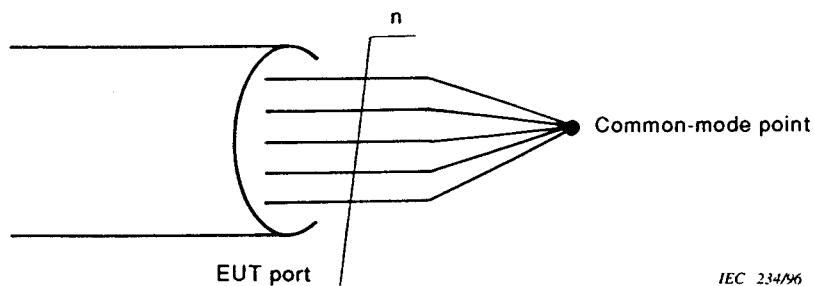


Figure 8a – Definition of a common-mode point with unscreened cables

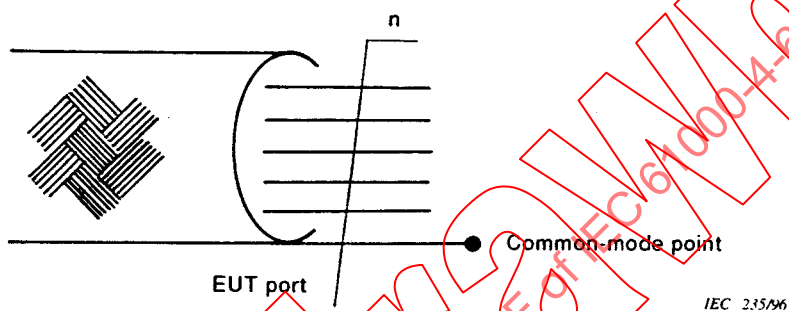
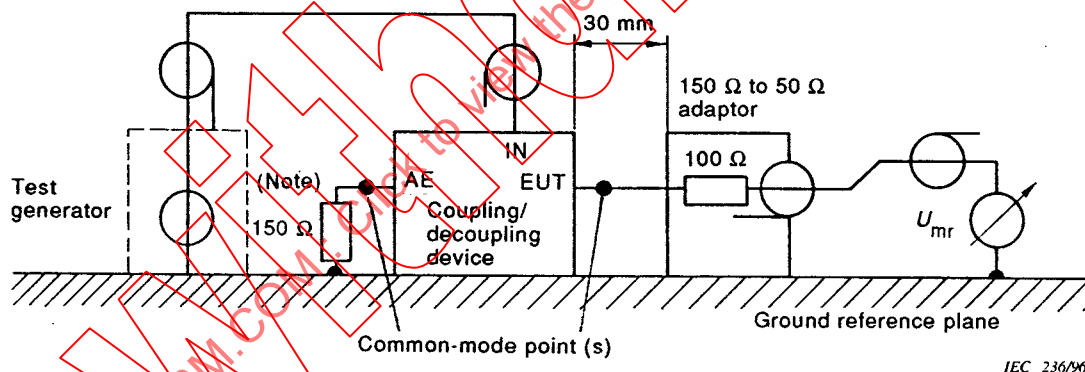


Figure 8b – Definition of a common-mode point with screened cables



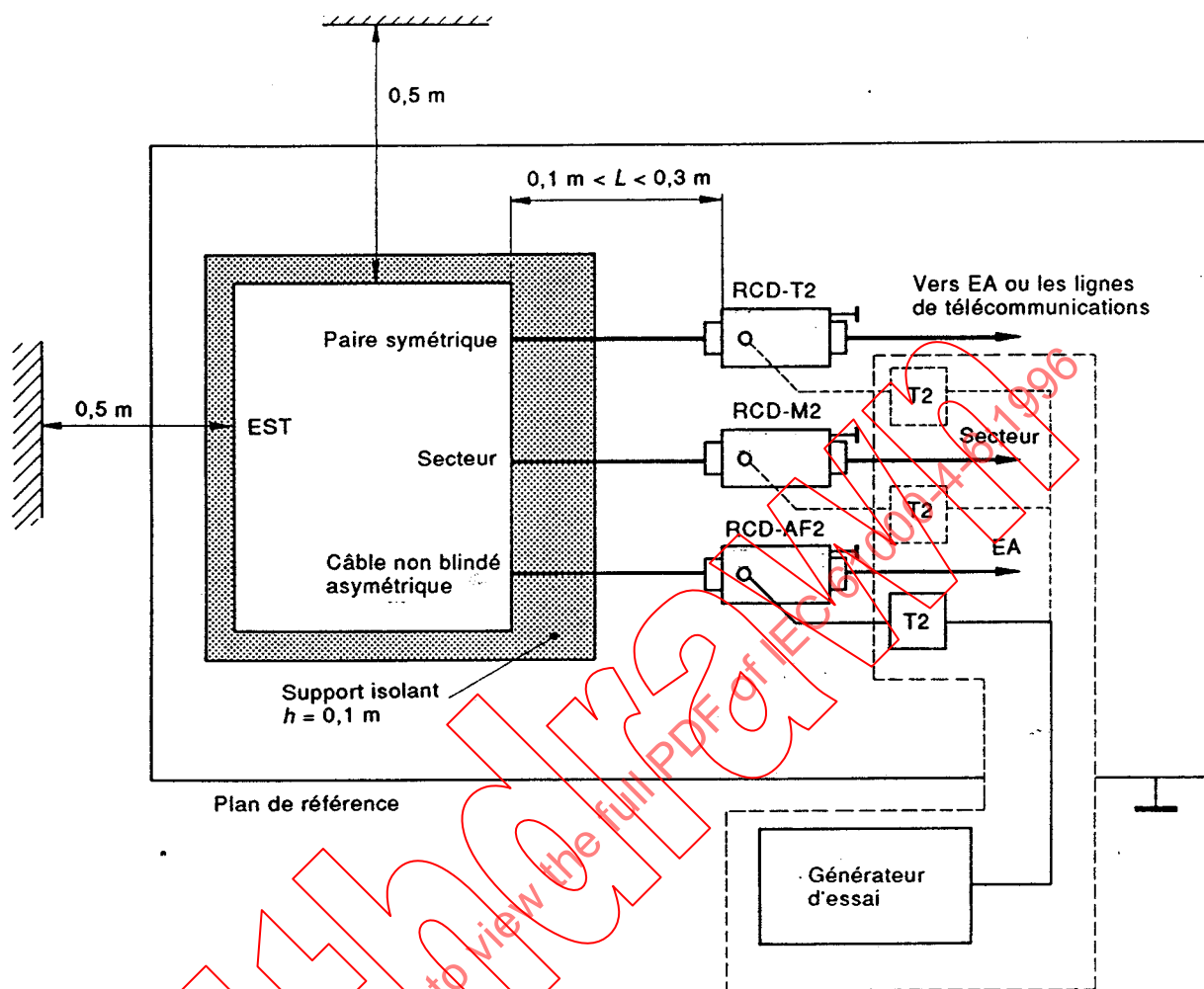
Examples of coupling and decoupling devices:

- coupling and decoupling networks (CDNs)
- direct injection network (with decoupling)
- clamp injection device (current clamp or EM-clamp)

NOTE - The 150 Ω loading, e.g. a 150 Ω to 50 Ω adaptor terminated with a 50 Ω load, at the AE-port shall only be applied to unscreened cables (screened cables have their screen connected to the ground reference plane at the AE-side)

Figure 8c – Set-up for level setting at the EUT port of coupling and decoupling devices

Figure 8 – Set-up for level setting (see 6.4.1)

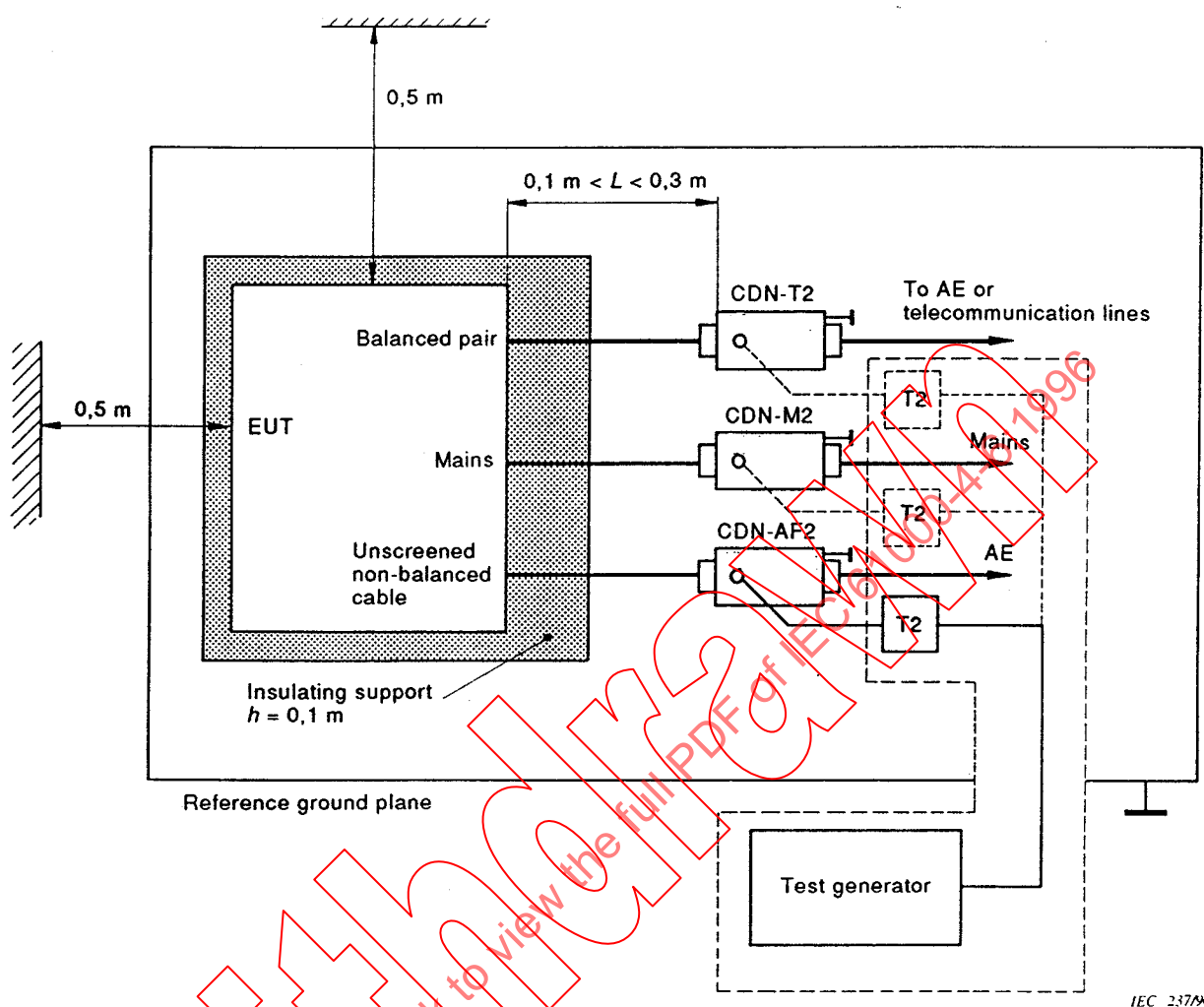


IEC 237/96

NOTE – L'EST doit être placé à au moins 0,5 m de tout obstacle métallique.

Tous les accès d'entrée non sollicités des RCD doivent être chargés par 50 Ω .

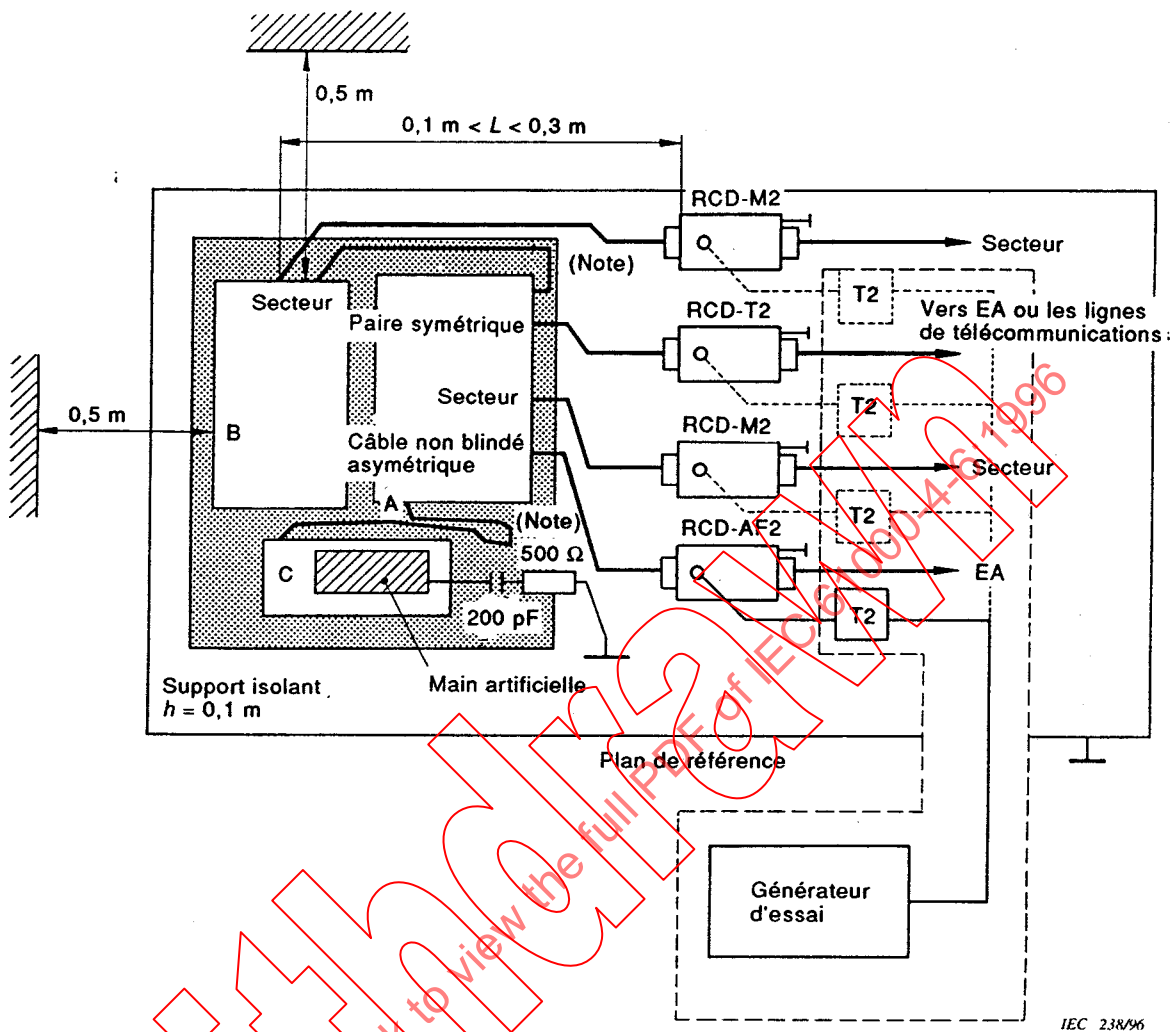
Figure 9 – Exemple de montage d'essai avec un système à une seule unité pour matériel de sécurité classe II (voir CEI 536)



NOTE – The EUT clearance from any metallic obstacles shall be at least 0,5 m.

All non-excited input ports of the CDNs shall be terminated by 50 Ω loads.

Figure 9 – Example of test set-up with a single-unit system for class II safety equipment (see IEC 536)

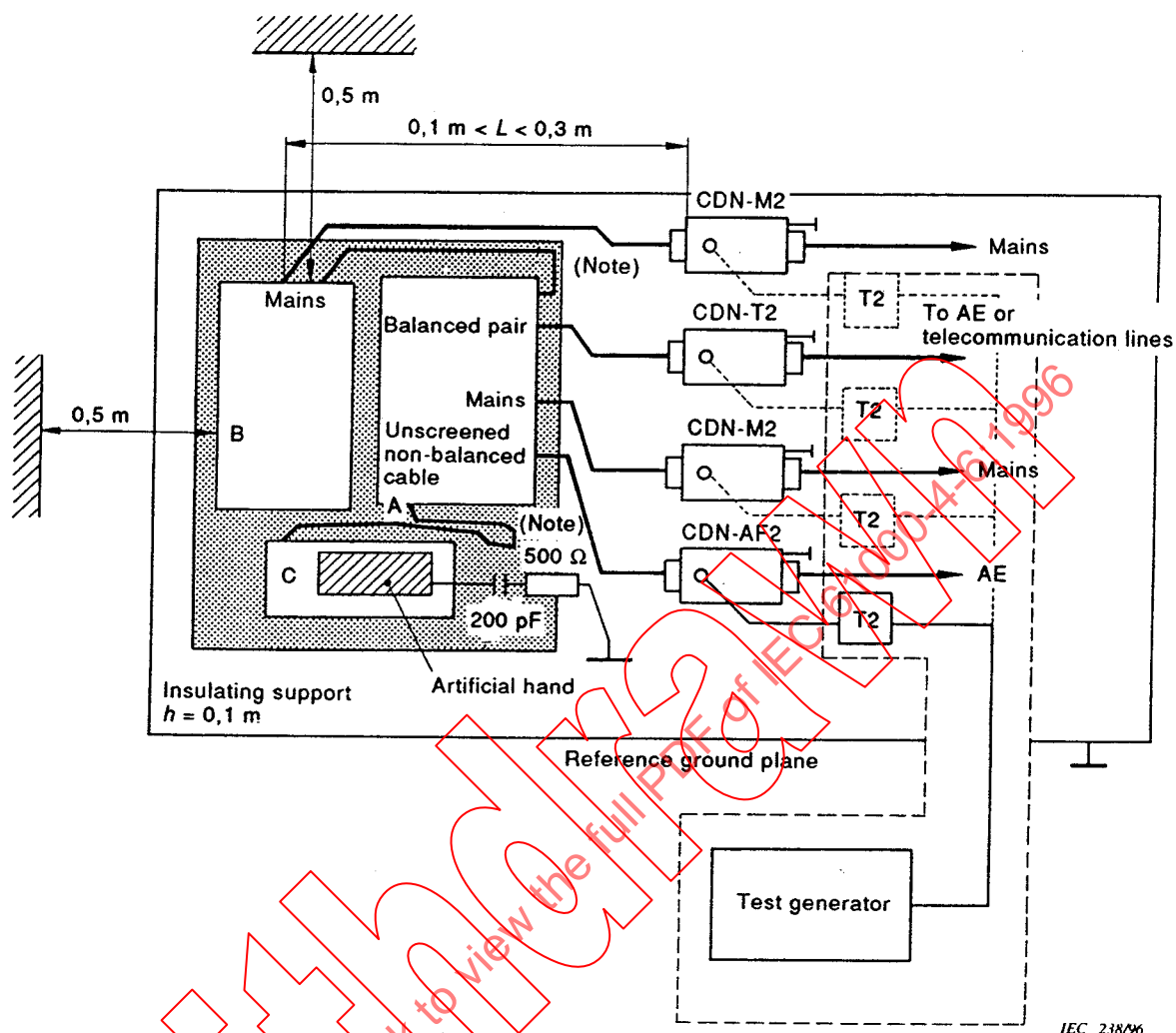


NOTE – L'EST doit être placé à au moins 0,5 m de tout obstacle métallique.

Tous les accès d'entrée non sollicités des RCD doivent être chargés par 50 Ω .

Les câbles d'interconnexion (≤ 1 m) de l'EST doivent rester sur le support isolant.

Figure 10 – Exemple de montage d’essai avec un système à plusieurs unités, considéré comme système à une seule unité pour matériel de sécurité classe II (voir CEI 536)



NOTE – The EUT clearance from any metallic obstacles shall be at least 0,5 m.

All non-excited input ports of the CDNs shall be terminated by 50 Ω loads.

Interconnecting cables (≤ 1 m) belonging to the EUT shall remain on the insulating support.

Figure 10 – Example of a test set-up with a multi-unit system, considered as a single EUT for class II safety equipment (see IEC 536)

Annexe A (normative)

Informations supplémentaires pour la méthode d'injection par pince

La pince électromagnétique (EM) ou la pince de courant peuvent être utilisées avec la plupart des câbles et des équipements comme méthode de substitution en accord avec 7.2 et 7.3.

A.1 Pince d'injection en courant

La méthode d'injection par pince de courant s'utilise principalement pour injecter des tensions radioélectriques sur des câbles séparés, ou sur des faisceaux de câbles entre deux unités.

La pince de courant a pour but de maintenir en dessous de 1 dB les pertes de transmission du montage d'essai lorsque l'essai s'effectue sur un système 50 Ω avec une pince de courant installée et reliée à une charge de 50 Ω à son accès d'entrée. La figure A.1 montre la configuration du montage de réglage du niveau, et la figure A.2 en indique la constitution.

Le niveau de la pince de courant est réglé avant l'essai. La procédure de réglage du niveau d'essai est décrite en 6.4.1 et illustrée par la figure 8. Lorsque le réglage ne s'effectue pas à 150 Ω , mais avec un montage d'essai 50 Ω , la procédure suivante devra s'appliquer.

- Le blindage du câble raccordé à l'entrée de la pince d'injection doit également être raccordé par une connexion basse impédance au plan de référence du montage d'essai.
- Le montage d'essai doit être chargé, à une extrémité, par une charge coaxiale de 50 Ω , et à l'autre avec un atténuateur de puissance présentant un ROS inférieur à 1,2 sur toute la gamme des fréquences concernées. Cet atténuateur de puissance doit être raccordé à l'entrée 50 Ω du voltmètre radio fréquence ou de l'analyseur de spectre radio fréquence.
- Le niveau de sortie du générateur doit être augmenté jusqu'à ce que le niveau de tension mesuré sur le voltmètre HF ou l'analyseur de spectre atteigne le niveau d'essai requis moins 6 dB, voir 6.4.1. Le niveau de sortie du générateur doit être enregistré à chaque pas de fréquence. Voir figure A.1.

A.2 Pince électromagnétique (EM)

La construction et la conception de la pince électromagnétique sont données aux figures A.3 et A.4.

La pince électromagnétique EM, (contrairement aux pinces classiques d'injection de courant), présente une directivité ≥ 10 dB à des fréquences supérieures à 10 MHz, il n'est donc plus nécessaire d'avoir une impédance particulière entre le point en mode commun de l'équipement auxiliaire EA et le plan de référence. Aux fréquences supérieures à 10 MHz, la pince électromagnétique (EM) se comporte comme un RCD.

La procédure de réglage du niveau de la pince électromagnétique (EM) doit se dérouler selon 6.4.1, dans un environnement 150 Ω , voir figure 8.

Annex A (normative)

Additional information regarding clamp injection

The alternative method, that is applicable to most cables and the equipment, uses the EM-clamp or current clamp in accordance with 7.2 and 7.3.

A.1 Current injection clamp

The current injection clamp is mainly used for injecting RF voltages on to individual wires or whole cable looms between two units.

The required performance of the current clamp is that the transmission loss of the test jig shall not exceed 1 dB when tested in a 50 Ω system with a current clamp installed and terminated at its input port by a 50 Ω load. A circuit of the level setting set-up is given in figure A.1 and a drawing of the test jig is given in figure A.2.

The signal level applied to the current injection clamp is set prior to the test. The test level setting procedure is given in 6.4.1 and figure 8. When the level setting is not carried out in a 150 Ω impedance environment but in a 50 Ω test jig, the following procedure shall be followed.

- The screen of the cable connected to the input port of the injection clamp shall also be connected to the test jig's reference plane by a low impedance connection.
- The test jig shall be terminated at one end with a 50 Ω coaxial load and at the other end with a power attenuator with a VSWR less than 1,2 over the frequency range of interest. The power attenuator shall be connected to the 50 Ω input of an RF voltmeter or an RF spectrum analyzer.
- The output level of the generator shall be increased until the voltage level measured on a RF voltmeter or spectrum analyzer reaches the test level required minus 6 dB, see 6.4.1. The output level of the generator shall be recorded at each step frequency, see figure A.1.

A.2 EM clamp

The construction and concept of the EM-clamp are given in figures A.3 and A.4.

The EM-clamp (in contrast to the conventional current injection clamp) has a directivity ≥ 10 dB, above 10 MHz, so that a dedicated impedance between the common-mode point of the AE and the ground reference plane is no longer required. Above 10 MHz, the behaviour of the EM-clamp is similar to that of a CDN.

The level setting procedure for the EM-clamp shall be carried out according to 6.4.1 in a 150 Ω environment as indicated in figure 8.

A.3 Dispositif d'essai

Pour réaliser l'essai, la pince est placée sur le câble à essayer. La pince est alimentée avec le niveau du générateur d'essai défini précédemment, lors de la procédure de réglage de niveau.

Durant un essai, la connexion à la terre est établie depuis l'écran de l'accès d'entrée de la pince d'injection de courant ou de la borne de terre de la pince électromagnétique au plan de référence (voir figures A.6 et A.7).

Lorsque le courant obtenu au cours de l'essai, à la fois avec la pince électromagnétique (EM) et avec la pince de courant dépasse la valeur du courant de circuit nominal (voir 7.3), le niveau de sortie du générateur d'essai doit être réduit jusqu'à ce que le courant soit égal au courant de circuit nominal. Cette valeur de sortie réduite du générateur d'essai doit être consignée dans le compte rendu d'essai.

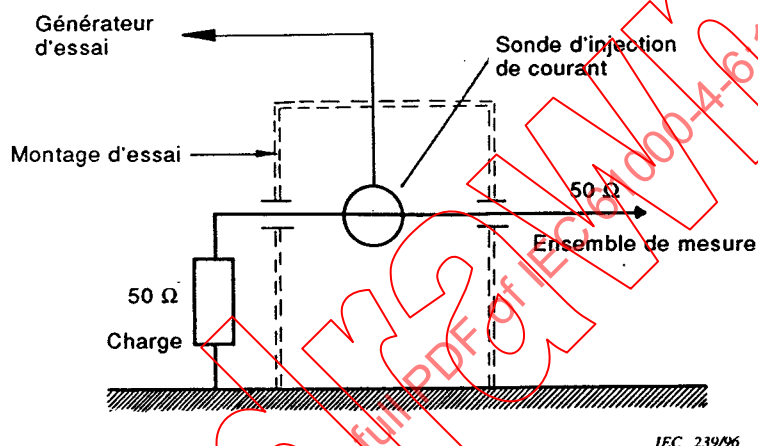
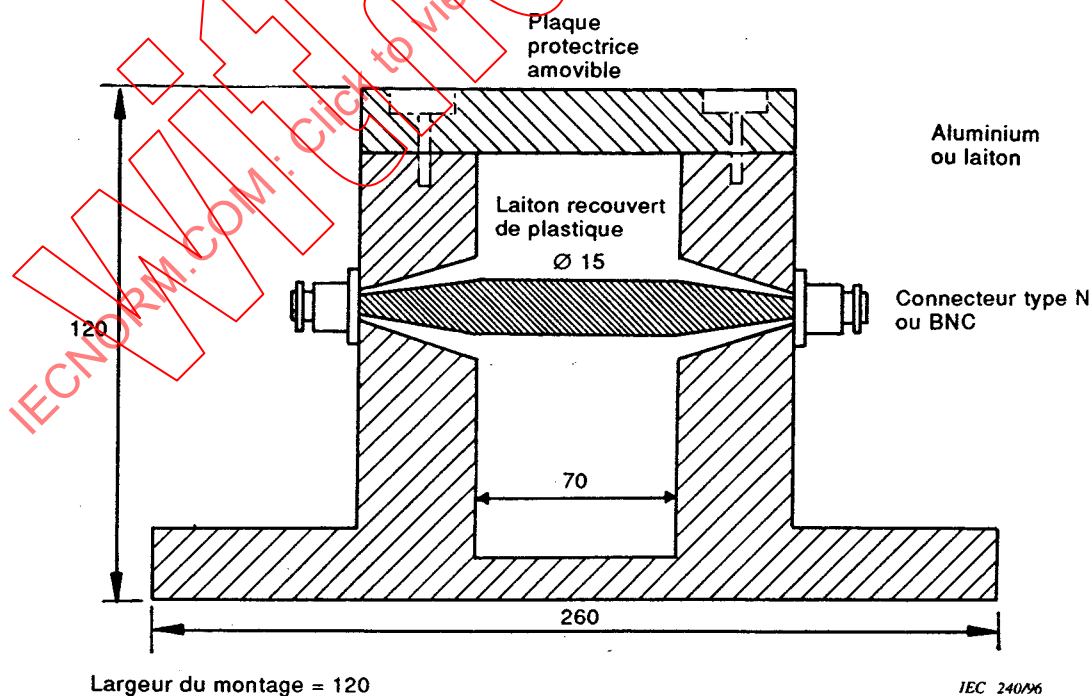


Figure A.1 – Configuration du circuit de réglage du niveau sur un montage d'essai 50 Ω



Dimensions en millimètres

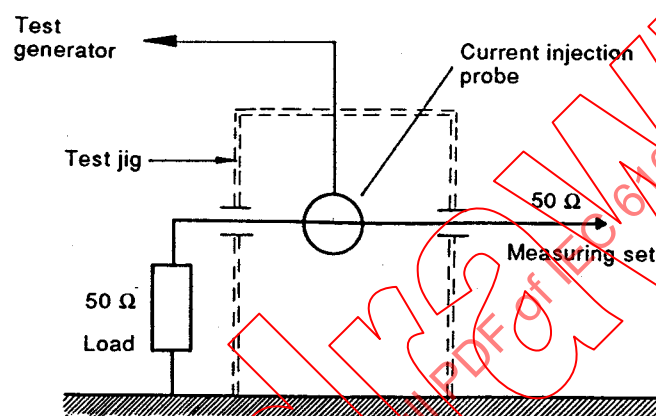
Figure A.2 – Structure du montage d'essai 50 Ω

A.3 Test set-up

To undertake the test, the clamp(s) shall be placed on the cable to be tested. The clamp shall be supplied with the test generator level previously established during the level setting procedure.

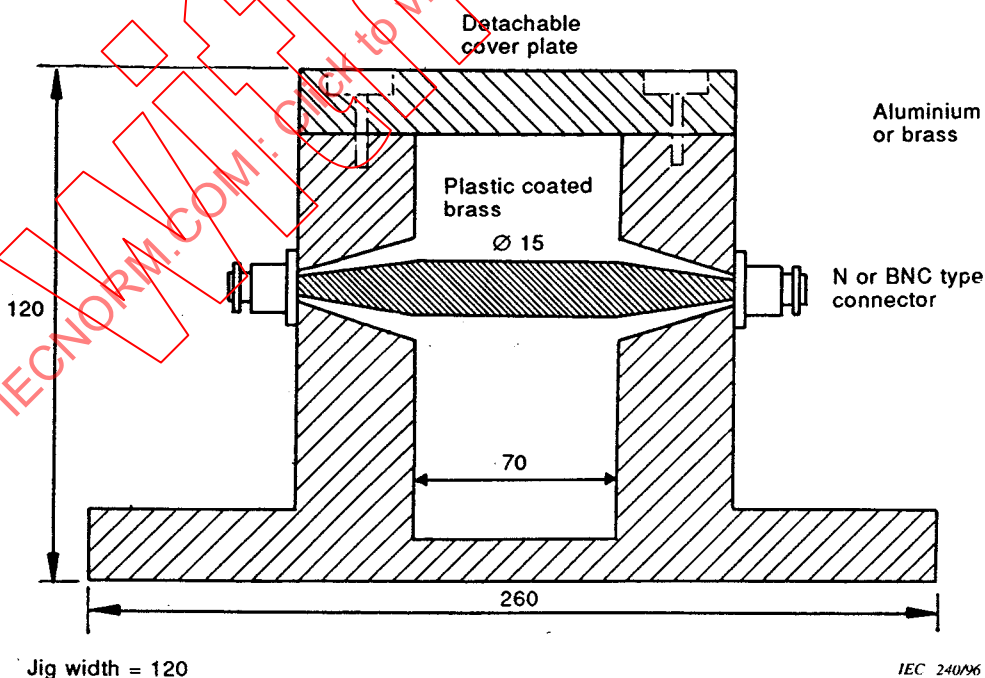
During a test, the ground connection shall be made from the screen of the input port of the current injection clamp or the earth bar of the EM clamp, to the ground reference plane (see figures A.6 and A.7).

When, during testing, the monitored current, both with the EM-clamp and with the current clamp, exceeds the nominal circuit current value (see 7.3), the test generator output level shall be reduced until the current equals this nominal circuit current level. The reduced test generator output value level shall be recorded in the test report.



IEC 239/96

Figure A.1 – Circuit for level setting set-up in a 50 Ω test jig



IEC 240/96

Dimensions in millimetres

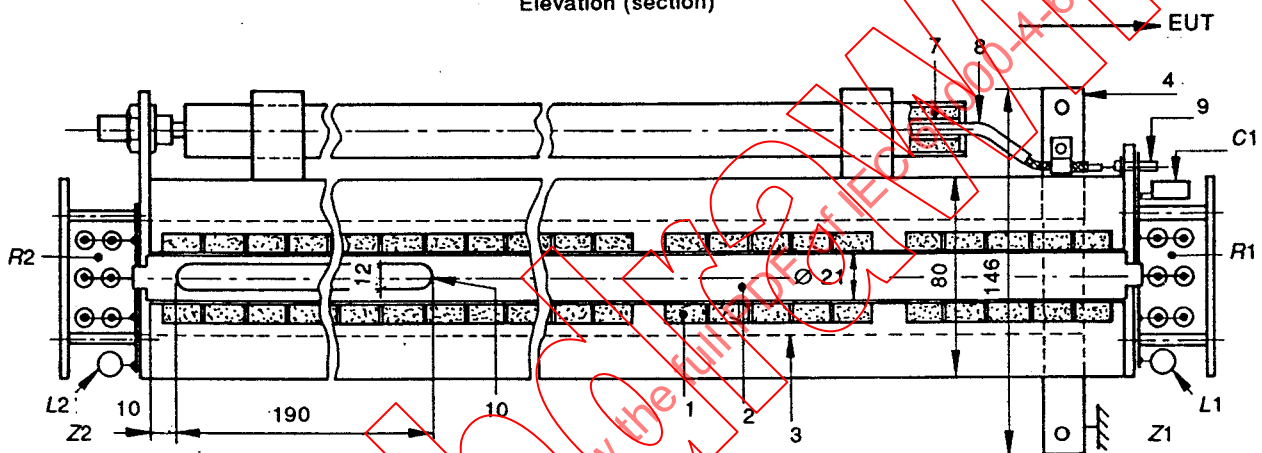
Figure A.2 – The 50 Ω test jig construction

[illegible]

Z2: Impédance série: L_2 : 0,8 μ H, R_2 : 50 Ω / 12 W

Figure A.3 – Détails de construction de la pince électromagnétique (EM)

Elevation (section)



Lower part (top view)

IEC 241/96

Dimensions in millimetres

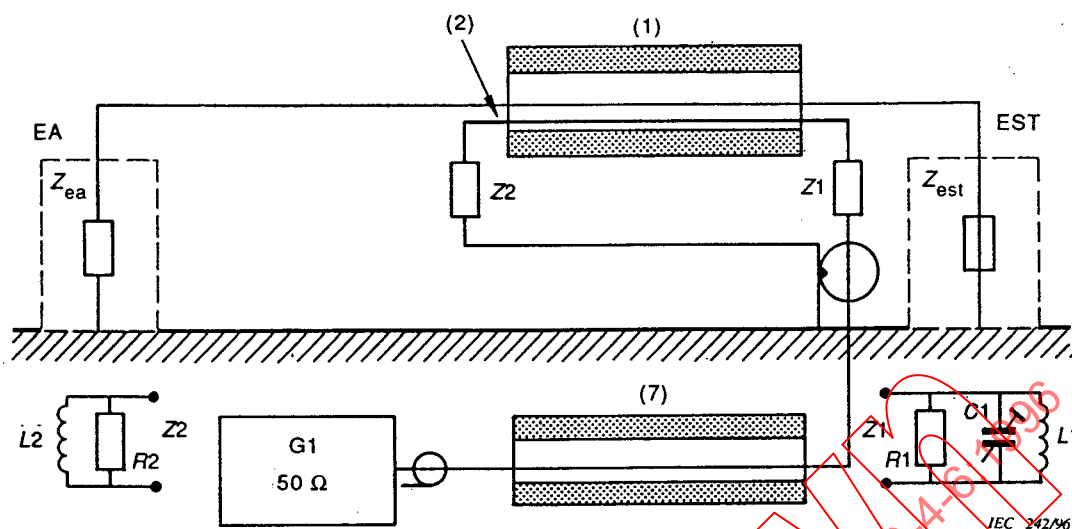
- 1 Ferrite ring cores $\phi 36 \times \phi 23 \times 15$ mm
10 rings, type 4C65, NiZn, $\mu \approx 100$
26 rings, type 3C11, MnZn, $\mu \approx 4\,300$
- 2 Semi-cylinder of copper foil glued to the groove
- 3 Lower conductor plate
- 4 Earth bar
- 5/6 Devices for pressing the cable under test into the groove
Parts from insulating material with pressure springs (not shown)
- 7 Ferrite tube, 4C65
- 8 Coaxial cable, 50 Ω , with BNC connector
- 9 Switch for the disconnection of Z1
- 10 Slot for part No. 2
- 11 Elastic fixing of ferrite (upper semi-ring)
- 12 Lower insulating plate
- 13 Protection plate for Z1, Z2

EUT: Equipment under test

Z1: Series impedance: C_1 : 20-100 pF, L_1 : 0,15 μ H, R_1 : 50 Ω / 12 W

Z2: Series impedance: L_2 : 0,8 μ H, R_2 : 50 Ω / 12 W

Figure A.3 – Construction details of the EM-clamp

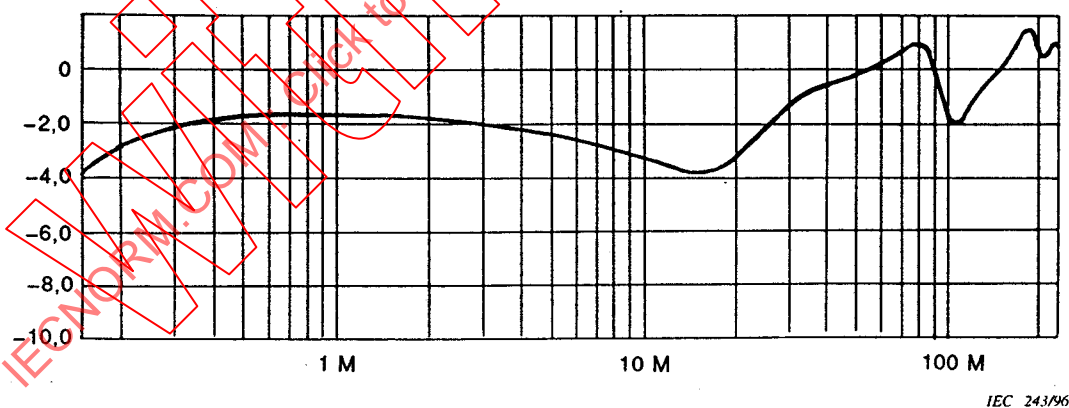


- 1 Tube de ferrite (pince) longueur 0,6 m, ϕ 20 mm, composé de 10 bagues 4C65 ($\mu \approx 100$) côté EST et de 26 bagues 3C11 ($\mu \approx 4\,300$) côté équipement auxiliaire (EA)
- 2 Demi-cylindre en feuille de cuivre
- 7 Tube de ferrite ($\mu \approx 100$) inclus dans la construction de la pince électromagnétique (EM)
- Z1, Z2 intégré pour optimiser la réponse en fréquence et la directivité
- G1 Générateur d'essai

Principe de la pince électromagnétique (EM):

- couplage magnétique par le tube de ferrite (position 1)
- couplage électrique par proximité entre le câble de l'EST et la feuille de cuivre (position 2)

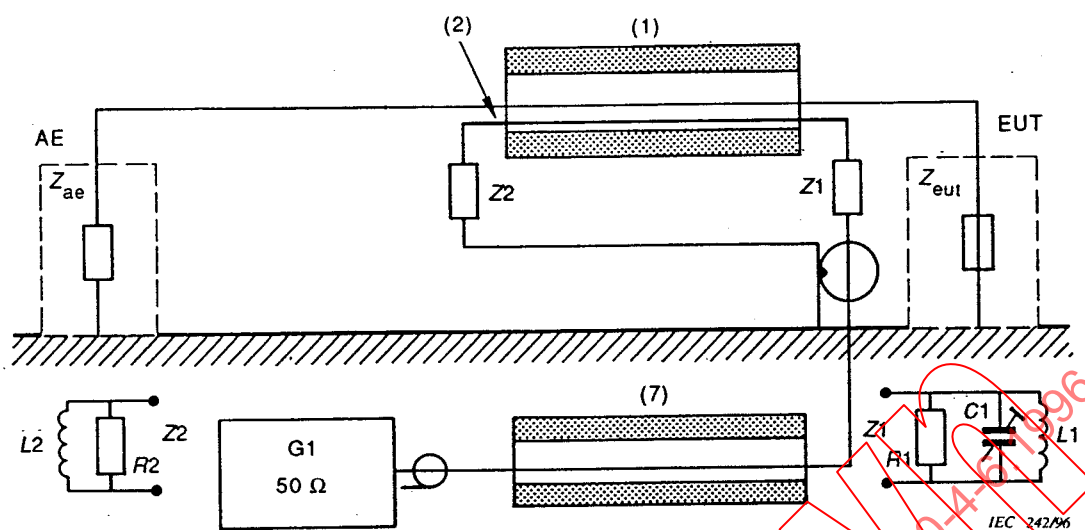
Figure A.4 – Concept de la pince EM (pince ElectroMagnétique)



Caractéristiques typiques d'une construction d'une pince électromagnétique (EM) disponible dans le commerce:

- Plage de fréquences de fonctionnement: 0,15 MHz à 230 MHz
- Réponse en fréquence du facteur de couplage de la pince électromagnétique (EM).
- f.é.m. max. selon tableau 1:
0,15 MHz à 100 MHz; 140 V max. 15 V min.
100 MHz à 230 MHz; 140 V max. 5 V min.
- Directivité et découplage EST/EA ≥ 10 dB au-dessus de 10 MHz

Figure A.5 – Facteur de couplage de la pince électromagnétique (EM)

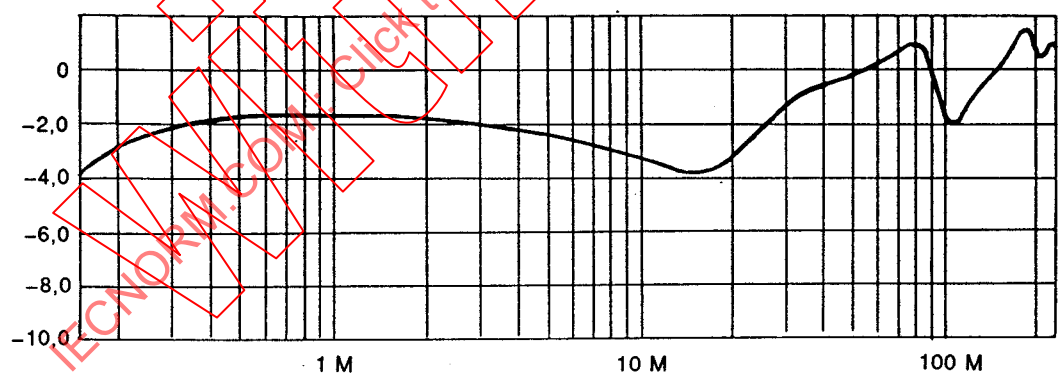


- 1 Ferrite tube (clamp) length 0,6 m, ϕ 20 mm, consisting of 10 rings, 4C65 ($\mu \approx 100$) at the EUT side and 26 rings 3C11 ($\mu \approx 4\,300$) at AE side
- 2 Semi-cylinder of copper foil
- 7 Ferrite tube ($\mu \approx 100$) included in the EM-clamp construction
- Z1, Z2 built in to optimize the frequency response and directivity
- G1 Test generator

Principle of the EM-clamp:

- magnetic coupling by the ferrite tube (item 1)
- electric coupling by close proximity between EUT-cable and copper foil (item 2)

Figure A.4 – Concept of the EM-clamp (ElectroMagnetic clamp)

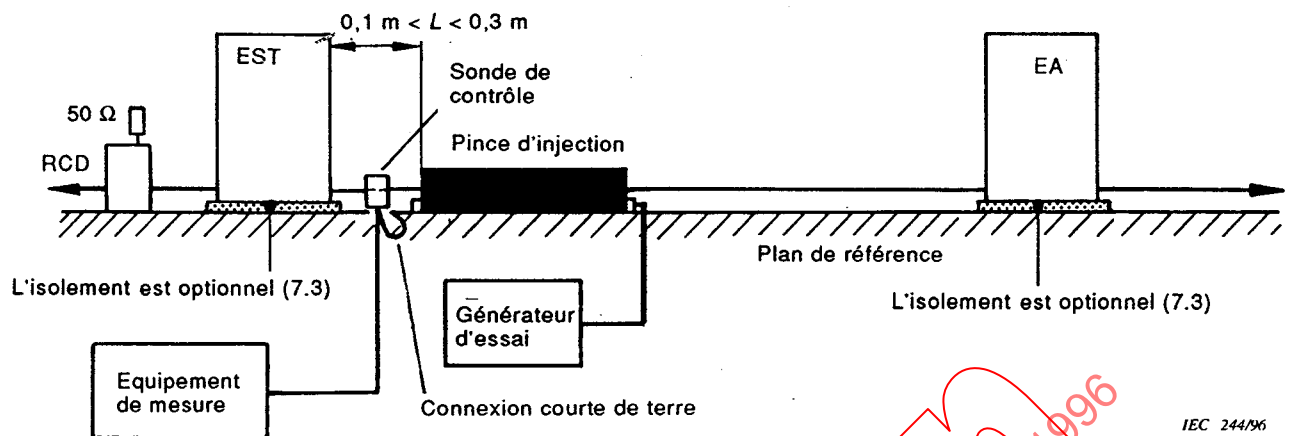


IEC 243/96

Typical characteristics of a commercially available construction of the EM-clamp:

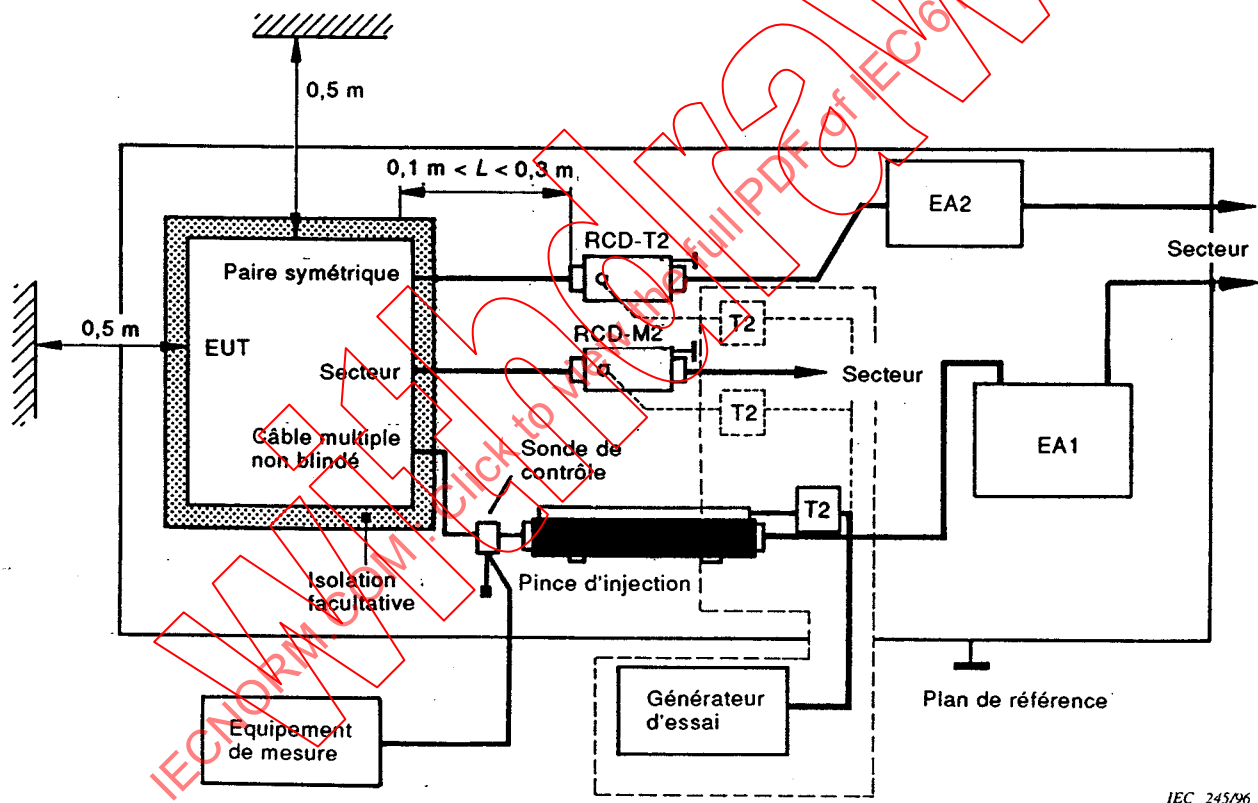
- Operating frequency range: 0,15 MHz to 230 MHz
- Frequency response of the coupling factor of the EM-clamp.
- Max. e.m.f. rating according to table 1:
0,15 MHz to 100 MHz; 140 V max. 15 V min.
100 MHz to 230 MHz; 140 V max. 5 V min.
- Directivity and decoupling EUT/AE ≥ 10 dB beyond 10 MHz

Figure A.5 – Coupling factor of the EM-clamp



IEC 244/96

Figure A.6 – Principe général d'un montage d'essai utilisant des pinces d'injection



IEC 245/96

NOTE – L'EST doit être placé à une distance minimale de 0,50 m de tout obstacle métallique.

Tous les accès d'entrée non excités des RCD doivent être chargés par 50 Ω.

Figure A.7 – Exemple de localisation des appareils d'essai sur le plan de référence (vue en plan) avec utilisation de pinces d'injection

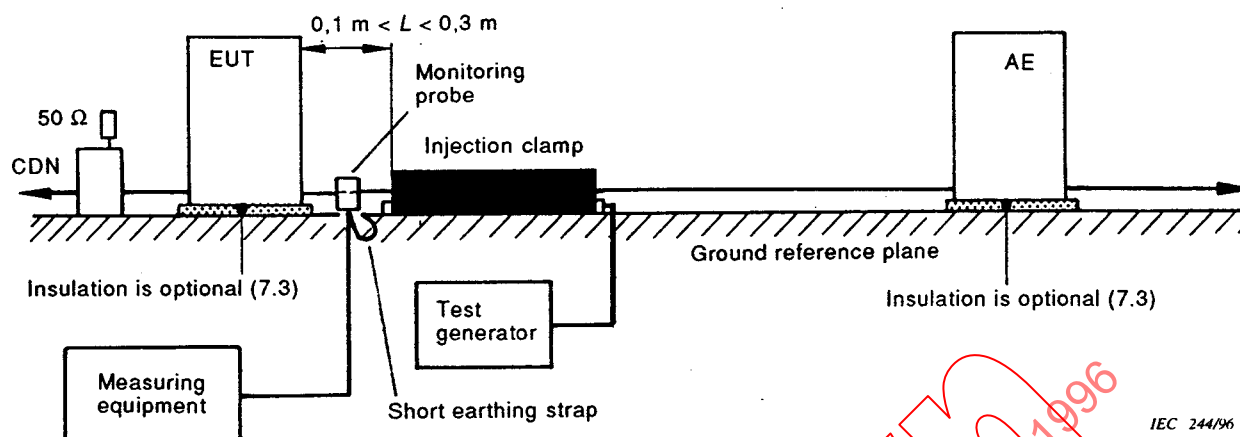
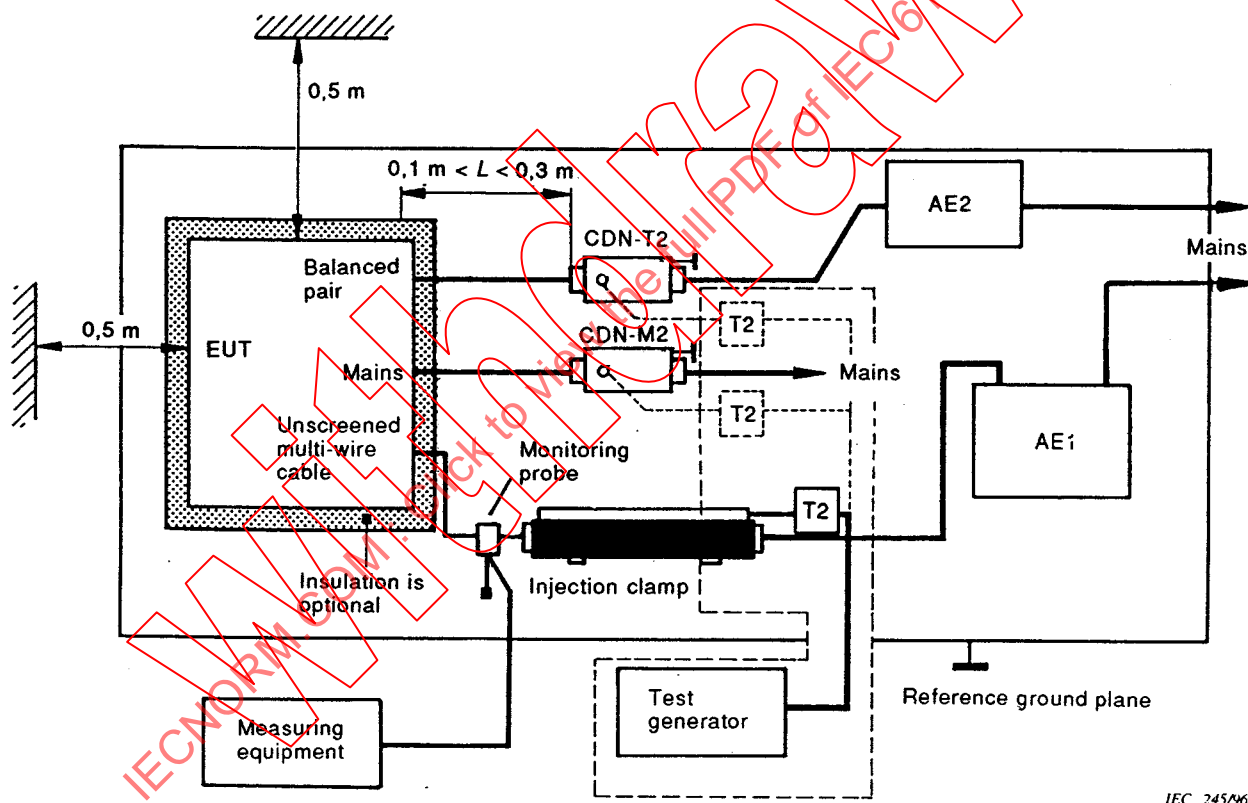


Figure A.6 – General principle of a test set-up using injection clamps



NOTE – The EUT clearance from any metallic obstacles shall be at least 0,5 m.

All non-excited input ports of the CDNs shall be terminated by 50 Ω loads.

Figure A.7 – Example of the test unit locations on the ground plane when using injection clamps (top view)