

**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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Withdrawn

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 ...

Septembre 1996

September 1996

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, $Z_0 = 50 \Omega$), 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