

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
16-2

INTERNATIONAL
ELECTRONICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1996-11

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**Spécification pour les appareils et méthodes
de mesure des perturbations radioélectriques
et de l'immunité**

**Partie 2:
Méthodes de mesure des perturbations
et de l'immunité**

**Specification for radio disturbance and
immunity measuring apparatus and methods**

**Part 2:
Methods of measurement of disturbances
and immunity**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 16-2 : 1996

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du CISPR est constamment revu par la Commission et par le CISPR afin qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

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

Pour les termes concernant les perturbations radioélectriques, voir le chapitre 902.

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 électro-technique*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

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

Publications du CISPR

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 3 de la couverture, qui énumèrent les publications du CISPR.

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

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, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

Graphical and letter symbols

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

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

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

CISPR publications

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list CISPR publications.

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
16-2

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1996-11

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**Spécification pour les appareils et méthodes
de mesure des perturbations radioélectriques
et de l'immunité**

**Partie 2:
Méthodes de mesure des perturbations
et de l'immunité**

**Specification for radio disturbance and
immunity measuring apparatus and methods**

**Part 2:
Methods of measurement of disturbances
and immunity**

© 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

XC

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

SOMMAIRE

	Page
AVANT-PROPOS.....	4
Articles	
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives.....	6
1.3 Définitions.....	6
SECTION 2: MESURE DES PERTURBATIONS	
2.1 Types de perturbations à mesurer.....	12
2.2 Connexion du matériel de mesure.....	12
2.3 Exigences et conditions générales de mesure	14
2.4 Mesure des perturbations conduites par les câbles, de 9 kHz à 30 MHz.....	20
2.5 Mesure à l'aide d'une pince absorbante (entre 30 MHz et 1000 MHz).....	48
2.6 Mesure des perturbations rayonnées	50
SECTION 3: MESURE DE L'IMMUNITÉ	
3.1 Critères pour les essais d'immunité et procédures générales de mesure.....	64
3.2 Méthode de mesure de l'immunité pour les signaux conduits.....	70
3.3 Méthode de mesure de l'immunité au champ électrique perturbateur rayonné	72
SECTION 4: MESURE AUTOMATISÉE	
4.1 Mesure automatisée (à l'étude).....	86
SECTION 5: FACTEURS INFLUENÇANT LA PRÉCISION DE MESURE	
5.1 Facteurs influençant la précision de mesure	86
Figures	88
Annexes	
A Guide pour la connexion d'un matériel électrique au réseau fictif.....	130
B Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage	142
C Contexte historique de la méthode de mesure du pouvoir perturbateur des appareils électrodomestiques et des appareils analogues dans la gamme des ondes métriques.....	146

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1.1 Scope.....	7
1.2 Normative references	7
1.3 Definitions	7
SECTION 2: DISTURBANCE MEASUREMENTS	
2.1 Types of disturbance to be measured	13
2.2 Connection of measuring equipment.....	13
2.3 General measurement requirements and conditions	15
2.4 Measurement of disturbances conducted along leads, 9 kHz to 30 MHz	21
2.5 Measurements using the absorbing clamp, 30 MHz to 1000 MHz	49
2.6 Measurement of radiated disturbances	51
SECTION 3: IMMUNITY MEASUREMENTS	
3.1 Immunity test criteria and general measurement procedures	65
3.2 Method of measurement of immunity for conducted signals	71
3.3 Method of measurement of immunity to radiated electric field interference	73
SECTION 4: AUTOMATED MEASUREMENTS	
4.1 Automated measurements (under consideration)	87
SECTION 5: FACTORS INFLUENCING MEASUREMENT ACCURACY	
5.1 Factors influencing measurement accuracy	87
Figures	89
Annexes	
A Guidelines to connection of electrical equipment to the artificial mains network	131
B Use of spectrum analyzers and scanning receivers.....	143
C Historical background to the method of measurement of the interference power produced by electrical household and similar appliances in the VHF range.....	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**SPÉCIFICATION POUR LES APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE
DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ**
Partie 2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité

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 les 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 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 présente norme a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesure de perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A(BC)66	CISPR/A/260/RVD
CISPR/A(BC)73	CISPR/A(BC)85
CISPR/A(BC)74	CISPR/A(BC)86

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

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

Cette norme doit être lue conjointement avec la CISPR 16-1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY
MEASURING APPARATUS AND METHODS**

Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity

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 co-operation 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. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This standard has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

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

FDIS	Reports on voting
CISPR/A/(CO)66	CISPR/A/260/RVD
CISPR/A/(CO)73	CISPR/A(CO)85
CISPR/A/(CO)74	CISPR/A(CO)86

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

Annexes A, B and C are for information only.

This standard should be read in conjunction with CISPR 16-1.

SPÉCIFICATION POUR LES APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ

Partie 2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la publication 16 du CISPR spécifie les méthodes de mesure des phénomènes de compatibilité électromagnétique dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 18 GHz.

1.2 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 partie de la CISPR 16. 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 partie de la CISPR 16 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 83:1975, *Prises de courant pour usage domestique et usage général similaire – Normes*

CEI 364-4: *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité*

CISPR 11: 1990, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des perturbations électromagnétiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique*

CISPR 13: 1990, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbation radioélectrique des récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés*

CISPR 14: 1985, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électrodomestiques, par les outils portatifs et par les appareils électriques similaires*

CISPR 14: 1993, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électrodomestiques ou analogues comportant des moteurs ou des dispositifs thermiques, par les outils électriques et par les appareils électriques analogues*

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*

UIT-R 468: *Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore*

1.3 Définitions

Pour cette partie de la CISPR 16, les définitions de la CEI 50(161) s'appliquent, ainsi que les définitions suivantes:

1.3.1 matériel associé:

- 1) Transducteurs (par exemple, sondes, réseaux, antennes) connectés à un récepteur de mesure ou à un générateur d'essai.
- 2) Transducteurs (par exemple, sondes, réseaux, antennes) utilisés dans la transmission du signal ou de la perturbation, entre un matériel en essai et un matériel de mesure ou un générateur d'essai.

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS

Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity

Section 1: General

1.1 Scope

This part of CISPR 16 specifies the methods of measurement of EMC phenomena in the frequency range 9 kHz to 18 GHz.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of CISPR 16. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of CISPR 16 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid international Standards.

IEC 83:1975, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use – Standards*

IEC 364-4: *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety*

CISPR 11: 1990, *Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment*

CISPR 13: 1990, *Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment*

CISPR 14: 1985, *Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of household electrical appliances, portable tools and similar electrical apparatus*

CISPR 14: 1993, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical motor-operated and thermal appliances for household and similar purposes, electric tools and electric apparatus*

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

ITU-R 468: *Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcasting*

1.3 Definitions

For the purpose of this part of CISPR 16, the definitions of IEC 50(161) apply, as well as the following:

1.3.1 associated equipment:

- 1) Transducers (e.g. probes, networks and antennas) connected to a measuring receiver or test generator.
- 2) Transducers (e.g. probes, networks, antennas) which are used in the signal or disturbance transfer between an EUT and measuring equipment or a (test-) signal generator.

1.3.2 matériel en essai: Matériel (dispositifs, appareils et systèmes) soumis aux essais de conformité pour la CEM (émission et immunité).

1.3.3 publication de produits: Publication spécifiant des exigences de CEM pour un produit ou une famille de produits et prenant en compte les aspects spécifiques de ce produit ou de cette famille de produits.

1.3.4 limite d'émission (d'une source perturbatrice): Valeur maximale spécifiée du niveau d'émission d'une source de perturbation électromagnétique. [VEI 161-03-12]

1.3.5 limite d'immunité: Valeur minimale spécifiée du niveau d'immunité. [VEI 161-03-15]

1.3.6 masse de référence: Connexion qui constitue une capacité parasite définie entre un matériel en essai et son environnement et qui est utilisée comme potentiel de référence.

NOTE – Voir également VEI 161-04-36.

1.3.7 émission (électromagnétique): Processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur. [VEI 161-01-08]

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

1.3.9 câble coaxial: Câble comportant une ou plusieurs lignes coaxiales, généralement utilisé pour réaliser une connexion adaptée entre un matériel associé et le matériel de mesure ou le générateur d'essai et fournissant une impédance caractéristique spécifiée et une impédance de transfert maximale tolérable spécifiée.

1.3.10 mode commun (tension perturbatrice non symétrique): Tension RF entre le point milieu fictif de deux conducteurs d'une ligne et la référence de sol, ou dans le cas d'un faisceau de lignes, la tension perturbatrice RF effective de l'ensemble du faisceau (somme vectorielle de tension non symétriques) par rapport à la référence de sol, mesurée avec une pince (transformateur de courant) pour une impédance de terminaison définie.

NOTE – Voir également VEI 161-04-09.

1.3.11 courant de mode commun: Somme vectorielle des courants traversant deux ou plusieurs conducteurs à une intersection spécifiée entre ces conducteurs et un plan imaginaire.

1.3.12 tension en mode différentiel; tension différentielle: Tension perturbatrice RF entre les fils d'une ligne à deux conducteurs. [VEI 161-04-08, modifié]

1.3.13 courant en mode différentiel: Demi-différence vectorielle des courants circulant dans deux conducteurs quelconques d'un ensemble spécifié de conducteurs actifs à une intersection spécifiée entre ces conducteurs et un plan imaginaire.

1.3.14 mode non symétrique (tension aux bornes d'un réseau en V): Tension entre un conducteur ou la borne d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système et une référence de sol spécifiée. Dans le cas d'un réseau à deux accès, les deux tensions non symétriques sont données par:

- a) la somme vectorielle de la tension en mode commun et de la moitié de la tension différentielle;
- b) la différence vectorielle entre la tension en mode commun et la moitié de la tension différentielle.

NOTE – Voir également VEI 161-04-13.

1.3.2 **EUT**: The equipment (devices, appliances and systems) subjected to EMC (emission and immunity) compliance tests.

1.3.3 **product publication**: Publication specifying EMC requirements for a product or product family, taking into account specific aspects of such a product or product family.

1.3.4 **emission limit (from a disturbing source)**: The specified maximum emission level of a source of electromagnetic disturbance. [IEV 161-03-12]

1.3.5 **immunity limit**: The specified minimum immunity level. [IEV 161-03-15]

1.3.6 **ground reference**: A connection that constitutes a defined parasitic capacitance to the surrounding of an EUT and serves as reference potential.

NOTE – See also IEC 161-04-36.

1.3.7 **(electromagnetic) emission**: The phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source. [IEV 161-01-08]

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

1.3.9 **coaxial cable**: A cable containing one or more coaxial lines, typically used for a matched connection of associated equipment to the measuring equipment or (test-)signal generator providing a specified characteristic impedance and a specified maximum allowable cable transfer impedance.

1.3.10 **common mode (asymmetrical disturbance voltage)**: The RF voltage between the artificial midpoint of a two-conductor line and reference ground, or in case of a bundle of lines, the effective RF disturbance voltage of the whole bundle (vector sum of the unsymmetrical voltages) against the reference ground measured with a clamp (current transformer) at a defined terminating impedance.

NOTE – See also IEC 161-04-09.

1.3.11 **common mode current**: The vector sum of the currents flowing through two or more conductors at a specified cross-section of a "mathematical" plane intersected by these conductors.

1.3.12 **differential mode voltage; symmetrical voltage**: The RF disturbance voltage between the wires of a two conductor line. [IEV 161-04-08, modified]

1.3.13 **differential mode current**: Half the vector difference of the currents flowing in any two of a specified set of active conductors at a specified cross-section of a "mathematical" plane intersected by these conductors.

1.3.14 **unsymmetrical mode (V-terminal voltage)**: The voltage between a conductor or terminal of a device, equipment or system and a specified ground reference. For the case of a two-port network, the two unsymmetrical voltages are given by:

- a) the vector sum of the asymmetrical voltage and half of the symmetrical voltage; and
- b) the vector difference between the asymmetrical voltage and half of the symmetrical voltage.

NOTE – See also IEC 161-04-13.

1.3.15 récepteur de mesure: Récepteur pour la mesure des perturbations équipé de différents détecteurs.

NOTE – Le récepteur est spécifié conformément à la CISPR 16-1.

1.3.16 configuration d'essai: Disposition de mesure spécifiée pour le matériel en essai permettant la mesure d'un niveau d'émission ou d'immunité.

NOTE – Le niveau d'émission ou le niveau d'immunité est mesuré conformément aux définitions VEI 161-03-11, VEI 161-03-12, VEI 161-03-14 et VEI 161-03-15.

1.3.17 réseau fictif (AN): Impédance de charge de référence conventionnelle (simulation) présentée au matériel en essai par les réseaux réels (par exemple lignes longues d'alimentation électrique ou de communication), aux bornes de laquelle on mesure la tension perturbatrice RF.

1.3.18 réseau fictif d'alimentation (AMN): Réseau inséré dans le circuit d'alimentation en énergie électrique d'un matériel en essai, qui fournit, dans une gamme de fréquences donnée, une impédance de charge spécifiée pour mesurer des tensions perturbatrices et qui peut isoler le matériel du réseau d'alimentation aux fréquences de la gamme donnée. [VEI 161-04-05]

1.3.19 pondération (détection quasi-crête): Conversion, dépendante du taux de répétition, des tensions impulsives de crête en une indication correspondant à la gêne psychophysique des perturbations impulsives (acoustiques ou visuelles), selon les caractéristiques de pondération ou, comme alternative, manière spécifiée par laquelle on évalue un niveau d'émission ou un niveau d'immunité.

NOTES

1 Les caractéristiques de pondération sont spécifiées dans la CISPR 16-1.

2 Le niveau d'émission ou le niveau d'immunité est évalué conformément aux définitions des niveaux de la CEI 50(161) (voir VEI 161-03-01, VEI 161-03-11 et VEI 161-03-14).

1.3.20 perturbation continue: Perturbation RF de durée supérieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi-crête, qui ne décroît pas immédiatement. [VEI 161-02-11, modifié]

NOTE – Le récepteur de mesure est spécifié dans la CISPR 16-1.

1.3.21 perturbation discontinue: Pour les claquements comptés, perturbation de durée inférieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation transitoire sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi-crête.

NOTES

1 Pour les perturbations impulsives, voir VEI 161-02-08.

2 Le récepteur de mesure est spécifié dans la CISPR 16-1.

1.3.15 measuring receiver: A receiver for the measurement of disturbances with different detectors.

NOTE – The receiver is specified according to CISPR 16-1.

1.3.16 test configuration: Gives the specified measurement arrangement of the EUT in which an emission or immunity level is measured.

NOTE – The emission level or immunity level is measured as required by IEC 161-03-11, IEC 161-03-12, IEC 161-03-14 and IEC 161-03-15, definitions of emission level and immunity level.

1.3.17 artificial network (AN): An agreed reference load (simulation) impedance presented to the EUT by actual networks (e.g., extended power or communication lines) across which the RF disturbance voltage is measured.

1.3.18 artificial mains network (AMN): A network inserted in the supply mains lead of apparatus to be tested which provides, in a given frequency range, a specified load impedance for the measurement of disturbance voltages and which may isolate the apparatus from the supply mains in that frequency range. [IEV 161-04-05]

1.3.19 weighting (quasi-peak detection): The repetition-rate dependent conversion of the peak-detected pulse voltages to an indication corresponding to the psychophysical annoyance of pulsive disturbances (acoustically or visually) according to the weighting characteristics, or alternatively gives the specified manner in which an emission level or an immunity level is evaluated.

NOTES

- 1 The weighting characteristics are specified in CISPR 16-1.
- 2 The emission level or immunity level is evaluated as required by IEC 50(161) definitions of level (see IEC 161-03-01, IEC 161-03-11 and IEC 161-03-14).

1.3.20 continuous disturbance: RF disturbance with a duration of more than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode which does not decrease immediately. [IEV 161-02-11, modified]

NOTE – The measuring receiver is specified in CISPR 16-1.

1.3.21 discontinuous disturbance: For counted clicks, disturbance with a duration of less than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a transient deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode.

NOTES

- 1 For impulsive disturbance, see IEC 161-02-08.
- 2 The measuring receiver is specified in CISPR 16-1.

Section 2: Mesure des perturbations

2.1 Types de perturbations à mesurer

Le présent paragraphe décrit la classification des différents types de perturbations et les détecteurs adaptés à leur mesure.

2.1.1 Types de perturbations

Pour des raisons physiques et psychophysiques dépendantes de la distribution spectrale, de la largeur de bande du récepteur de mesure, de la durée, du rythme d'apparition et du degré de nuisance lors de l'estimation et de la mesure des perturbations radioélectriques, on effectue une distinction entre les types de perturbations suivants:

- a) *perturbations continues à bande étroite*, c'est-à-dire sur des fréquences discrètes, comme par exemple les composantes fondamentales et les harmoniques produits intentionnellement pour générer l'énergie RF dans les matériels ISM, constituant un spectre de fréquences composé uniquement de raies spectrales individuelles dont la séparation est supérieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière qu'une seule raie s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure, par opposition à b);
- b) *perturbations continues à large bande*, normalement produites non intentionnellement par les impulsions répétées, par exemple de moteurs à collecteur, et présentant une fréquence de répétition inférieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière qu'une seule raie spectrale s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure; et
- c) *perturbations discontinues à large bande* produites également non intentionnellement par des commutations mécaniques ou électroniques, comme par exemple les thermostats ou programmeurs avec un taux de répétition inférieur à 1 Hz (taux de claquement inférieur à 30 par min).

Les spectres de fréquences de b) et c) se caractérisent par un spectre continu, dans le cas d'impulsions individuelles (uniques), et par un spectre discontinu, dans le cas d'impulsions répétées, les deux spectres étant caractérisés par une bande de fréquences plus large que celle du récepteur de mesure spécifié dans la CISPR 16-1.

2.1.2 Fonctions de détection

En fonction du type de perturbation, il est possible d'effectuer les mesures au moyen d'un récepteur équipé des détecteurs suivants:

- a) détecteur de valeur moyenne utilisé généralement pour la mesure des perturbations à bande étroite et des signaux, en particulier pour différencier les perturbations à bande étroite des perturbations à large bande;
- b) détecteur de quasi-crête utilisé pour la mesure pondérée des perturbations à large bande permettant l'évaluation des nuisances audibles pour un auditeur radiophonique, mais également des perturbations à bande étroite;
- c) détecteur de crête susceptible d'être utilisé pour la mesure des perturbations soit à large bande, soit à bande étroite.

Les récepteurs de mesure comportant ces détecteurs sont spécifiés dans la CISPR 16-1.

2.2 Connexion du matériel de mesure

Le présent paragraphe décrit la connexion du matériel de mesure, des récepteurs de mesure et des matériels associés tels que réseaux fictifs, sondes de tension et de courant, pinces absorbantes et antennes.

Section 2: Disturbance measurements

2.1 Types of disturbance to be measured

This subclause describes the classification of different types of disturbance and the detectors appropriate for their measurement.

2.1.1 Types of disturbance

For physical and psychophysical reasons, dependent on the spectral distribution, measuring receiver bandwidth, the duration, rate of occurrence, and degree of annoyance during the assessment and measurement of radio disturbance, distinction is made between the following types of disturbance:

- a) *narrowband continuous disturbance*, i.e. disturbance on discrete frequencies as, for example, the fundamentals and harmonics generated with the intentional application of RF energy with ISM equipment, constituting a frequency spectrum consisting only of individual spectral lines whose separation is greater than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement only one line falls into the bandwidth in contrast to b);
- b) *broadband continuous disturbance*, which normally is unintentionally produced by the repeated impulses of, for example, commutator motors, and which have a repetition frequency which is lower than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement more than one spectral line falls into the bandwidth; and
- c) *broadband discontinuous disturbance* is also generated unintentionally by mechanical or electronic switching procedures, for example by thermostats or programme controls with a repetition rate lower than 1 Hz (click-rate less than 30/min).

The frequency spectra of b) and c) are characterized by having a continuous spectrum in the case of individual (single) impulses and a discontinuous spectrum in case of repeated impulses, both spectra being characterized by having a frequency range which is wider than the bandwidth of the measuring receiver specified in CISPR 16-1.

2.1.2 Detector functions

Depending on the types of disturbance, measurements may be carried out using a measuring receiver with:

- a) an average detector generally used in the measurement of narrowband disturbance and signals, and particularly to discriminate between narrowband and broadband disturbance;
- b) a quasi-peak detector provided for the weighted measurement of broadband disturbance for the assessment of audio annoyance to a radio listener, but also usable for narrowband disturbance;
- c) a peak detector which may be used for either broadband or narrowband disturbance measurement.

Measuring receivers incorporating these detectors are specified in CISPR 16-1.

2.2 Connection of measuring equipment

This subclause describes the connection of measuring equipment, measuring receivers and associated equipment such as artificial networks, voltage and current probes, absorbing clamps and antennas.

2.2.1 Connexion du matériel associé

Le câble de connexion entre le récepteur de mesure et le matériel associé doit être blindé et son impédance caractéristique doit être adaptée à l'impédance d'entrée du récepteur de mesure.

La sortie du matériel associé doit être fermée par l'impédance prescrite.

2.2.2 Connexions à la masse de référence RF

Le réseau fictif (AMN) doit être connecté à la masse de référence par une faible impédance RF, par exemple en reliant directement le boîtier du réseau AMN à la masse de référence ou au mur de référence d'une cage de Faraday, ou avec un conducteur de faible impédance aussi court et large que possible en pratique (le rapport de la longueur sur la largeur doit être inférieur ou égal à 3).

Les mesures de tension aux bornes doivent être uniquement effectuées par rapport à la masse de référence. Les boucles de masse (couplage d'impédance de raccordement) doivent être évitées. Il convient également d'observer ceci pour les matériels de mesure (par exemple récepteurs de mesure et matériels associés connectés, tels qu'oscilloscope, analyseur, enregistreur, etc.) équipés d'un conducteur de terre de protection (PE) de classe de protection I. Si la connexion PE du matériel de mesure et celle du réseau d'alimentation n'ont pas d'isolation RF par rapport à la masse de référence, l'isolation RF nécessaire doit être fournie au moyen de bobines d'arrêt et transformateurs d'isolement par exemple, ou le cas échéant, en alimentant le matériel de mesure à partir de batteries, de manière que la connexion RF du matériel de mesure à la masse de référence se fasse par une seule voie.

Pour le traitement de la connexion PE du matériel en essai à la masse de référence, voir A.4.

Les configurations d'essai fixes ne nécessitent pas de connexion au conducteur de terre de protection si la masse de référence est connectée directement et satisfait aux exigences de sécurité relatives aux conducteurs de terre de protection (connexions PE).

2.2.3 Connexion entre le matériel en essai et le réseau fictif d'alimentation

Les grandes lignes concernant le choix des connexions du matériel en essai au réseau AMN, avec ou sans mise à la masse, sont exposées à l'annexe A.

2.3 Exigences et conditions générales de mesure

La mesure de perturbations radioélectriques doit être:

- a) reproductible, c'est-à-dire indépendante de son emplacement et de l'environnement, spécialement du bruit ambiant;
- b) dénuée d'interactions, c'est-à-dire que la connexion du matériel en essai au matériel de mesure ne doit influencer ni le fonctionnement du matériel en essai ni la précision du matériel de mesure.

Ces exigences sont susceptibles d'être satisfaites si l'on observe les conditions suivantes:

- c) existence d'un rapport signal-bruit suffisant au niveau de mesure souhaité, par exemple au niveau de la limite de perturbation appropriée;
- d) définition de l'installation de mesure, des conditions de raccordement et de fonctionnement du matériel en essai;
- e) dans le cas de mesure avec une sonde de tension, présence d'une impédance suffisamment élevée au niveau du point de mesure;
- f) dans le cas de l'utilisation d'un analyseur de spectre ou d'un récepteur à balayage, ses exigences spécifiques de fonctionnement et d'étalonnage doivent faire l'objet d'une attention particulière.

2.2.1 *Connection of associated equipment*

The connecting cable between the measuring receiver and the associated equipment shall be shielded and its characteristic impedance shall be matched to the input impedance of the measuring receiver.

The output of the associated equipment shall be terminated with the prescribed impedance.

2.2.2 *Connections to RF reference ground*

The artificial mains network (AMN) shall be connected to the reference ground by a low RF impedance, e.g. by direct bonding of the case of the AMN to the reference ground or reference wall of a shielded room, or with a low impedance conductor as short and as wide as practical (maximum length to width ratio is 3:1).

Terminal voltage measurements shall be referenced only to the reference ground. Ground loops (common impedance coupling) shall be avoided. This should also be observed for measuring apparatus (e.g. measuring receivers and connected associated equipment, such as oscilloscopes, analyzers, recorders, etc.) fitted with a protective earth conductor (PE) of Protection Class I equipment. If the PE connection of the measuring apparatus and the PE connection of the power mains to the reference ground do not have RF isolation from the reference ground, the necessary RF isolation shall be provided by means such as RF chokes and isolation transformers, or if applicable, by powering the measuring apparatus from batteries, so that the RF connection of the measuring apparatus to the reference ground is made via only one route.

For the treatment of PE connection of the EUT to the reference ground, see clause A.4.

Stationary test configurations do not require a connection with the protective earth conductor if the reference ground is connected directly and meets the safety requirements for protective earth conductors (PE connections).

2.2.3 *Connection between the EUT and the artificial mains network*

General guidelines for the selection of grounded and non-grounded connections of the EUT to the AMN are discussed in annex A.

2.3 **General measurement requirements and conditions**

Radio disturbance measurements shall be:

- a) reproducible, i.e. independent of the measurement location and environmental conditions, especially ambient noise;
- b) free from interactions, i.e. the connection of the EUT to the measuring equipment shall neither influence the function of the EUT nor the accuracy of the measurement equipment.

These requirements may be met by observing the following conditions:

- c) existence of a sufficient signal-to-noise ratio at the desired measurement level, e.g. the level of the relevant disturbance limit;
- d) having a defined measuring set-up, termination and operating conditions of the EUT;
- e) having a sufficiently high impedance of the probe at the measuring point, in the case of voltage probe measurements;
- f) when using a spectrum analyzer or scanning receiver due considerations shall be given to its particular operating and calibration requirements.

2.3.1 *Perturbation non produite par le matériel à l'essai*

Le rapport signal/bruit de mesure, par rapport aux conditions ambiantes, doit satisfaire aux exigences suivantes. Si le bruit parasite dépasse le niveau requis, il doit être enregistré dans le rapport d'essai.

2.3.1.1 *Essais de conformité*

Un emplacement d'essai doit permettre de distinguer les émissions du matériel en essai du bruit ambiant. Il convient que le bruit ambiant soit de préférence de 20 dB, mais au moins de 6 dB inférieur au niveau de mesure souhaité. Pour la condition de 6 dB, le niveau de perturbation apparent venant du matériel en essai est augmenté d'une valeur pouvant atteindre 3,5 dB. Il est possible de déterminer l'aptitude de l'emplacement pour le niveau ambiant requis en effectuant une mesure du niveau de bruit ambiant avec le matériel d'essai en place mais hors fonctionnement.

Dans le cas de mesure de conformité par rapport à une limite, le niveau de bruit ambiant est autorisé à dépasser le niveau –6 dB recommandé, à condition que les niveaux combinés de bruit ambiant et d'émission de la source ne dépassent pas la limite spécifiée. On considère alors que le matériel en essai satisfait à la limite. D'autres opérations peuvent également être effectuées; par exemple diminuer la largeur de bande pour les signaux à bande étroite et/ou rapprocher l'antenne du matériel en essai.

NOTE – Si le champ ambiant et le champ ambiant en présence du matériel en essai sont mesurés séparément, il est possible éventuellement de fournir une estimation du champ du matériel en essai avec un niveau d'incertitude quantifiable. L'annexe C de la CISPR 11 fait référence à ce point.

2.3.2 *Mesure d'une perturbation continue*

2.3.2.1 *Perturbation continue à bande étroite*

Le réglage du matériel de mesure doit être maintenu sur la fréquence discrète examinée et modifié si la fréquence fluctue.

2.3.2.2 *Perturbation continue à large bande*

Pour estimer une perturbation continue à large bande dont le niveau n'est pas stable, on doit trouver la valeur maximale reproductible de la mesure. Voir 2.3.4.1 pour plus de détails.

2.3.2.3 *Utilisation d'analyseurs de spectre et de récepteurs à balayage*

Les analyseurs de spectre et les récepteurs à balayage sont utiles pour mesurer les perturbations, particulièrement afin de réduire le temps de mesure. Il faut cependant accorder une attention particulière à certaines caractéristiques de ces instruments, notamment: la surcharge, la linéarité, la sélectivité, la réponse normale aux impulsions, la vitesse de balayage en fréquence, l'interception du signal, la sensibilité, la précision en amplitude et la détection crête, de valeur moyenne et quasi-crête. Ces caractéristiques sont examinées en annexe B.

2.3.3 *Conditions de fonctionnement du matériel en essai*

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions suivantes:

2.3.3.1 *Conditions de charge normales*

Les conditions de charge normales doivent être celles définies dans la spécification de produit correspondant au matériel en essai; pour les matériels en essai qui ne sont pas couverts, elles doivent correspondre aux instructions du fabricant.

2.3.3.2 *Durée de fonctionnement*

La durée de fonctionnement, dans le cas des matériels en essai à durée de fonctionnement nominal donnée, doit être conforme au marquage; dans tous les autres cas, le temps n'est pas limité.

2.3.1 *Disturbance not produced by the equipment under test*

The measurement signal-to-noise ratio with respect to ambient noise shall meet the following requirements. Should the spurious noise level exceed the required level, it shall be recorded in the test report.

2.3.1.1 *Compliance testing*

A test site shall permit emissions from the EUT to be distinguished from ambient noise. The ambient noise level should preferably be 20 dB, but at least be 6 dB below the desired measurement level. For the 6 dB condition, the apparent disturbance level from the EUT is increased by up to 3,5 dB. The suitability of the site for required ambient level may be determined by measuring the ambient noise level with the test unit in place but not operating.

In the case of compliance measurement according to a limit, the ambient noise level is permitted to exceed the preferred –6 dB level provided that the level of both ambient noise and source emanation combined does not exceed the specified limit. The EUT is then considered to meet the limit. Other actions can also be taken; for example, reduce the bandwidth for narrowband signals and/or move the antenna closer to the EUT.

NOTE – If both the ambient field strength and field strength of ambient and EUT are measured separately, it may be possible to provide an estimate of the EUT field strength to a quantifiable level of uncertainty. Reference is made in this respect in annex C of CISPR 11.

2.3.2 *Measurement of continuous disturbance*

2.3.2.1 *Narrowband continuous disturbance*

The measuring set shall be kept tuned to the discrete frequency under investigation and returned if the frequency fluctuates.

2.3.2.2 *Broadband continuous disturbance*

For the assessment of broadband continuous disturbance the level of which is not steady, the maximum reproducible measurement value shall be found. See 2.3.4.1 for further details.

2.3.2.3 *Use of spectrum analyzers and scanning receivers*

Spectrum analyzers and scanning receivers are useful for disturbance measurements, particularly in order to reduce measuring time. However, special consideration must be given to certain characteristics of these instruments, which include: overload, linearity, selectivity, normal response to pulses, frequency scan rate, signal interception, sensitivity, amplitude accuracy and peak, average and quasi-peak detection. These characteristics are considered in annex B.

2.3.3 *Operating conditions of the EUT*

The EUT shall be operated under the following conditions:

2.3.3.1 *Normal load conditions*

The normal load conditions shall be as defined in the product specification relevant to the EUT, and for EUTs not so covered, as indicated in the manufacturer's instructions.

2.3.3.2 *The time of operation*

The time of operation shall be, in the case of EUTs with a given rated operating time, in accordance with the marking; in all other cases, the time is not restricted.

2.3.3.3 *Durée de fonctionnement préalable*

Aucune durée de fonctionnement préalable particulière n'est spécifiée mais, avant d'effectuer les mesures, le matériel en essai doit avoir fonctionné pendant un temps suffisant pour que ses modes et conditions de fonctionnement soient représentatifs de ceux qui se présentent au cours de la vie normale du matériel. Pour certains matériels, il est possible que des conditions d'essai spéciales soient prescrites dans les publications applicables.

2.3.3.4 *Alimentation*

Le matériel en essai doit être alimenté à sa tension assignée. Si le niveau de perturbation varie considérablement avec la tension d'alimentation, les mesures doivent être répétées pour des tensions d'alimentation sur la plage comprise entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée. Les matériels prévus pour plusieurs tensions assignées doivent être mesurés à la tension assignée qui provoque la perturbation maximale.

2.3.3.5 *Mode de fonctionnement*

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions pratiques qui provoquent la perturbation maximale à la fréquence de mesure.

2.3.4 *Interprétation des résultats de mesure*

2.3.4.1 *Perturbations continues*

- a) Si le niveau de perturbations n'est pas stable, la lecture sur le récepteur de mesure est observée pendant au moins 15 s pour chaque mesure; les lectures les plus élevées doivent être enregistrées, à l'exception de tout claquement isolé qui doit être ignoré (voir 4.2 de la CISPR 14).
- b) Si le niveau général de perturbations n'est pas stable mais présente une augmentation ou une diminution continue supérieure à 2 dB pendant une période de 15 s, alors les niveaux de tension perturbatrice doivent être observés pendant une période plus longue et doivent être interprétés en fonction des conditions normales d'utilisation du matériel en essai, comme suit:
 - 1) si le matériel en essai est susceptible d'être allumé ou éteint fréquemment ou si le sens de la rotation peut être inversé, il convient alors, à chaque fréquence de mesure, d'allumer ou d'inverser le matériel en essai juste avant chaque mesure, puis de l'éteindre juste après. Le niveau maximal obtenu durant la première minute, à chaque fréquence de mesure, doit être enregistré;
 - 2) si le matériel en essai est habituellement utilisé pendant de plus longues durées, il convient alors de le laisser allumé pendant toute la durée de l'essai; on doit enregistrer, à chaque fréquence, le niveau de perturbations mais seulement après avoir obtenu une lecture stable (soumise aux dispositions de a).
- c) Si la nature des perturbations du matériel en essai passe d'un caractère stable à un caractère aléatoire au cours d'un essai, le matériel en essai doit alors être soumis à des essais conformément à b).
- d) Les mesures sont effectuées sur le spectre complet et enregistrées au moins à la fréquence qui offre la lecture la plus grande, comme requis dans la publication CISPR.

2.3.4.2 *Perturbations discontinues*

La mesure des perturbations discontinues peut être effectuée à un nombre restreint de fréquences. Pour plus de détails, voir la CISPR 14.

2.3.3.3 *Running-in time*

No specific running-in time, prior to testing, is given, but the EUT shall be operated for a sufficient period to ensure that the modes and conditions of operation are typical of those during the life of the equipment. For some EUTs, special test conditions may be prescribed in the relevant equipment publications.

2.3.3.4 *Supply*

The EUT shall be operated from a supply having the rated voltage of the EUT. If the level of disturbance varies considerably with the supply voltage, the measurements shall be repeated for supply voltages over the range of 0,9 to 1,1 times the rated voltage. EUTs with more than one rated voltage shall be tested at the rated voltage which causes maximum disturbance.

2.3.3.5 *Mode of operation*

The EUT shall be operated under practical conditions which cause the maximum disturbance at the measurement frequency.

2.3.4 *Interpretation of measuring results*

2.3.4.1 *Continuous disturbance*

a) If the level of disturbance is not steady, the reading on the measuring receiver is observed for at least 15 s for each measurement; the highest readings shall be recorded, with the exception of any isolated clicks, which shall be ignored (see 4.2 of CISPR 14).

b) If the general level of the disturbance is not steady, but shows a continuous rise or fall of more than 2 dB in the 15 s period, then the disturbance voltage levels shall be observed for a further period and the levels shall be interpreted according to the conditions of normal use of the EUT, as follows:

1) if the EUT is one which may be switched on and off frequently, or the direction of rotation of which can be reversed, then at each frequency of measurement the EUT should be switched on or reversed just before each measurement, and switched off just after each measurement. The maximum level obtained during the first minute at each frequency of measurement shall be recorded;

2) if the EUT is one which in normal use runs for longer periods, then it should remain switched on for the period of the complete test, and at each frequency the level of disturbance shall be recorded only after a steady reading (subject to the provision that item a) has been obtained).

c) If the pattern of the disturbance from the EUT changes from a steady to a random character part way through a test, then that EUT shall be tested in accordance with item b).

d) Measurements are taken throughout the complete spectrum and are recorded at least at the frequency with maximum reading and as required by the relevant CISPR publication.

2.3.4.2 *Discontinuous disturbance*

Measurement of discontinuous disturbance may be performed at a restricted number of frequencies. For further details, see CISPR 14.

2.3.4.3 Mesure de la durée des perturbations

Le matériel en essai est connecté au réseau fictif approprié. Si le matériel de mesure est disponible, il est connecté au réseau et un oscilloscope est connecté à la sortie en fréquence intermédiaire du matériel de mesure. S'il n'y a pas de récepteur disponible, l'oscilloscope est connecté directement au réseau. La base de temps de l'oscilloscope peut être déclenchée par les perturbations à mesurer; la vitesse de la base de temps est choisie entre 1 ms/div et 10 ms/div pour les matériels en essai à commutation instantanée et entre 10 ms/div et 200 ms/div pour les autres matériels en essai. La durée de la perturbation peut être soit enregistrée directement par un oscilloscope à mémoire ou un oscilloscope numérique, soit par photographie ou reproduction de l'écran.

2.4 Mesure des perturbations conduites par les câbles, de 9 kHz à 30 MHz

2.4.1 Introduction

Lors des essais de conformité aux limites de perturbations électromagnétiques conduites le long de câbles, les points suivants doivent être considérés comme un minimum, à la fois en situation normalisée (essais de type) et à l'endroit de l'installation (essais *in situ*):

a) *types de perturbations*: il existe deux méthodes de mesure des perturbations conduites, soit en tant que tension (méthode la plus répandue pour les mesures CISPR) soit en tant que courant. Les deux méthodes peuvent être utilisées pour mesurer les trois types de perturbations conduites, c'est-à-dire:

- mode commun (également appelé mode non symétrique)
- mode différentiel (également appelé mode symétrique)
- mode non symétrique

NOTE – La tension en mode non symétrique est principalement mesurée au niveau du réseau. La tension en mode commun (ou le courant) est mesurée principalement pour les lignes de signaux et de commande.

b) *appareils de mesure*: le type d'appareil de mesure est choisi en fonction des propriétés de perturbation à déterminer (voir 2.4.2),

c) *matériels associés*: le type de matériels associés, c'est-à-dire réseaux fictifs, sondes de courant ou sondes de tension, est choisi en fonction du type de perturbations à mesurer selon 2.4.1 a). Chaque type de matériel associé présente une charge RF aux signaux et lignes mesurés (voir 2.4.3);

d) *conditions de charge RF de la source de perturbation*: le montage de mesure présente certaines impédances de charge RF à la/aux source(s) de perturbations dans le matériel en essai. Ces impédances sont normalisées pour les essais de type ou sont susceptibles de dépendre des conditions sur le lieu de l'installation dans le cas d'essais *in situ* (voir 2.4.3 et 2.4.4);

e) *configuration du matériel en essai*: une configuration d'essai normalisée doit spécifier la masse de référence, la position du matériel en essai et le matériel de mesure associé par rapport à cette référence, les connexions à cette masse de référence et les interconnexions du matériel en essai avec des matériels associés (voir 2.4.4 et 2.4.5).

2.4.2 Appareils de mesure (récepteurs, etc.)

En général, on distingue les perturbations continues des perturbations discontinues. Les perturbations radioélectriques continues se mesurent principalement dans le domaine des fréquences. Les perturbations discontinues sont également mesurées dans le domaine des fréquences, mais elles peuvent nécessiter des mesures supplémentaires dans le domaine des temps.

Le matériel de mesure et autres appareils de mesure spécifiés dans la CISPR 16-1 doivent être utilisés. Pour les mesures dans le domaine des temps, il est possible d'utiliser des oscilloscopes, etc.

2.3.4.3 Measurement of the duration of disturbances

The EUT is connected to the relevant artificial mains network. If a measuring set is available, it is connected to the network and a cathode-ray oscilloscope is connected to the i.f. output of the measuring set. If a receiver is not available, the oscilloscope is connected directly to the network. The time base of the oscilloscope can be started by the disturbances to be tested; the time base is set to a value of 1 ms/div – 10 ms/div for EUT with instantaneous switching and 10 ms/div – 200 ms/div for other EUT. The duration of the disturbance can either be recorded directly by a storage oscilloscope or digital oscilloscope or by photograph or hard copy recording of the screen.

2.4 Measurement of disturbances conducted along leads, 9 kHz to 30 MHz

2.4.1 Introduction

When testing for compliance with emission limits for electromagnetic disturbances conducted along leads, the following items shall be considered as minimum, both in the standardized situation (type tests) and at the place of installation (*in situ* tests):

- a) *the types of disturbances*: there are two methods of measuring conducted disturbances, either as a voltage (prevailing method for CISPR measurements) or as a current. Both methods can be used to measure the three types of conducted disturbances, i.e:
- common mode (also called asymmetrical mode)
 - differential mode (also called symmetrical mode)
 - unsymmetrical mode

NOTE – The unsymmetrical mode voltage is primarily measured at the mains network. The common mode voltage (or current) is measured primarily for signal and control lines.

- b) *the measuring equipment*: the type of measuring equipment is chosen in relation to the disturbance properties to be determined (see 2.4.2);
- c) *the associated equipment*: the type of associated equipment, i.e., artificial networks, current probes or voltage probes, is chosen in accordance with the type of disturbance to be measured in accordance with 2.4.1 a). Each type of associated equipment presents RF loading to the measured signals and lines (see 2.4.3);
- d) *RF load conditions of the disturbance source*: the measuring set-up will present certain RF load impedances to the disturbance source(s) in the EUT. These impedances are standardized in type tests or might depend on the conditions at the place of installation in the case of *in situ* tests (see 2.4.3 and 2.4.4);
- e) *the test configuration of EUT*: a standardized test configuration shall specify the reference ground, the position of the EUT and associated measuring equipment with respect to that reference ground, connections to that reference ground and interconnections of the EUT with the associated equipment (see 2.4.4 and 2.4.5).

2.4.2 Measuring equipment (receivers, etc.)

In general, a distinction is drawn between continuous and discontinuous disturbances. Continuous radio-frequency disturbances are predominantly measured in terms of frequency domain parameters. Discontinuous disturbances are also measured in terms of frequency domain parameters but may need additional time domain measurements.

The measuring sets and other measuring equipment specified in CISPR 16-1 shall be used. For time domain measurements oscilloscopes etc. may be used.

2.4.3 Appareils de mesure associés

Les appareils de mesure associés pour la mesure des perturbations conduites se divisent en deux catégories:

- a) capteurs de mesure de tension, tels que réseaux fictifs (AN) et sondes de tension;

NOTE – Le réseau fictif est parfois désigné sous le nom de réseau de simulation d'impédance (RSI).

- b) capteurs de mesure de courant, tels que sondes de courant.

2.4.3.1 Réseaux fictifs (AN)

Les impédances en mode commun, différentiel et non symétrique des réseaux réels, tels que les réseaux d'alimentation et de téléphone, dépendent de la localisation et varient en général en fonction du temps. Par conséquent, les essais de type de perturbations nécessitent la présence de réseaux de simulation d'impédance normalisés, appelés réseaux fictifs (AN). L'AN fournit des impédances de charge RF normalisées au matériel en essai. A cette fin, l'AN est inséré en série avec les bornes du matériel en essai et le réseau réel ou le simulateur de signal. De cette manière, l'AN simule les réseaux étendus (lignes longues) avec les impédances définies.

2.4.3.1.1 Types de réseaux fictifs

Les réseaux fictifs spécifiés dans la CISPR 16-1 doivent être utilisés, à moins que des raisons spécifiques n'exigent une autre construction. En général, on peut distinguer trois types de réseaux fictifs:

- a) *réseau fictif en V*: dans une gamme de fréquences définie, les impédances RF entre chacune des bornes du matériel en essai à mesurer et la masse de référence ont une valeur définie, alors qu'aucune impédance n'est directement connectée entre ces bornes. La construction définit (indirectement) la tension mesurée à la fois en mode différentiel et en mode commun. En principe, le nombre de bornes du matériel en essai, c'est-à-dire le nombre de lignes à mesurer par les réseaux fictifs de type en V, n'est pas limité;
- b) *réseau fictif en delta*: dans une gamme de fréquences définie, l'impédance RF entre deux bornes à mesurer du matériel en essai et la masse de référence a une valeur définie. Cette construction définit directement les impédances de charge RF à la fois en mode différentiel et en mode commun.

L'ajout d'un transformateur d'entrée symétrique/non symétrique permet de mesurer la tension perturbatrice symétrique et non symétrique;

- c) *réseau fictif en T*: dans une gamme de fréquences définie, l'impédance de charge RF en mode commun entre deux bornes à mesurer du matériel en essai et une masse de référence a une valeur définie. En général, aucune impédance de charge différentielle définie en tant que telle n'est incluse dans un réseau fictif en T. Il faut alors que l'impédance différentielle définie soit fournie par le circuit externe connecté aux bornes d'alimentation du réseau fictif en T. Ce type de réseau fictif est utilisé uniquement pour la mesure des tensions perturbatrices en mode commun.

2.4.3.1.2 Exigences minimales

Le réseau fictif doit remplir les exigences minimales suivantes:

- a) dans une gamme de fréquences définie, le réseau fictif doit fournir des impédances RF définies entre les bornes du matériel en essai à mesurer, ainsi qu'entre ces bornes et la masse de référence. En satisfaisant à cette exigence, la source de perturbation à mesurer est chargée d'une manière définie si, de plus, la configuration d'essai (voir 2.4.4) est définie;
- b) si le réseau fictif est destiné à mesurer séparément les perturbations en mode commun et/ou en mode différentiel (voir 2.4.3.1.1), le taux de réjection des signaux en mode commun, et inversement, doit être spécifié dans la gamme de fréquences appropriée;
- c) dans une gamme de fréquences définie, il doit normalement exister une séparation entre les impédances RF définies et le réseau réel (ou simulateur de signal). Ainsi, la charge du réseau fictif par le réseau réel (ou le simulateur de signal) n'influence pas la valeur des impédances RF définies;

2.4.3 Associated measuring equipment

Associated measuring equipment for conducted disturbance measurement is divided into two categories:

- a) voltage measuring sensors, such as artificial networks (AN) and voltage probes;

NOTE – The artificial network is sometimes referred to as impedance simulation network (ISN).

- b) current measuring sensors, such as current probes.

2.4.3.1 Artificial networks (AN)

The common mode, differential and unsymmetrical mode impedances of actual networks, such as of power mains and telephones, are location dependent and, in general, time varying. Therefore, type testing of disturbance requires standardized impedance simulation networks, referred to as artificial networks (AN). The AN provides standardized RF load impedances to the EUT. For this purpose, the AN is inserted in series with the terminals of the EUT and the actual network or signal simulator. In this way the AN simulates extended networks (long lines) with defined impedances.

2.4.3.1.1 Types of artificial networks

The ANs specified in CISPR 16-1 shall be used, unless specific reasons call for another construction. In general three types of AN can be distinguished:

- a) *the V-type AN*: in a defined frequency range the RF impedances between each of the EUT terminals to be measured and the reference ground have a defined value, whereas no impedance component is connected directly between these terminals. The construction defines (indirectly) both the differential and common mode voltage measured. In principle, there is no limit for the number of EUT terminals, i.e. for the number of lines to be measured by V-type ANs;

- b) *the Delta-type AN*: in a defined frequency range the RF impedance between a pair of EUT terminals to be measured and between these terminals and the reference ground have a defined value. This construction defines directly both the differential and the common mode RF load impedances.

Addition of a balance/unbalance transformer makes it possible to measure the symmetric and asymmetric disturbance voltage;

- c) *the T-type AN*: in a defined frequency range the common mode RF impedance between a pair of EUT terminals to be measured and a reference ground has a defined value. In general, no defined differential load impedance is included in a T-type AN as such. The defined differential impedance must then be provided by the external circuit connected to the supply (line) terminals of the T-type AN. This type of AN is used to measure common mode disturbance voltages only.

2.4.3.1.2 Minimum requirements

The AN shall meet the following minimum requirements:

- a) in a defined frequency range the AN shall provide defined RF impedances between the terminals of the EUT to be measured and between these terminals and the reference ground. By meeting this requirement, the disturbance source to be measured is loaded in a defined manner if, in addition, the test configuration (see 2.4.4) is defined;
- b) if the AN is intended to separately measure common mode and/or differential mode disturbances (see 2.4.3.1.1), the rejection ratio of differential to common mode signals, and vice versa, shall be specified in the appropriate frequency range;
- c) in a defined frequency range there shall normally be an isolation between the defined RF impedances and the actual network (or a signal simulator) so that the loading of the AN by the actual network (or the signal simulator) does not unduly influence the value of any of the defined RF impedances;

- d) le réseau fictif doit comporter une connexion définie (connecteur) à laquelle les appareils de mesure définis peuvent être raccordés, afin de permettre une configuration d'essai définie. Le connecteur d'entrée doit convenir à des appareils de mesure présentant une impédance d'entrée de 50 Ω selon la définition de la CISPR 16-1;
- e) le réseau fictif doit comporter un point de connexion défini auquel la masse de référence peut être raccordée, afin de permettre une configuration d'essai définie;
- f) le réseau fictif doit être étalonné selon la procédure prescrite.

2.4.3.1.3 Exigences supplémentaires

Le réseau fictif doit satisfaire aux exigences supplémentaires suivantes:

- a) le réseau fictif doit comporter un réseau de découplage ou de blocage pour empêcher:
 - la détérioration des composantes formant les impédances RF définies, provoquée par les tensions utiles du réseau, tel que le réseau d'alimentation,
 - la détérioration de composantes formant les impédances RF définies, provoquée par des tensions de crête produites par le matériel en essai, telles que des transitoires de commutation,
 - l'influence des tensions assignées sur les résultats de mesure, comme par exemple la surcharge à l'étage d'entrée des appareils de mesure;
- b) Le réseau fictif doit comporter un filtre pour empêcher que des signaux intentionnels sur le réseau réel ou que le simulateur de signal affectent les résultats de mesure.

2.4.3.2 Sondes de tension

Pour les sondes de tension normalisées, voir la CISPR 16-1.

Les tensions perturbatrices aux bornes, qui ne sont pas mesurées par un réseau fictif, peuvent l'être par une sonde de tension. Les bornes de cette sorte sont par exemple les connecteurs d'antenne, les lignes de commande, les lignes de transmission et les lignes de charge. En général, la sonde de tension est utilisée pour la mesure de la tension perturbatrice en mode commun. La sonde présente une impédance RF élevée entre la borne à mesurer et la masse de référence.

2.4.3.2.1 Exigences minimales

- a) Dans une gamme de fréquences définie, la sonde doit présenter une impédance RF élevée entre sa pointe de mesure et la masse de référence, de manière à ne pas affecter la tension à mesurer.
- b) La sonde de tension doit être pourvue d'un condensateur de blocage de valeur telle que la tension du secteur ne puisse pas endommager le récepteur de mesure.
- c) La sonde de tension doit comporter une connexion définie de 50 Ω (connecteur) à laquelle le récepteur de mesure normalisé peut être raccordé, afin de permettre une mesure de perturbation définie.
- d) La sonde de tension doit comporter un point de connexion défini auquel la masse de référence peut être raccordée d'une manière définie par le biais d'un câble dont la longueur maximale est définie, à moins que la masse de référence ne soit connectée au matériel en essai d'une autre manière spécifiée.
- e) La sonde de tension doit être étalonnée selon une procédure prescrite: cette procédure doit prendre en compte les effets parasites à proximité du point d'essai, comme par exemple le couplage capacitif parasite entre le point d'essai et le blindage de la sonde. La division de tension entre l'impédance de la sonde et l'impédance d'entrée des appareils de mesure ne doit pas dépendre de la fréquence ou doit être prise en compte dans le processus d'étalonnage.
- f) La plaque d'identification de la sonde de tension doit indiquer la tension maximale du réseau.

- d) the AN shall provide a defined connection (connector) to which the defined measuring equipment can be connected, in order to make a defined test configuration possible. The input connector shall be suitable for measuring equipment with 50 Ω input impedance as defined in CISPR 16-1;
- e) the AN shall provide a defined connecting point to which the reference ground can be connected, in order to make a defined test configuration possible;
- f) the AN shall be calibrated according to a prescribed procedure.

2.4.3.1.3 Additional requirements

The AN shall have the following additional requirements:

- a) the AN shall contain a decoupling or blocking network to prevent:
 - damage of the components forming the defined RF impedances by the wanted line voltages of the network, such as the mains voltage,
 - damage of the components forming the defined RF impedances by peak voltages produced by the EUT, such as switching transients,
 - influence of the rated line voltages on the measuring results, for example overload of the input stage of the measuring equipment;
- b) the AN shall contain a filter to prevent intentional signals on the actual network or the signal simulator influencing the measuring results.

2.4.3.2 Voltage probes

For standardized voltage probes, see CISPR 16-1.

Disturbance voltages on terminals which are not to be measured with an AN can be measured with a voltage probe. Examples of such terminals are connecting jacks for antennas, control lines, signal lines and load lines. In general the voltage probe is used to measure the common mode disturbance voltage. The probe presents a high RF impedance between the terminal to be measured and the reference ground.

2.4.3.2.1 Minimum requirements

- a) In a defined frequency range the voltage probe shall provide a high RF impedance between its measuring tip and the reference ground so as not to affect the voltage to be measured.
- b) The voltage probe shall have a blocking capacitor of such a value to ensure that line voltage cannot damage the measuring receiver.
- c) The voltage probe shall provide a defined 50 Ω connection (connector) to which the standardized measuring receiver can be connected, in order to make a defined disturbance measurement.
- d) The voltage probe shall provide a defined connection point to which the reference ground can be connected in a defined manner via a lead of defined maximum length unless the reference ground is connected to the EUT in another specified way.
- e) The voltage probe shall be calibrated according to a prescribed procedure, where this procedure shall account for parasitic effects near the test point, for example unwanted capacitive coupling between the test point and the screening of the probe. The voltage division between probe impedance and input impedance of measuring equipment shall be independent of frequency or accounted for in the calibration process.
- f) The voltage probe name-plate shall state the maximum line voltage.

2.4.3.3 Sondes de courant

Les sondes de courant ou transformateurs de courant permettent de mesurer les trois types de courant perturbateurs (voir 2.4.1) sur les cordons d'alimentation, les lignes de transmission, les lignes de charge, etc. Une sonde construite comme une pince facilite l'utilisation.

Le courant en mode commun circulant dans les conducteurs se mesure lorsque la sonde de courant entoure ces câbles quel que soit le nombre de fils. Dans cette situation, les courants en mode différentiel circulant dans les conducteurs entraîneront des signaux d'intensité égale mais de signe opposé qui s'annulent presque totalement. Cet effet permet de mesurer un courant en mode commun de faible amplitude en présence de courants (de fonctionnement) en mode différentiel de forte amplitude.

Pour les sondes de courant déjà définies (et normalisées), voir la CISPR 16-1.

2.4.3.3.1 Exigences minimales

- a) Dans une gamme de fréquences définie, la sonde de courant doit avoir une impédance de transfert définie, c'est-à-dire un rapport défini entre la tension RF induite dans la sonde et le courant RF connu sur un seul fil traversant la sonde. Ce rapport se mesure d'une manière spécifiée.
- b) Dans une gamme de fréquences définie, la perte d'insertion provoquée par la sonde de courant, c'est-à-dire la charge du matériel en essai, doit être inférieure à 1 Ω .
- c) La sonde de courant doit être construite de manière que l'influence des champs électriques sur les résultats de mesure puisse être négligée.
- d) La sonde de courant doit comporter une connexion définie (connecteur) à laquelle les appareils de mesure définis (et normalisés) peuvent être raccordés, afin de permettre une configuration d'essai définie. De plus, l'impédance d'entrée des appareils de mesure à utiliser avec la sonde de courant doit être indiquée.
- e) La spécification de la sonde de courant doit inclure la valeur maximale assignée de l'intensité avant que les effets de saturation ne se manifestent.
- f) La sonde de courant doit être étalonnée selon une procédure prescrite.

2.4.4 Configuration d'essai des matériels

2.4.4.1 Disposition des matériels en essai et leur connexion au réseau fictif

Pour mesurer la tension perturbatrice, le matériel en essai est connecté au réseau d'alimentation électrique, et à tout autre réseau de grande dimension, par le biais d'un ou plusieurs réseaux fictifs (en général, le réseau en V est utilisé ici) (voir figure 1), conformément aux exigences suivantes. D'autres publications du CISPR fournissent des détails supplémentaires pour des matériels en essai particuliers.

Un matériel en essai, destiné à être relié à la terre ou non, qui est amené à être utilisé sur une table, est configuré de la manière suivante:

- la base ou la partie arrière du matériel en essai doit être située à une distance contrôlée de 40 cm par rapport à un plan de masse de référence. Ce plan de masse est normalement représenté par la cloison ou le sol d'une pièce blindée. Il peut s'agir également d'un plan métallique relié à la masse, d'au moins 2 m sur 2 m. Concrètement, on le réalise comme suit:
 - placer le matériel en essai sur une table en matériau non conducteur, d'une hauteur minimal de 80 cm. Placer le matériel en essai de façon qu'il soit situé à 40 cm de la cloison de la pièce blindée, ou
 - placer le matériel en essai sur une table en matériau non conducteur, d'une hauteur de 40 cm de façon que le matériel en essai soit situé 40 cm au-dessus du plan de masse,
- toutes les autres surfaces conductrices du matériel en essai doivent être placées à 80 cm au minimum du plan de masse de référence;

2.4.3.3 *Current probes*

Current probes or current transformers allow the measurement of all three types of disturbance current (see 2.4.1) on mains leads, signal lines, load lines etc. A clip-on construction of the probe will facilitate its use.

The common mode current on leads is measured when the current probe is clipped around those leads, regardless of the number of wires. In this situation, the differential mode currents on the leads will induce signals with equal magnitude but opposite sign, so that these signals cancel to a high degree. The latter effect allows the measurement of a common mode current with a small amplitude in the presence of differential mode (operating) currents with large amplitude.

For already defined (and standardized) current probes see CISPR 16-1.

2.4.3.3.1 *Minimum requirements*

- a) In a defined frequency range the current probe shall have a defined transfer impedance, that is, a defined ratio of the RF voltage induced in the probe and the known RF current on a single wire running through the probe, as measured in a specified way.
- b) In a defined frequency range the insertion loss caused by the current probe, that is of the EUT, shall be less than 1 Ω .
- c) The current probe shall be constructed in such a way that the influence of electric fields on the measuring results can be neglected.
- d) The current probe shall provide a defined connection (connector) to which the defined (and standardized) measuring equipment can be connected, in order to make a defined test configuration possible. In addition, the input impedance of the measuring equipment to be used in connection with the current probe shall be indicated.
- e) The current probe specification shall include the maximum current rating before saturation effects will take place.
- f) The current probe shall be calibrated according to a prescribed procedure.

2.4.4 *Equipment test configuration*

2.4.4.1 *Disposition of equipment under test and its connection to the artificial network*

For measurement of the disturbance voltage the equipment under test (EUT) is connected to the power supply mains and any other extended network via one or more artificial network(s) (in general, the V-type network is used for this purpose) (see figure 1), in accordance with the following requirements. Other CISPR publications supply additional test details relevant to particular EUTs.

An EUT, whether intended to be grounded or not, and which is to be used on a table is configured as follows:

- either the bottom or the rear of the EUT shall be at a controlled distance of 40 cm from a reference groundplane. This groundplane is normally the wall or floor of a shielded room. It may also be a grounded metal plane of at least 2 m by 2 m. This is physically accomplished as follows:
 - place the EUT on a table of non-conducting material which is at least 80 cm high. Place the EUT so that it is 40 cm from the wall of the shielded room, or
 - place the EUT on a table of non-conducting material which is 40 cm high so that the bottom of the EUT is 40 cm above the groundplane;
- all other conductive surfaces of the EUT shall be at least 80 cm from the reference groundplane;

- les réseaux fictifs sont placés sur le sol comme indiqué à la figure 1, de façon qu'un côté des boîtiers AN soit situé à 40 cm du plan de masse de référence vertical et d'autres pièces métalliques;
- les connexions du câble du matériel en essai doivent être conformes aux indications de la figure 1;
- la configuration d'essai facultative pour le matériel en essai de table avec un seul cordon d'alimentation raccordé est présentée à la figure 2.

Les matériels en essai destinés à être posés sur le sol sont soumis aux mêmes dispositions que ci-dessus, avec une exception: ces matériels doivent être placés sur le sol, les points de contact étant compatibles avec l'usage courant. Un plancher métallique relié au sol doit être utilisé mais ne doit pas créer de contact métallique avec le(s) support(s) au sol du matériel en essai. Le plancher métallique peut être utilisé comme plan de masse de référence. Il doit s'étendre au moins 50 cm au-delà des bords du matériel en essai, et présenter des dimensions minimales de 2 m sur 2 m. Pour consulter des exemples de configurations d'essai, se reporter aux figures 3 et 4.

Le réseau fictif est relié en RF au plan de masse de référence par une connexion de faible impédance RF.

NOTE – Il convient que la «faible» valeur d'impédance RF soit de préférence inférieure à 10Ω à 30 MHz. Cette valeur peut par exemple être obtenue si le boîtier du réseau fictif est monté directement sur le plan de masse de référence ou si sa connexion présente un rapport longueur sur largeur ne dépassant pas 3.

Le matériel en essai est placé de telle manière que la distance entre l'un de ses bords et la surface la plus proche du réseau fictif soit égale à 80 cm.

Il faut disposer les conducteurs d'alimentation reliés à un réseau fictif et le câble de connexion du réseau vers le récepteur de mesure de telle manière que leurs emplacements n'influent pas les résultats des mesures. Les matériels en essai, qui ne sont pas équipés de cordons de raccordement fixes, sont reliés au réseau fictif au moyen d'un câble long de 1 m, comme spécifié dans la documentation relative au matériel concerné.

Si le matériel en essai est destiné à être relié à une masse de référence, cela doit être effectué au moyen d'un câble courant parallèlement au cordon d'alimentation du matériel en essai et éloigné de lui d'une distance ne dépassant pas 10 cm, à moins que le cordon d'alimentation lui-même ne contienne un conducteur de terre. Si le matériel en essai comporte un câble fixe, ce câble doit avoir une longueur de 1 m. S'il dépasse 1 m, une partie de ce câble est repliée sur elle-même en décrivant autant que possible des méandres de façon à former un faisceau ne dépassant pas 40 cm de longueur et disposé en formant un méandre non inductif de telle manière que la longueur totale du câble ne dépasse pas 1 m (voir également la figure 5). Cependant, lorsque le faisceau de câble est susceptible d'influencer les résultats des mesures, une réduction de la longueur à 1 m est recommandée.

2.4.4.2 Procédure de mesure des tensions perturbatrices non symétriques avec des réseaux en V

2.4.4.2.1 Disposition des matériels avec connexion de terre

Pour un matériel en essai devant être mis à la terre pendant son fonctionnement, ou dont le boîtier conducteur peut entrer en contact avec la terre, la tension perturbatrice radioélectrique non symétrique du cordon d'alimentation se mesure en se référant au mur métallique de référence (masse générale du système de mesure) à laquelle est connecté le boîtier du matériel en essai par son conducteur de protection à la terre et la connexion à la terre du réseau fictif (voir circuit équivalent à la figure 6).

Les paramètres déterminant le potentiel perturbateur des matériels en essai mis à la terre sont exposés en A.3.

Pour les matériels en essai comportant au moins deux conducteurs d'alimentation et un de protection ou des connexions spéciales à la terre, le résultat des mesures dépend beaucoup des conditions de connexion de sortie des bornes d'alimentation et des conditions de mise à la terre (voir également le 2.4.5 concernant les mesures dans les systèmes).

- the ANs are placed on the floor as shown in figure 1 in such a way that one side of the AN housings is 40 cm from the vertical reference ground plane and other metallic parts;
- the EUT cable connections shall be as shown in figure 1;
- the optional test configuration for table-top EUT with only a power cord attached is shown in figure 2.

Floor-standing EUTs are subject to the same provisions as above with the exception that they shall be placed on a floor, the points of contact being consistent with normal use. A ground-connected floor of metal shall be used but shall not make metallic contact with the floor support(s) of the EUT. The metal floor may be used as the reference ground plane and shall extend at least 50 cm beyond the boundaries of the EUT and have minimum dimensions of 2 m by 2 m. For examples of test configurations, see figures 3 and 4.

The artificial network is RF bonded to the reference groundplane by a low radio-frequency impedance connection.

NOTE – The "low" radio-frequency impedance value should preferably be less than $10\ \Omega$ at 30 MHz. This can, for example, be achieved if the housing of the artificial network is mounted directly to the reference ground plane or its connection strap has a length-to-width ratio not more than 3:1.

The EUT is located so that the distance between the boundary of it and the closest surface of the artificial network is 80 cm.

The power mains leads to an artificial network and the connecting cable from the network to the measuring receiver must be arranged in such a way that their locations do not influence the measurement results. EUTs, which are not equipped with fixed connecting leads, are connected to the artificial network with a 1 m long lead as specified in the relevant equipment documentation.

If the EUT is to be connected to a reference ground this shall be done by means of a lead running parallel to the EUT mains lead and of the same length at a distance of not more than 10 cm from it, unless a ground conductor is contained in the mains lead itself. If a fixed lead is attached to the EUT this shall be 1 m long, or if in excess of 1 m, part of the lead is folded back and forth in the shape of a meander, as far as possible so as to form a bundle not exceeding 40 cm in length, and arranged in the form of a non-inductive serpentine in such a way that the total length of the lead does not exceed 1 m (see also figure 5). However, when the bundled lead may influence the measurement results, a shortening of the length to 1 m is recommended.

2.4.4.2 Procedure for the measurement of unsymmetric disturbance voltages with V-networks

2.4.4.2.1 Disposition of equipment with ground connection

For equipment under test which is required to be grounded during its operation, or the conductive housing of which can come into contact with ground, the unsymmetric radio interference voltage of the individual mains lead is measured with reference to the reference metal wall (general mass of the measuring equipment) to which the housing of the equipment under test is connected via its protective ground conductor and the ground connection of the artificial mains network (see the equivalent circuit in figure 6).

The parameters determining the interference potential of grounded test units are discussed in clause A.3.

For EUTs with two or more power and safety conductors or special ground connections the measurement result depends much on the termination conditions of the mains terminals and the grounding conditions (refer also to 2.4.5 on measurement in systems).

Les conducteurs de mise à la terre dans les dispositifs réels d'alimentation sont susceptibles d'avoir une longueur importante et ne garantissent donc pas une impédance par rapport à la terre aussi faible et efficace que dans le cas d'un montage normal pour les essais, qui comporte une connexion à la masse de référence par fil d'une longueur de 1 m; de plus, étant donné qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser des conducteurs de sécurité pour chaque produit selon la CEI 364-4, les mesures de la tension perturbatrice des matériels de Classe I avec prise doivent être effectuées conformément au 2.4.4.2.2, sans que le câble de sécurité ou de terre soit connecté (mesure sans mise à la terre). Si cependant, pour des raisons de sécurité, il est nécessaire de conserver la fonction de sécurité des câbles de terre, on peut y parvenir en utilisant une bobine d'arrêt ou une impédance égale à celle d'un réseau en V pour le conducteur de sécurité.

Il est possible de faire des exceptions pour les matériels en essai non rayonnants ou correctement blindés qui sont destinés à être reliés à la terre selon des exigences ou instructions spéciales (voir A 2.1 et A 4.1).

2.4.4.2.2 Disposition des matériels sans connexion à la terre

Les matériels sans connexion à la terre comprennent les matériels électriques avec une isolation de protection (protection de Classe II), les matériels pouvant fonctionner sans conducteur de terre ou de sécurité (matériels de Classe II) et les matériels de Classe I avec prise, connectés par un transformateur d'isolement. Pour ces matériels, il faut mesurer la tension perturbatrice non symétrique de chaque conducteur par rapport à la masse métallique de référence du montage de mesure comme indiqué dans le circuit équivalent de la figure 7.

Etant donné que, dans les gammes de grandes et moyennes ondes (entre 0,15 MHz et 2 MHz), les résultats des mesures peuvent être considérablement influencés par les faibles capacités série C_2 entre le matériel en essai et la masse de référence, et que la distance spécifiée est déterminante, il faut suivre scrupuleusement cette disposition; il convient également d'éviter d'autres influences externes, telle que la capacité du corps ou de la main, par exemple.

2.4.4.2.3 Disposition des matériels tenus à la main sans connexion à la terre

Les mesures doivent tout d'abord être effectuées conformément au 2.4.4.2.2. Des mesures supplémentaires doivent ensuite être effectuées au moyen de la main fictive décrite dans la CISPR 16-1.

Le principe général à suivre dans l'utilisation de la main fictive est indiqué à la figure 9. La borne M de l'élément RC doit être reliée à toute pièce de métal exposée non rotative et feuille métallique enroulée autour de toutes les poignées, fixes et détachables, fournie avec le matériel en essai. Une pièce de métal recouverte de peinture ou de laque est considérée comme une pièce de métal exposée et doit être directement reliée à l'élément RC.

La main fictive doit comporter une feuille métallique enroulée autour du revêtement, ou d'une partie de ce revêtement, comme il est spécifié ci-dessous. La feuille doit être reliée à une borne (borne M) d'un élément RC (voir figure 8) comprenant un condensateur de $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ en série avec une résistance de $510 \Omega \pm 10 \%$; l'autre borne de l'élément RC doit être reliée à la terre de référence du système de mesure.

Il faut utiliser la main fictive de la façon suivante:

- a) lorsque le revêtement du matériel en essai est entièrement métallique, une feuille métallique n'est pas nécessaire, mais la borne RC doit être directement reliée au corps du matériel en essai;
- b) lorsque le revêtement du matériel en essai est constitué de matériau isolant, la feuille métallique doit être enroulée autour de la poignée B (figure 9) et de la seconde poignée D, le cas échéant. La feuille métallique, d'une largeur de 60 mm, doit également être enroulée autour du corps C à l'endroit où se trouve le noyau de fer du stator du moteur, ou bien autour du train d'engrenage, si cela crée un niveau d'émission plus élevé. Toutes ces feuilles métalliques, et l'anneau A, le cas échéant, doivent être reliés entre eux et connectés à la borne M de l'élément RC;

As the ground safety conductors in the actual mains power supply installation may have a considerable length, and therefore do not guarantee a ground impedance as low and effective as in the standard test set-up with only a 1 m long ground wire connection to the reference mass, and moreover, since safety conductors need not be used on every product per IEC 364-4, disturbance voltage measurements on pluggable Class I appliances shall be carried out according to 2.4.4.2.2, also without the safety or ground wire being connected (non-grounded measurement). If however for safety reasons it is necessary to maintain the safety function of ground wires, this can be achieved by the use of an RF choke or impedance equal to the network impedance of a V-network in the safety wire path.

Exceptions may be made for non-radiating or well screened EUTs which have to be grounded according to special requirements or instructions (see A 2.1 and A 4.1).

2.4.4.2.2 *Disposition of equipment without ground connection*

Devices without ground connection comprise electrical devices with protective insulation (protection Class II) and devices which can be operated without ground or safety conductor (device of protection Class III) and also pluggable protection Class I devices connected via an isolating transformer. For these devices, the unsymmetrical disturbance voltage of the individual conductors must be measured with respect to the metal reference ground of the measurement arrangement as shown in the equivalent circuit of figure 7.

Since in the long and medium wave bands (0.15 MHz to 2 MHz) the results of measurement can be considerably influenced by the low series capacitance C_2 between the EUT and the reference ground, and since it is determined by the specified distance, the arrangement must be exactly followed and other external influence such as body and hand capacitance, for example, should be avoided.

2.4.4.2.3 *Disposition of handheld equipment without a ground connection.*

Measurements shall first be made in accordance with 2.4.4.2.2. Additional measurements shall then be made using the artificial hand described in CISPR 16-1.

The general principle to be followed in the application of the artificial hand is shown in figure 9. Terminal M of the RC element shall be connected to any exposed non-rotating metal work and to metal foil wrapped around all handles, both fixed and detachable, supplied with the EUT. Metalwork which is covered with paint or lacquer is considered as exposed metalwork and shall be directly connected to the RC element.

The artificial hand shall consist of metal foil wrapped around the case, or part thereof, as specified below. The foil shall be connected to one terminal (terminal M) of an RC element (see figure 8) consisting of a capacitor of $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ in series with a resistor of $510 \Omega \pm 10 \%$; the other terminal of the RC element shall be connected to the reference earth of the measuring system.

The artificial hand is to be applied the following way:

- a) when the case of the EUT is entirely of metal, no metal foil is needed, but the terminal M of the RC element shall be connected directly to the body of the EUT;
- b) when the case of the EUT is of insulating material, metal foil shall be wrapped around the handle B (figure 9), and also around the second handle D, if present. Metal foil 60 mm wide shall also be wrapped around the body C at that point where the iron core of the motor stator is located or around the gearbox if this gives a higher emission level. All these pieces of metal foil, and the ring or bushing A, if present, shall be connected together and to the terminal M of the RC element;

c) lorsque le revêtement du matériel en essai est constitué en partie de métal et en partie de matériau isolant et comporte des poignées isolantes, la feuille métallique doit être enroulée autour des poignées B et D (figure 9). Si le revêtement est non métallique au niveau du moteur, une feuille métallique de 60 mm de largeur doit être enroulée autour du corps C à l'endroit où se trouve le noyau de fer du stator du moteur, ou bien autour du train d'engrenage, s'il est constitué de matériau isolant et qu'on obtient un niveau d'émission plus élevé. La partie métallique du corps, le point A, la feuille métallique autour des poignées B et D et la feuille métallique sur le corps C doivent être reliés ensemble ainsi qu'à la borne M de l'élément RC;

d) lorsque le matériel en essai comporte deux poignées A et B en matériau isolant et un revêtement métallique C, une scie électrique par exemple (figure 10), la feuille métallique doit être enroulée autour des poignées A et B. La feuille métallique en A et B, et le corps métallique C doivent être reliés ensemble ainsi qu'à la borne M de l'élément RC.

2.4.4.2.4 *Disposition des claviers, électrodes et autres matériels sensibles au toucher*

Dans le cas des matériels de ce type, la main fictive doit être appliquée conformément aux spécifications de produits et, de manière générale, selon le 2.4.4.2.3.

2.4.4.2.5 *Disposition des matériels avec composants de suppression externe*

Si des dispositifs d'antiparasitage sont raccordés à l'extérieur du matériel en essai (par exemple un dispositif enfichable destiné à être connecté au réseau d'alimentation) ou en tant qu'élément inséré dans le câble de raccordement (cordon d'alimentation à dispositif de suppression d'émission), ou si des cordons de raccordement blindés sont utilisés, il faut relier un câble supplémentaire non blindé d'une longueur de 1 m entre le dispositif de suppression d'émission et le réseau fictif pour mesurer la tension perturbatrice. Il faut placer la ligne située entre le matériel et le dispositif de suppression d'émission à proximité directe du matériel à mesurer.

2.4.4.2.6 *Disposition des matériels comportant un matériel auxiliaire connecté à l'extrémité d'un câble autre que le câble d'alimentation*

NOTES

- 1 Les commandes de régulation comportant des dispositifs à semiconducteur sont exclus du présent paragraphe; les dispositions du 2.4.4.4.1 s'appliquent.
- 2 Lorsque le matériel auxiliaire n'est pas essentiel au fonctionnement du matériel en essai et que sa procédure d'essai est spécifiée ailleurs, le présent paragraphe ne s'applique pas. Le matériel principal est soumis aux essais comme un matériel individuel.
- 3 La décision ultime, visant à déterminer s'il faut effectuer des mesures et appliquer des limites, est prise dans la publication de produits correspondante du CISPR.

Les cordons de raccordement dépassant 1 m de longueur doivent être disposés en faisceau conformément au 2.4.4.1.

Les mesures ne sont pas requises lorsque le cordon de raccordement entre le matériel en essai et le matériel auxiliaire est fixé de manière permanente aux deux extrémités et qu'il est soit de longueur inférieure à 2 m, soit blindé, à condition que, dans ce dernier cas, le câble blindé soit connecté à ses deux extrémités au boîtier métallique du matériel en essai et à celui du matériel auxiliaire. Les câbles comportant des fiches et embases amovibles sont considérés comme extensibles jusqu'à une longueur supérieure à 2 m, et des mesures sont requises.

Le matériel en essai doit être disposé conformément aux parties précédentes du 2.4.4.2, avec les exigences supplémentaires suivantes:

- a) le matériel auxiliaire doit être placé à la même hauteur et à la même distance du plan de masse, et si le câble est suffisamment long, il faut le traiter conformément au 2.4.4.1. Si le câble auxiliaire est inférieur à 0,8 m, sa longueur doit être conservée et le matériel auxiliaire doit être placé aussi loin que possible du matériel principal. Lorsque le matériel auxiliaire est un organe de commande, il ne faut pas que les dispositions concernant son fonctionnement affectent le niveau de perturbation;

c) when the case of the EUT is partly metal and partly insulating material, and has insulating handles, metal foil shall be wrapped around the handles B and D (figure 9). If the case is non-metallic at the location of the motor, a metal foil 60 mm wide shall be wrapped around the body C at that point where the iron core of the motor stator is located, or alternatively around the gearbox, if this is of insulating material and a higher emission level is obtained. The metal part of the body, the point A, the metal foil round the handles B and D and the metal foil on the body C shall be connected together and to the terminal M of the RC element;

d) when the EUT has two handles of insulating material A and B and a case of metal C, for example an electric saw (figure 10), metal foil shall be wrapped around the handles A and B. The metal foil at A and B and the metal body C shall be connected together and to the terminal M of the RC element.

2.4.4.2.4 *Disposition of keyboards, electrodes and other equipment sensitive to human touch*

In the case of such equipment the artificial hand shall be applied as required by the product specifications and in general according to 2.4.4.2.3.

2.4.4.2.5 *Disposition of equipment with external suppression components*

If interference suppression devices are attached outside the EUT (e.g. in a plug device for connection to the mains) or as an element inserted in the connecting cable (power cord emission suppression device), or if shielded power cords are used, an additional 1 m long unshielded cable must be connected between the emission suppression device and the artificial network for measurement of the disturbance voltage. The line between the device and the emission suppression device must be placed in the direct proximity of the test object.

2.4.4.2.6 *Disposition of equipment having auxiliary apparatus connected at the end of a lead other than the mains lead*

NOTES

- 1 Regulating controls incorporating semiconductor devices are excluded from this subclause; the provisions of 2.4.4.4.1 shall apply.
- 2 When the auxiliary apparatus is not essential to the operation of the EUT and has a separate test procedure specified elsewhere, this subclause does not apply. The main EUT is tested as an individual EUT.
- 3 The ultimate decision whether to measure and apply limits is to be made in the relevant CISPR product publication.

Connecting leads exceeding 1 m in length shall be bundled in accordance with 2.4.4.1.

Measurements are not required when the connecting lead between EUT and auxiliary apparatus is permanently fixed on both ends and is either shorter than 2 m or shielded, provided that in the latter case the shielded lead is connected at both ends to the metal housing of the EUT and that of the auxiliary apparatus. Leads with removable plugs and sockets are considered to be extendable to a length of more than 2 m and measurements are required.

The equipment under test shall be arranged in accordance with previous parts of 2.4.4.2, with the following additional requirements:

- a) the auxiliary apparatus shall be placed at the same height as and at the same distance from the grounded conducted surface and if the lead is long enough, it is to be treated in accordance with 2.4.4.1. If the auxiliary lead is shorter than 0,8 m, its length shall be maintained, and the auxiliary apparatus shall be placed as far away as possible from the main apparatus. When the auxiliary apparatus is a control, the arrangements for its operation must not affect the level of disturbance;

- b) si un matériel en essai disposant d'un matériel auxiliaire est mis à la masse, aucune main fictive ne doit être connectée. Si le matériel en essai lui-même est conçu pour être tenu à la main, la main fictive doit être connectée au matériel en essai et non au matériel auxiliaire;
- c) si le matériel en essai n'est pas conçu pour être tenu à la main, il faut que le matériel auxiliaire qui n'est pas mis à la masse et qui est, lui, conçu pour être tenu à la main, soit connecté à la main fictive; si le matériel auxiliaire n'est pas non plus conçu pour être tenu à la main, il doit être placé par rapport à une surface conductrice reliée à la masse, comme décrit en 2.4.4.1.

Outre la mesure effectuée sur les bornes pour la connexion de l'alimentation électrique, les mesures sont effectuées sur toutes les autres bornes des câbles d'entrée et de sortie (par exemple les lignes de commande et de charge) au moyen d'une sonde de tension reliée à l'entrée du récepteur de mesure.

Le matériel auxiliaire de commande ou de charge est connecté pour permettre d'effectuer des mesures dans toutes les conditions de fonctionnement fournies et pendant les interactions entre le matériel en essai et le matériel auxiliaire.

Les mesures sont effectuées à la fois sur les bornes d'entrée du matériel en essai et sur les bornes d'entrée du matériel auxiliaire.

2.4.4.3 *Mesure des tensions en mode commun aux bornes de signaux en mode différentiel*

2.4.4.3.1 *Mesure au moyen du réseau en delta*

La tension en mode commun aux bornes des lignes de signaux de télécommunication en mode différentiel, de traitement de données et autres appareils se mesure avec les réseaux en delta conformément au 11.6 de la CISPR 16-1, dans la gamme de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz. Les réseaux en delta spécifiés dans la CISPR 16-1 peuvent être modifiés afin de permettre le passage des signaux et du courant continu nécessaire au bon fonctionnement du matériel en essai pourvu que les exigences sur les impédances en mode différentiel et en mode commun données dans la CISPR 16-1 soient respectées.

Lorsqu'on utilise le réseau en delta pour les mesures aux bornes de signal, il faut que la réjection en mode différentiel soit aussi élevée que nécessaire pour ne pas donner de résultats erronés lors de la mesure d'une tension perturbatrice en mode commun à la même fréquence que le signal de fonctionnement en mode différentiel.

Lorsque le matériel en essai doit être mesuré à ses bornes d'alimentation électrique au moyen d'un réseau fictif, toutes les mesures de tension doivent être effectuées en connectant simultanément les deux réseaux. Les dispositions prescrites en 2.4.4.1 et 2.4.4.2 doivent être observées.

NOTE – La gamme de fréquences du réseau en delta peut être étendue à 9 kHz en utilisant la même impédance de réseau si le découplage de la ligne de signal connectée et le couplage au récepteur de mesure sont conçus en conséquence.

2.4.4.3.2 *Mesure au moyen d'un réseau en T*

A la place, un réseau fictif en mode commun, comme par exemple un réseau en T selon l'article 20 de la CISPR 16-1, peut être utilisé pour mesurer les tensions perturbatrices en mode commun dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 30 MHz.

Contrairement au réseau en delta qui comporte un accès en mode différentiel et en mode commun avec des impédances de simulation égales à 150 Ω , le réseau en T ne comporte qu'une sortie en mode commun de 150 Ω , pratiquement aucune charge et une isolation élevée par rapport au signal de fonctionnement en mode différentiel sur la ligne de communication.

Dans la partie du réseau en T réservée à l'alimentation, il est possible de connecter un simulateur de signal, des circuits de charge pour courant continu ou pour la fréquence du signal utile du matériel en essai, ou pour d'autres circuits nécessaires au fonctionnement du matériel en essai. Ces circuits doivent soit fournir eux-mêmes une résistance R de charge

- b) if an EUT having an auxiliary apparatus is grounded, no artificial hand shall be connected. If the EUT itself is made to be held in the hand, the artificial hand shall be connected to the EUT and not to any auxiliary apparatus;
- c) if the EUT is not made to be held in the hand, auxiliary apparatus which is not grounded and is made to be held in the hand must be connected to the artificial hand. If the auxiliary apparatus is not made to be held in the hand either, it shall be placed in relation to a grounded conducting surface as described in 2.4.4.1.

In addition to the measurement on the terminals for the mains connection, measurements are conducted on all other terminals for incoming and outgoing leads (e.g. control and load lines) using a voltage probe connected to the input of the measuring receiver.

The auxiliary apparatus, control or load is connected to allow measurements to be made under all provided operating conditions and during interactions between the EUT and the auxiliary apparatus.

Measurements are performed both on the power input terminals of the EUT and the power input terminals of the auxiliary apparatus.

2.4.4.3 *Measurement of common mode voltages at differential mode signal terminals*

2.4.4.3.1 *Measurement using the delta-type network*

The common mode disturbance voltage at the terminals for differential mode signal lines of telecommunication, data processing and other equipment is measured with delta-networks in accordance with 11.6 of CISPR 16-1, in the frequency range 150 kHz to 30 MHz. The delta-networks specified in CISPR 16-1 could be amended in order to allow signal and d.c. current paths needed for the proper functioning of the EUT as long as the requirements on differential mode and common mode impedances of CISPR 16-1 are complied with.

When using the delta network for measurements on signal terminals, the differential mode rejection must be as great as needed not to give erroneous results when measuring a common mode disturbance voltage at the same frequency as the operational differential mode signal.

When the EUT is to be measured on its power supply terminals using an artificial mains network all voltage measurements shall be carried out with both networks connected simultaneously. The provisions prescribed in 2.4.4.1 and 2.4.4.2 are to be observed.

NOTE – The frequency range of the delta-network can be extended to 9 kHz using the same network impedance if decoupling of the connected signal line and coupling to the measuring receiver are designed accordingly.

2.4.4.3.2 *Measurements using the T-type network*

Alternatively a common mode artificial network, e.g. a T-type network according to clause 20 of CISPR 16-1, can be used for the measurement of common mode disturbance voltages in the frequency range 9 kHz to 30 MHz.

In contrast to the delta-network which provides a differential mode and a common mode termination with equal simulation impedances of 150 Ω , the T-network provides only a common mode termination of 150 Ω and almost no loading and high isolation to the differential mode operational signal on the communication line.

At the supply side of the T-type network a signal simulator, load circuits for d.c. or the operational signal frequency of the EUT or other circuits needed for the operation of the EUT can be connected. These circuits shall either themselves provide a differential mode RF resistance of 100 Ω – 150 Ω , as required for the particular EUT, or with a termination to

différentiel de 100 Ω à 150 Ω , selon la valeur prescrite pour ce matériel en essai particulier, soit fournir cette résistance au moyen d'une terminaison. Lorsqu'aucun circuit extérieur n'est spécifié pour le fonctionnement du matériel en essai, une résistance de 150 Ω doit être connectée au réseau en T comme terminaison RF en mode différentiel. La figure 11 fournit un exemple de réseau en T.

2.4.4.4 *Mesure au moyen de sondes de tension*

2.4.4.4.1 *Avec un réseau fictif*

Afin d'effectuer des essais sur des matériels et des systèmes comportant plusieurs lignes connectées ou connectables, il faut mesurer la tension perturbatrice, qui ne peut pas être mesurée avec des réseaux fictifs (comme par exemple pour les lignes de connexion entre les parties des constituants qui sont séparées de l'alimentation) aux connexions des lignes et aux jacks de raccordement pour antennes, aux lignes de commande et de charge, avec une sonde de tension ayant une impédance d'entrée élevée (1500 Ω ou plus) afin de garantir que les lignes ne sont pas chargées par la sonde.

Dans ces cas-là, cependant, les conducteurs d'entrée primaire doivent être isolés et raccordés du point de vue RF au réseau fictif AMN. Pour les lignes restantes, y compris celles ne devant pas être mesurées avec la sonde, il faut observer les conditions correspondantes de 2.4.4.1 ainsi que les conditions de fonctionnement indiquées pour chaque matériel dans les spécifications de produits correspondantes (par exemple la CISPR 11 et la CISPR 14) en tenant compte de la disposition et de la longueur. La sonde de tension est connectée au récepteur de mesure par un câble coaxial dont le blindage est connecté à la masse de référence et au boîtier de la sonde de tension. Aucune connexion ne doit être faite directement entre ce boîtier et les parties actives du matériel en essai.

La figure 12 donne un exemple de disposition d'essai pour la mesure de la tension perturbatrice d'une commande de régulation à semiconducteur.

2.4.4.4.2 *Sans réseau fictif*

Lors des essais des matériels qui ne doivent pas être mesurés avec des réseaux fictifs, la tension perturbatrice est mesurée aux bornes d'une résistance de simulation définie (comme par exemple la simulation d'une clôture électrique fictive en 5.4.1 de la CISPR 14 ou bien dans des conditions de circuit ouvert avec une disposition exactement définie et une disposition des lignes prenant en compte les spécifications de 2.4.4.1). La tension perturbatrice est mesurée avec une sonde de tension d'impédance élevée.

Cela s'applique également par exemple aux dispositifs électroniques de puissance alimentés à partir de leur propre alimentation séparée ou pour des dispositifs à batterie auxquels sont connectées des lignes installées séparément qui ne doivent pas être chargées.

Dans le cas de mesures de la tension perturbatrice sur des sources de puissance séparées pour des courants supérieurs à 25 A (par exemple batterie, générateur, convertisseur), il faut effectuer une mesure de l'impédance pour s'assurer que la tolérance sur la résistance simulée, conformément à la CISPR 16-1, n'est pas dépassée.

Pour les sondes, il convient que la connexion flexible à la masse, avec une impédance d'entrée Rx supérieure à 1500 Ω , ne dépasse pas de plus de 1/10 la longueur d'onde à la fréquence de mesure maximale et cette connexion doit être reliée aussi près que possible à la surface métallique servant de masse de référence. Afin d'éviter une charge capacitive supplémentaire du point d'essai par le blindage de la sonde, il convient que la pointe de la sonde ne dépasse pas une longueur approximative de 3 cm. Il faut disposer les connexions blindées vers le récepteur de mesure de telle manière que la capacité du matériel à mesurer par rapport à la masse de référence ne soit pas affectée.

provide this resistance. When no external circuit is specified for the operation of the EUT a resistor of 150 Ω shall be connected as differential mode RF termination to the T-type network. Figure 11 shows an example of a T-type network.

2.4.4.4 *Measurements using voltage probes*

2.4.4.4.1 *With an artificial mains network*

In order to test devices and systems with several connected or connectable lines, the disturbance voltage at the line connections, which cannot be measured with artificial mains networks (e.g. for connecting lines between parts of components which are separated from the mains) as well as the connecting jacks for antennas, control and load lines, must be measured with a voltage probe with a high input impedance (1500 Ω or more) to ensure that the lines are not loaded by the probe.

For these cases, however, the primary power input wires must be isolated and RF terminated with the AMN. For the remaining lines, also those not to be measured with the probe, the corresponding conditions of 2.4.4.1 and the operating conditions laid down for the individual devices in the respective product specifications (e.g. CISPR 11 and CISPR 14) must be observed in regard to arrangement and length. The voltage probe is connected to the measuring receiver via a coaxial cable, the screen of which is connected to the ground reference and the case of the voltage probe. No connection shall be made directly from this case to live parts of the EUT.

Figure 12 shows an example for a test set-up for measuring the interference voltage of a semi-conductor regulating control.

2.4.4.4.2 *Without an artificial mains network*

During testing of EUTs which are not to be measured with artificial mains networks, the disturbance voltage is measured across a defined simulation resistance (e.g. artificial fence simulation in 5.4.1 of CISPR 14 or under open-circuit conditions with an exactly defined arrangement and line layout taking into consideration the specifications of 2.4.4.1). The disturbance voltage is measured with a high-impedance voltage probe.

This is valid also for e.g. power electronic devices which are fed from their own separate power supplies or battery devices to which separately installed lines are connected which are not to be loaded.

In the case of disturbance voltage measurements on separate individual power sources for currents of more than 25 A (e.g. battery, generator, convertor), an impedance measurement must be applied to ascertain that the tolerance of the simulated resistance, in accordance with CISPR 16-1 is not exceeded.

The flexible ground connection for probes with an input impedance R_x of more than 1500 Ω should not be longer than 1/10 of the wave-length at the maximum measurement frequency and shall be connected in the shortest possible way to the metal surface serving as reference ground. In order to avoid additional capacitive loading of the test point by the screening of the probe, the tip of the probe should not exceed a length of approximately 3 cm. The screened connections to the measuring receiver must be arranged in such a way that the capacitance of the test object is not altered with respect to the reference ground.

2.4.4.5 Mesure au moyen de sondes de courant

Les mesures du courant perturbateur peuvent être utiles pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il peut être impossible, dans certains dispositifs, d'insérer un réseau fictif. Cela est tout particulièrement vrai lorsque les essais sont effectués sur des systèmes installés, ou lorsque le matériel en essai fonctionne avec des courants élevés. D'autre part, dans la partie basse de la gamme de fréquences, l'impédance d'alimentation devient très faible; par conséquent, la source de perturbation est un générateur de courant. La mesure de ce courant peut être effectuée au moyen d'un transformateur de courant sans interrompre ou déconnecter la connexion d'alimentation.

Les sondes de courant doivent être conformes aux exigences de l'article 12 de la CISPR 16-1.

Les sondes de courant permettent de mesurer directement les composantes D en mode commun du courant perturbateur en entourant le câble contenant tous les conducteurs. De cette manière, les courants perturbateurs en mode commun peuvent être facilement séparés des courants utiles en mode différentiel.

Si les mesures sont effectuées avec des impédances de charge et de source connues, la tension perturbatrice peut être calculée.

Si un seul des conducteurs est entouré, on mesure la superposition des composantes de courant en mode commun et en mode différentiel. Si, dans ce cas, il existe un courant utile de valeur très élevée (supérieure à 200 A), on risque d'obtenir des données erronées en raison de la saturation possible du noyau magnétique de la sonde de courant.

2.4.5 Configuration d'essai des systèmes pour les mesures d'émission conduite

2.4.5.1 Approche générale des mesures des systèmes

L'objectif général de définition d'une configuration d'essai d'un système pour des mesures d'émission conduite comporte les points clés suivants:

- éviter les perturbations en mode commun par boucle de masse;
- définir une configuration qui soit facilement reproductible;
- découpler de la ligne mesurée, les lignes qui ne sont pas mesurées;
- placer les lignes pour obtenir un découplage;
- appliquer les exigences de 2.4.1 à 2.4.4 dans la plus large mesure possible pour l'essai du système.

Lorsque cela est possible, la tension perturbatrice sur une ligne d'un système doit être mesurée au moyen d'un réseau fictif. Pour des courants jusqu'à 50 A, les réseaux fictifs peuvent être utilisés relativement facilement. Le réseau fictif doit être installé dans un rayon de 80 cm par rapport au matériel du système en essai. Chaque fil d'un circuit d'alimentation électrique multiconducteurs doit être acheminé au travers d'un réseau fictif. La borne de mesure de chaque réseau fictif doit être bouclée par une résistance de 50 Ω .

Le matériel en essai doit être disposé et connecté avec les câbles terminés conformément aux instructions du fabricant.

Pour certaines mesures, il est possible de spécifier, dans les publications de produits applicables, l'usage de sondes de tension associées à une charge spécifique, au lieu d'un réseau fictif. Une sonde de tension peut également être utilisée pour des mesures en conduction lorsque le courant d'alimentation est supérieur à 50 A et qu'un réseau fictif approprié n'est pas disponible. Dans ce cas cependant, les résultats des essais effectués avec un réseau fictif ont la priorité sur les résultats obtenus avec une sonde de tension.

Pour certaines mesures, l'utilisation des sondes de courant peut être spécifiée dans la Publication de produits applicable.

2.4.4.5 *Measurements using current probes*

Disturbance current measurements may be useful for several reasons. The first is that in some devices it may not be possible to insert an artificial mains network. This is particularly true when tests are performed on installed systems, or where the EUT has very high currents. A second reason for the use of the current probe is that at the lower end of the frequency range the mains impedance becomes very low, so the disturbance source is a current generator. The measurement of this current can be made by means of a current transformer without interrupting or disconnecting the mains connection.

Current probes shall conform to the requirements of clause 12 of CISPR 16-1.

Current probes enable the direct measurement of the D common mode components of the disturbance current by enclosing the cable containing all leads. Therefore, common mode disturbance currents can be easily separated from differential mode operating currents.

If measurements are performed with known load and source impedances, the disturbance voltage can be calculated.

If only one conductor is enclosed, the superposition of the differential and common mode disturbance current components is measured. If, in this case, any extremely high (above 200 A) operating current exists, there is a risk of false data because the magnetic core of the current probe may saturate.

2.4.5 *System test configuration for conducted emissions measurements*

2.4.5.1 *General approach to system measurements*

The general objective of defining a system test configuration for conducted emission measurements has the following key points:

- avoiding common mode disturbance ground loops;
- defining a configuration which is easily duplicated;
- decoupling of lines not being measured from the line being measured;
- placing of lines to achieve decoupling;
- duplicating requirements in 2.4.1 to 2.4.4 for the system test to the maximum extent possible.

Whenever possible, the disturbance voltage on a system line shall be measured with an AN. For currents up to 50 A, ANs can be used quite easily. The AN shall be installed within 80 cm of the system equipment being measured. Each wire of a multi-wire power mains circuit shall be routed through an AN. Each AN shall be terminated with a 50 Ω resistor at the measurement terminal.

The EUT shall be arranged and connected with cables terminated in accordance with the manufacturer's instructions.

For some measurements, relevant product publications may state a specific load to be used together with load voltage probes, instead of an AN. A voltage probe may also be used for conducted measurements when the mains current is above 50 A and an appropriate AN is not available. In this latter case test results with an AN will take precedence over the results with a voltage probe, however.

For some measurements, the use of current probes may be specified in the relevant product publication.

2.4.5.2 Configuration du système

Le système doit être configuré, installé, disposé et mis en fonctionnement avec soin, d'une manière qui soit la plus représentative de l'utilisation normale (c'est-à-dire comme spécifié dans le manuel d'instruction) ou comme spécifié dans le présent document. Il convient qu'un matériel fonctionnant normalement dans un système constitué de multiples unités interconnectées soit soumis aux essais comme élément d'un système type opérationnel.

En général, le système soumis à des essais doit être du même type que celui mis sur le marché pour l'utilisateur final. Si les informations de commercialisation ne sont pas disponibles, ou s'il est difficile de réunir une quantité importante de matériels pour reproduire dans sa totalité l'installation du produit commercialisé, l'essai doit être réalisé en faisant appel aux compétences de l'ingénieur d'essai en consultation avec l'équipe d'ingénierie de conception. Les résultats de toute discussion de ce type et du processus de décision doivent être documentés dans le rapport d'essai.

Le choix et l'emplacement des câbles, des cordons d'alimentation en courant alternatif de l'unité principale et des périphériques dépend du type du matériel en essai et doit être représentatif de l'installation prévue pour le matériel. On distingue trois types. Il existe tout d'abord des systèmes utilisés normalement dans leur totalité sur une seule table. Le second type de système comprend des matériels normalement posés sur le sol. Il comprend les systèmes montés sur un plancher surélevé, spécialement conçu, ce qui facilite la connexion entre les parties du système sous le plancher surélevé. Les matériels constituant le système posé sur le sol peuvent être interconnectés au moyen de câbles posés sur le plancher, sous le plancher dans une installation à plancher surélevé, ou bien encore en hauteur conformément à l'installation normale. Le troisième type comprend les systèmes qui sont la combinaison des systèmes posés sur le sol et de ceux posés sur une table. La suite de cette section donne des instructions d'essai pour chacun de ces types. De plus, les exigences spécifiques de 2.4.1 à 2.4.4 doivent être observées.

Les matériels d'un système, normalement posés sur le sol, doivent être placés sur un plancher conformément à 2.4.4.1. Les matériels conçus pour fonctionner à la fois sur une table et au sol doivent être soumis aux essais uniquement dans la configuration en dessus de table.

2.4.5.2.1 Conditions de fonctionnement

Le système doit être mis en œuvre sous la tension de fonctionnement assignée (nominale) et dans les conditions de charge types – mécaniques, électriques, ou les deux – pour lesquelles il a été conçu.

Les charges peuvent être réelles ou simulées comme décrit dans les exigences particulières du matériel. Pour certains systèmes, il peut être nécessaire de développer un ensemble d'exigences explicites spécifiant les conditions d'essai, les types de fonctionnement, etc., devant être employés pour effectuer des essais sur un système spécifique.

Si le système comprend une console de visualisation ou un moniteur, les conditions de fonctionnement suivantes s'appliquent, sauf spécification contraire de la publication de produits:

- a) mettre le contraste au maximum;
- b) mettre la luminosité au maximum, ou au niveau d'extinction de la trame, si celle-ci apparaît avant d'atteindre le maximum de luminosité;
- c) pour les moniteurs couleur, utiliser des lettres blanches sur fond noir, pour représenter toutes les couleurs;
- d) choisir le cas le plus défavorable entre la vidéo négative ou la vidéo positive, si les deux possibilités sont disponibles;
- e) choisir la taille des caractères et leur nombre par ligne de manière à afficher sur l'écran le nombre maximal de caractères;
- f) pour un moniteur non graphique, sans tenir compte de la carte vidéo utilisée, un modèle de texte aléatoire doit être affiché;
- g) pour un moniteur graphique, même si une autre carte vidéo peut être nécessaire pour obtenir un affichage graphique, il convient d'afficher un modèle en ligne de H déroulants;
- h) si un moniteur ne dispose pas de capacités de texte, utiliser un affichage type.

2.4.5.2 System configuration

The system shall be carefully configured, installed, arranged and operated in a manner that is most representative of the system as typically used (i.e. as specified in the instruction manual) or as specified herein. Equipment that typically operates within a system made up of multiple interconnected units should be tested as part of such a typical operational system.

Generally, the system that is tested shall be of the same type that is supplied to the end user. If the marketing information is not available or it is not practical to assemble extraordinary amounts of equipment to replicate a complete product installation, the test shall be performed using the best judgement of the test engineer in consultation with the design engineering staff. The results of any such discussion and decision process shall be documented in the test report.

The selection and placement of cables, a.c. line cords, host and peripherals depends on the type of EUT and must be representative of expected equipment installation. Three types are distinguished. First, there are systems normally used entirely on one table top. A second type of system consists of equipment normally used in a floor-standing configuration. These include systems mounted over a specially designed raised floor which facilitates intra-system connection under the raised floor. Equipment making up the floor-standing system can be interconnected with cabling lying on the floor, under the floor in a raised floor installation, or overhead according to normal installation. Third, there are systems that are a combination of floor-standing and table-top systems. The remainder of this clause provides instructions for the testing of each of these systems. In addition, the specific requirements in 2.4.1 to 2.4.4 shall be observed.

Equipment in a system, normally being floor-standing, shall be placed on a floor in accordance with 2.4.4.1. Equipment designed for both table-top and floor operation shall be tested only in the table-top configuration.

2.4.5.2.1 Operating conditions

The system shall be operated at the rated (nominal) operating voltage and typical load conditions – mechanical or electrical, or both – for which it is designed. Loads may be actual or simulated as described in the individual equipment requirements. For some systems, it may be necessary to develop a set of explicit requirements specifying the test conditions, operations, etc. to be used in testing a specific system.

If the system includes a visual display unit or monitor, the following operating conditions apply unless the product publication specifies otherwise:

- a) set the contrast control to maximum;
- b) set the brightness control to maximum or at raster extinction if raster extinction occurs at less than maximum brightness;
- c) for colour monitors, use white letters on a black background to represent all colours;
- d) select the worst case of positive or negative video if both are available;
- e) set character size and number of characters per line so that the maximum number of characters per screen is displayed;
- f) for a monitor that has no graphics capabilities, regardless of the video card used, a pattern consisting of random text shall be displayed;
- g) for a monitor with graphics capabilities, even though another video card may be needed to accomplish a graphic display, a pattern consisting of a line of scrolling Hs should be displayed;
- h) if a monitor has no text capabilities, use a typical display.

2.4.5.2.2 *Matériels d'interface, simulateurs et câbles*

Les essais de conformité sont effectués en plaçant des périphériques et des câbles d'une manière qui soit jugée réaliste et susceptible d'être trouvée dans l'installation définitive. Les figures 1, 3, 4 et 5 décrivent les montages d'essai normalisés qui fournissent une base pour la reproductibilité des essais dans les différents laboratoires d'essai; cette base est cohérente avec les exigences d'un système réaliste et d'une disposition des câbles. Tout écart par rapport aux montages d'essais normalisés doit faire l'objet d'un document comportant l'exposé des motifs.

Etant donné qu'un système est nécessairement en interaction fonctionnelle avec d'autres unités, il convient d'utiliser les unités d'interface réelles. Des simulateurs peuvent être utilisés pour obtenir des conditions de fonctionnement représentatives, à condition que les effets du simulateur utilisés à l'emplacement d'une unité d'interface représentent correctement les caractéristiques électriques, et mécaniques dans certains cas, des unités d'interface, particulièrement en ce qui concerne les signaux RF, les impédances et les terminaisons blindées. En raison du degré supplémentaire d'incertitude lors de l'utilisation d'un simulateur, il convient d'éviter si possible cette utilisation. En cas de contestation, les mesures effectuées avec une unité d'interface réelle doivent faire référence. Si un dispositif est conçu pour être utilisé uniquement avec un ordinateur central ou un périphérique spécifique, il convient d'effectuer les essais avec cet ordinateur ou périphérique.

Il convient d'employer des câbles d'interface typiques de l'utilisation normale, tels qu'ils sont fournis avec le système normal et d'au moins 2 m de longueur, sauf si le manuel de l'utilisateur, fourni par le fabricant, spécifie l'utilisation de câbles plus courts. Il convient d'utiliser tout au long des essais le même type de câble (c'est-à-dire non blindé, blindage tressé, blindage à feuilles, etc.) spécifié dans le manuel de l'utilisateur. Les longueurs de câble supplémentaires doivent être repliées en un faisceau en forme de serpent, approximativement au centre du câble, avec des faisceaux de 30 à 40 cm de longueur.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont utilisés lors des essais pour obtenir la conformité, il faut inclure une déclaration dans le rapport d'essai et dans le manuel d'instructions indiquant la nécessité d'utiliser ces types de câbles.

Les accès d'interface (connecteurs) doivent avoir un câble connecté à l'un de chacun des types d'accès d'interface fonctionnel du système et chaque câble doit être raccordé à un dispositif typique de l'utilisation réelle. Dans le cas où il existe de multiples accès d'interface tous du même type, des câbles supplémentaires de connexion doivent être ajoutés au système pour déterminer leur effet sur les émissions provenant du système.

Normalement, la charge des accès similaires se limite à ce qui suit:

- 1) disponibilité de charges multiples (pour de grands systèmes);
- 2) caractère raisonnable de charges multiples représentant une installation type.

Les raisons du choix de la configuration et du mode de charge des accès doivent figurer dans le rapport d'essai; c'est-à-dire: 25 % des câbles possibles ont été connectés et les émissions n'ont pas augmenté de plus de 2 dB lorsqu'un ou plusieurs câbles ont été ajoutés. Il est inutile de connecter ou d'utiliser lors des essais des accès supplémentaires sur des unités de support, d'interface, ou bien encore des simulateurs, autres que ceux associés au système ou au système minimal requis.

2.4.5.2.3 *Connexion de l'alimentation électrique*

Si le système est constitué d'un ensemble de matériels ayant chacun leur propre cordon d'alimentation, le point de connexion des réseaux fictifs est déterminé à partir des règles suivantes:

- a) chaque cordon d'alimentation terminé par une fiche d'alimentation électrique de conception normalisée (CEI 83 par exemple) doit être soumis aux essais séparément;
- b) les cordons d'alimentation ou bornes dont le fabricant n'a pas spécifié qu'ils devaient être connectés par l'intermédiaire d'une unité principale doivent être soumis aux essais séparément;

2.4.5.2.2 *Interfacing equipments, simulators and cables*

Compliance testing is performed with peripheral and cable placement which is judged realistic and likely to be found in the final installation. Figures 1, 3, 4 and 5 describe standardized test set-ups which will provide a basis for repeatability among testing laboratories and is consistent with the requirement for a realistic system and cable orientation. Any deviation from the standard test set-ups shall be documented together with its supporting rationale.

Since a system is required to interact functionally with other units, the actual interfacing units should be used. Simulators may be used to provide representative operating conditions, provided the effects of the simulator used in lieu of an actual interfacing unit properly represent the electrical, and in some cases the mechanical, characteristics of the interfacing units, especially concerning RF signals, impedances and shield terminations. Because of the added degree of uncertainty when a simulator is used, such use should be avoided if possible. In case of a dispute, measurements made with an actual interfacing unit shall take precedence. If a device is designed to be used only with a specific host computer or peripheral, it should be tested with that computer or peripheral.

Interfacing cables should be typical of normal use as supplied with the normal system and at least 2 m long unless the manufacturer's user manual specifies shorter cables. The same type of cable (that is, non-shielded, braided shield, foil shield, etc.) specified in the user manual should be used throughout the tests. Excessive lengths of cable shall be folded into a serpentine-like bundle at the approximate centre of the cable with the bundles 30 cm to 40 cm in length.

If shielded or special cables are used during the tests to achieve compliance, then a statement must be included in the test report and in the instruction manual advising of the need to use those types of cables.

Interface ports (connectors) shall have a cable connected to one of each type of functional interface port of the system, and each cable shall be terminated in a device typical of actual usage. Where there are multiple interface ports all of the same type, additional connecting cables shall be added to the system to determine the effect these cables have on emissions from the system.

Normally, the loading of similar ports is limited to the following:

- a) availability of multiple loads (for large systems);
- b) reasonableness of multiple loads representing a typical installation.

The rationale for the selection of the configuration and loading of ports shall be included in the test report; that is 25 % of possible cables were connected and the emissions did not increase by more than 2 dB when one or more cables were added. Additional ports on support units, interfacing units or simulators, other than those associated with the system or the minimum required system, need not be connected or used during testing.

2.4.5.2.3 *Mains connection*

If the system is an assembly of equipment each having its own power cords, the point of connection for the ANs is determined from the following rules:

- a) each power cord which terminates in a mains supply plug of a standard design (IEC 83, for example) shall be tested separately;
- b) power cords or terminals which are not specified by the manufacturer to be connected via a host unit shall be tested separately;

c) les cordons d'alimentation ou bornes pour le câblage dont le fabricant a spécifié qu'ils devaient être connectés à une unité principale ou de tout autre matériel d'alimentation électrique doivent être connectés à cette unité principale ou à cet autre matériel d'alimentation électrique. Les bornes ou cordons de cette unité principale ou de cet autre matériel d'alimentation électrique sont connectés aux réseaux fictifs et soumis aux essais;

d) lorsqu'une connexion spéciale de l'alimentation électrique est spécifiée, le matériel nécessaire à la connexion au réseau fictif doit être fourni par le fabricant pour les besoins de l'essai.

Le conducteur de mise à la terre des unités alimentées séparément doit être isolé du matériel en essai par un réseau fictif de 50 μ H dans la gamme de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz. L'entrée d'alimentation normale du réseau fictif est reliée à la masse de référence lorsqu'on utilise, comme dans ce cas, le réseau fictif en tant que filtre.

2.4.5.3 Mesure des lignes d'interconnexion

En plus des mesures sur les bornes d'alimentation, il peut être nécessaire d'effectuer les mesures avec une sonde de tension sur les autres bornes pour les câbles d'entrée et de sortie (par exemple lignes de commande et de charge). Si le fonctionnement du matériel en essai est affecté par l'impédance de 1500 Ω de la sonde, il peut être nécessaire d'augmenter l'impédance à 50/60 Hz et aux fréquences radioélectriques (par exemple 15 k Ω en série avec 500 pF). Il est possible de remplacer une mesure de tension par une mesure de courant effectuée avec une sonde de courant, si la spécification de produits l'exige (ou le propose en option).

Pendant les mesures, les réseaux fictifs sur le cordon d'alimentation demeurent en place afin de fournir une isolation d'alimentation et une terminaison RF définies. Le matériel auxiliaire (commande, charge) est connecté pour pouvoir effectuer des mesures dans toutes les conditions de fonctionnement données et pendant les interactions entre les matériels. Les mesures sont effectuées sur les bornes spécifiées de chaque matériel.

Si les lignes de connexion entre les matériels sont fixées de manière permanente aux deux extrémités et si elles ont une longueur inférieure à 2 m ou sont blindées, aucune mesure n'est nécessaire, à condition que, dans ce dernier cas, le câble blindé soit connecté à ses deux extrémités à la masse de référence, c'est-à-dire au boîtier métallique des matériels. Les lignes de connexion non blindées, comportant des fiches ou embases, sont considérées comme étant extensibles jusqu'à une longueur supérieure à 2 m; il faut donc les étendre sur une longueur minimale de 2 m et les soumettre à des essais. Il faut que les câbles blindés aient une longueur minimale de 2 m sauf si le manuel de l'utilisateur spécifie l'utilisation de câbles plus courts.

2.4.5.4 Découplage des composantes du système

L'une des sources d'erreur lors des mesures en conduction dans un système est la présence d'un quelconque courant de masse. Ce courant de masse peut être interrompu en installant un réseau fictif de 50 μ H, dans la gamme de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz, dans le conducteur de mise à la terre de protection du matériel en essai.

Une autre source de circulation de courant peut provenir des blindages des câbles d'interconnexion entre les unités. Par conséquent, le conducteur de protection de ces unités doit également être isolé par un réseau fictif de 50 μ H.

Il convient de référencer à la masse le récepteur de mesure de perturbation, uniquement au point de mesure afin d'éviter les boucles de masse. (Attention: un risque de choc peut exister si le matériel de mesure n'est pas fourni avec un transformateur d'isolement.)

2.4.6 Mesure in situ

Il est possible d'effectuer les essais chez l'utilisateur final ou chez le fabricant, si le système ne peut pas être installé sur un emplacement d'essai. Dans ce cas, le système et son emplacement sont considérés ensemble comme le système soumis aux essais. Les résultats de l'émission ne concernent que l'emplacement de l'installation car les propriétés du contour de l'emplacement affectent les mesures. Cependant, lorsque les essais pour un système

c) power cords or field wiring terminals which are specified by the manufacturer to be connected to a host unit or other power-supplying equipment shall be connected to that host unit or other power-supplying equipment, and the terminals or cords of that host unit or other power-supplying equipment are connected to the ANs and tested;

d) where a special mains connection is specified, the necessary connection hardware to the AN shall be supplied by the manufacturer for the purpose of the test.

The ground safety conductor of units separately powered shall be isolated from the equipment under test by a 50 μ H AN in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz. The normal AN mains input is connected to the reference ground in this use of the AN as a filter.

2.4.5.3 *Measurements of interconnecting lines*

In addition to the measurement on the terminals for the mains connection, measurements may need to be performed with a voltage probe on other terminals for incoming and outgoing leads (for example control and load lines). If the function of the equipment under test is affected by the 1500 Ω impedance of the probe, the impedance at 50/60 Hz and at radio frequencies may need to be increased (for example 15 k Ω in series with 500 pF). In place of a voltage measurement, a current measurement with a current probe may also be used, if required (or offered as an option) in the product specification.

During the measurement, the ANs on the mains lead remain in place to provide a defined mains isolation and a defined RF termination. The auxiliary apparatus (control, load) is connected to allow measurements to be made under all provided operating conditions and during interactions between the equipments. Measurements are made on the specified terminals of each equipment.

If the connecting lines between equipments are permanently fixed on both ends and either shorter than 2 m or shielded, no measurements are necessary, provided that in the latter case the shielded cable is connected at both ends to the reference ground, that is metal housing of the equipments. Non-shielded connecting lines with plug(s) or socket(s) are considered to be extendable to a length of more than 2 m and therefore must be extended by at least 2 m and must be tested. Shielded cables must be at least 2 m long unless the user manual specifies shorter cables.

2.4.5.4 *Decoupling of system components*

One of the sources of inaccurate conducted measurements in a system is any ground circulating current. This ground current may be interrupted by installing a 50 μ H AN in the frequency range 0,15 MHz – 30 MHz in the ground safety conductor to the EUT.

An additional source of circulating currents can be the shields of interconnecting cables between units. Therefore, the ground safety conductor to these units shall also be isolated by a 50 μ H AN.

The measurement receiver should be referenced to ground only at the measurement point to prevent ground loops. (Caution: shock hazard may exist if the measuring set is not supplied with an isolation transformer.)

2.4.6 *In situ measurements*

Testing may be performed at the end user's or manufacturer's premises, if the system cannot be set up on test site. In this case, both the system and its location are considered as the system tested. The emission results are unique to the installation site because site containment properties affect the measurement. However, where testing of a given system has

donnés ont été réalisés en trois emplacements représentatifs ou plus, les résultats peuvent être considérés comme représentatifs de tous les emplacements comportant des systèmes similaires dans le but de déterminer la conformité avec les exigences d'émission (si cela est accepté dans le document relatif à l'acquisition de matériel ou aux exigences).

La tension perturbatrice doit être mesurée dans les conditions de conduction existantes au moyen de sondes non réactives (sondes de tension à résistance élevée). Les conditions de conduction et les résultats des mesures sont affectés par:

- la terre de référence existante ou la masse de référence utilisée lors des mesures. Ni un plan de masse conducteur ni un réseau fictif ne doivent être utilisés pour les essais dans l'installation de l'utilisateur, à moins que l'un – ou les deux – ne soient inclus de manière permanente dans l'installation;
- les caractéristiques RF et les conditions de charge pour la conduction de l'alimentation électrique;
- l'environnement RF ambiant;
- l'impédance d'entrée de la sonde.

2.4.6.1 Masse de référence

Il convient d'utiliser la terre existant à l'emplacement de l'installation comme masse de référence. Il convient de la choisir en prenant en compte des critères de haute fréquence (RF). Généralement, on obtient ce résultat en connectant le matériel en essai, par l'intermédiaire de connexions larges présentant un rapport longueur/largeur de 3 au maximum, aux parties conductrices de la structure des bâtiments, connectées à la terre de référence. Cela comprend, par exemple, les tuyaux d'eau métalliques, les tuyauteries de chauffage central, les conducteurs de protection contre la foudre, les armatures de béton armé, les poutres en acier.

En général, les conducteurs de protection et les conducteurs de neutre de l'installation électrique ne conviennent pas comme masse de référence car ils sont susceptibles de porter d'autres tensions de perturbation et peuvent présenter des impédances RF non définies.

Si aucune masse de référence n'est disponible aux environs du matériel à mesurer ou à l'emplacement des mesures, des structures conductrices suffisamment importantes telles que des feuilles métalliques ou des treillis en fil métallique, installées à proximité, peuvent être utilisées comme masse de référence pour les mesures.

Il convient d'observer les exigences générales du 2.4.4.2.1 et de l'annexe A.

2.4.6.2 Mesure au moyen de sondes de tension

Les mesures de la tension perturbatrice conduite sont effectuées avec la sonde de tension. Il faut prendre des précautions spéciales pour établir une masse de référence pour les mesures.

Toute baisse de tension provoquée par la charge du circuit à mesurer peut être déterminée qualitativement en faisant varier l'impédance d'entrée de la sonde de tension. Si l'impédance d'entrée de la sonde de tension est élevée en comparaison de l'impédance interne du point d'essai ou du réseau en essai, seules de légères différences apparaissent dans les mesures de la tension perturbatrice lorsque l'on augmente l'impédance d'entrée de la sonde. L'impédance d'entrée de la sonde peut être doublée en connectant une résistance de 1500 Ω en série. Si la tension perturbatrice est réduite de 5 ou 6 dB (comme prévu), la sonde de 1500 Ω peut être utilisée pour mesurer la tension de perturbation.

2.4.6.3 Choix des points de mesure

Les mesures de tension perturbatrice radioélectrique à l'emplacement de l'installation sont effectuées aux limites des locaux de l'utilisateur final, ou des zones industrielles, ou encore en des points qui doivent être spécifiés à l'intérieur de la zone d'influence du système de réception.

been accomplished at three or more representative locations, the results may be considered representative of all sites with similar systems for purposes of determining compliance with emission requirements (if allowed in the procuring or requirement document.)

The disturbance voltage shall be measured under the existing conduction conditions with non-reactive pick-up devices (high resistance voltage probes). The conduction conditions and measurement results are affected by:

- the existing reference ground or the reference mass used during measurement. Neither a conducting ground plane nor an AN shall be installed for user's installation testing unless one or both are to be a permanent part of the installation;
- the RF characteristics and loading conditions for the power mains conduction;
- the ambient RF environment; and
- the input impedance of the pick-up device.

2.4.6.1 *Reference ground*

The existing ground at the place of installation should be used as reference ground. This should be selected by taking high-frequency (RF) criteria into consideration. Generally, this is accomplished by connecting the EUT via wide straps, with a length-to-width ratio not exceeding 3, to structural conductive parts of buildings that are connected to earth ground. These include metallic water pipes, central heating pipes, lightning wires to earth ground, concrete reinforcing steel and steel beams.

In general, the safety and neutral conductors of the power installation are not suitable as reference ground as these may carry extraneous disturbance voltages and can have undefined RF impedances.

If no suitable reference ground is available in the surroundings of the test object or at the place of measurement, sufficiently large conductive structures such as metal foils, metal sheets or wire meshes set up in the proximity can be used as reference ground for measurement.

The general requirements of 2.4.4.2.1 and of annex A should be observed.

2.4.6.2 *Measurement with voltage probes*

Testing of conducted disturbance voltage is made with the voltage probe. Special precautions must be taken to establish a reference ground for the measurements.

Any voltage decrease caused by loading of the circuit to be measured can be determined qualitatively by varying the voltage probe input impedance. If the input impedance of the voltage probe is high compared to the internal impedance of the test point or of the tested network, then only slight differences in the measurement of the disturbance voltage occur when the probe input impedance is increased. The input impedance of the probe can be doubled by series connection of a 1500 Ω resistor. If the disturbance voltage is reduced by (the predicted) 5 dB or 6 dB, then the 1500 Ω probe can be used to measure the disturbance voltage.

2.4.6.3 *Selection of measuring points*

Radio disturbance voltage measurements at the place of installation are carried out at the boundaries of the user's premises, of industrial areas, or at points to be specified within the influence area of receiving system.