

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites**



STANDARDSISO.COM: Click to View the full PDF of CISPR 16-2-1:2005+A1:2005 CSV



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



CISPR 16-2-1

Edition 1.1 2005-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CR

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
4 Types de perturbations à mesurer	22
5 Connexion du matériel de mesure	22
6 Exigences et conditions générales de mesure	24
7 Mesure des perturbations conduites par les câbles, de 9 kHz à 30 MHz	42
8 Mesure automatisée des émissions	94
Annexe A (informative) Guide pour la connexion d'un matériel électrique au réseau fictif	102
Annexe B (informative) Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage	120
Annexe C (informative) Arbre de décision pour l'utilisation des détecteurs pour les mesures en conduction	126
Annexe D (informative) Durées de mesure et vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne	130

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF & CDR

CISPR 16-2-1:2005 CSV

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES	11
1 Scope	13
2 Normative references.....	13
3 Definitions	15
4 Types of disturbance to be measured.....	23
5 Connection of measuring equipment	23
6 General measurement requirements and conditions	25
7 Measurement of disturbances conducted along leads, 9 kHz to 30 MHz.....	43
8 Automated measurement of emissions	95
Annex A (informative) Guidelines to connection of electrical equipment to the artificial mains network	103
Annex B (informative) Use of spectrum analyzers and scanning receivers.....	121
Annex C (informative) Decision tree for use of detectors for conducted measurements	127
Annex D (informative) Scan rates and measurement times for use with the average detector.....	131

STANDARDSISO.COM: Click to view the full CISPR 16-2-1:2005 CSV

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES**

**SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS
DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET
DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –**

**Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesures des perturbations conduites**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CISPR 16-2-1 a été établie par le sous-comité A du CISPR : Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

La présente version consolidée du CISPR 16-2-1 comprend la première édition (2003) et son amendement 1 (2005) [documents CISPR/A/582/FDIS et CISPR/A/597/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE**

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

**Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Conducted disturbance measurements**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard CISPR 16-2-1 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

This consolidated version of CISPR 16-2-1 consists of the first edition (2003) and its amendment 1 (2005) [documents CISPR/A/582/FDIS and CISPR/A/597/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

STANDARDISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

INTRODUCTION

Les publications CISPR 16-1, CISPR 16-2, CISPR 16-3 et CISPR 16-4 ont été réorganisées en 14 parties, dans le but de pouvoir gérer plus facilement leur évolution et maintenance. Les nouvelles parties portent de nouveaux numéros. Voir la liste donnée ci-dessous.

Anciennes publications CISPR 16		Nouvelles publications CISPR 16	
CISPR 16-1	Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques	CISPR 16-1-1	Appareils de mesure
CISPR 16-2	Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité	CISPR 16-1-2	Matériels auxiliaires – Perturbations conduites
CISPR 16-3	Rapports et recommandations du CISPR	CISPR 16-1-3	Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice
CISPR 16-4	Incertitudes dans les mesures CEM	CISPR 16-1-4	Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées
		CISPR 16-1-5	Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz
		CISPR 16-2-1	Mesures des perturbations conduites
		CISPR 16-2-2	Mesure de la puissance perturbatrice
		CISPR 16-2-3	Mesures des perturbations rayonnées
		CISPR 16-2-4	Mesures de l'immunité
		CISPR 16-3	Rapports techniques du CISPR
		CISPR 16-4-1	Incertitudes dans les essais normalisés en CEM
		CISPR 16-4-2	Incertitudes de l'instrumentation de mesure
		CISPR 16-4-3	Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre
		CISPR 16-4-4	Statistiques des plaintes pour le calcul des limites

Des informations plus spécifiques concernant la relation entre l' "ancienne" CISPR 16-2 et la "nouvelle" CISPR 16-2-1 sont données dans le tableau qui suit cette introduction (TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES).

Les spécifications des appareils de mesure sont données dans les cinq nouvelles parties de la CISPR 16-1, alors que les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques sont désormais couvertes par les quatre nouvelles parties de la CISPR 16-2. Différents rapports avec des informations sur le contexte du CISPR et sur les perturbations radioélectriques en général sont donnés dans la CISPR 16-3. La CISPR 16-4 contient des informations relatives aux incertitudes, aux statistiques et à la modélisation des limites.

La CISPR 16-2 est constituée des quatre parties suivantes, sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité*:

- Partie 2-1: Mesures des perturbations conduites,
- Partie 2-2: Mesure de la puissance perturbatrice,
- Partie 2-3: Mesures des perturbations rayonnées,
- Partie 2-4: Mesures de l'immunité.

INTRODUCTION

CISPR 16-1, CISPR 16-2, CISPR 16-3 and CISPR 16-4 have been reorganised into 14 parts, to accommodate growth and easier maintenance. The new parts have also been renumbered. See the list given below.

Old CISPR 16 publications		New CISPR 16 publications	
CISPR 16-1	Radio disturbance and immunity measuring apparatus	CISPR 16-1-1	Measuring apparatus
CISPR 16-2	Methods of measurement of disturbances and immunity	CISPR 16-1-2	Ancillary equipment – Conducted disturbances
CISPR 16-3	Reports and recommendations of CISPR	CISPR 16-1-3	Ancillary equipment – Disturbance power
CISPR 16-4	Uncertainty in EMC measurements	CISPR 16-1-4	Ancillary equipment – Radiated disturbances
		CISPR 16-1-5	Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz
		CISPR 16-2-1	Conducted disturbance measurements
		CISPR 16-2-2	Measurement of disturbance power
		CISPR 16-2-3	Radiated disturbance measurements
		CISPR 16-2-4	Immunity measurements
		CISPR 16-3	CISPR technical reports
		CISPR 16-4-1	Uncertainties in standardised EMC tests
		CISPR 16-4-2	Measurement instrumentation uncertainty
		CISPR 16-4-3	Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products
		CISPR 16-4-4	Statistics of complaints and a model for the calculation of limits

More specific information on the relation between the ‘old’ CISPR 16-2 and the present ‘new’ CISPR 16-2-1 is given in the table after this introduction (TABLE RECAPITULATING CROSS REFERENCES).

Measurement instrumentation specifications are given in five new parts of CISPR 16-1, while the methods of measurement are covered now in four new parts of CISPR 16-2. Various reports with further information and background on CISPR and radio disturbances in general are given in CISPR 16-3. CISPR 16-4 contains information related to uncertainties, statistics and limit modelling.

CISPR 16-2 consists of the following parts, under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Methods of measurement of disturbances and immunity*:

- Part 2-1: Conducted disturbance measurements,
- Part 2-2: Measurement of disturbance power,
- Part 2-3: Radiated disturbance measurements,
- Part 2-4: Immunity measurements.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Deuxième édition de la CISPR 16-2
Articles, paragraphes

1.1
1.2
1.3

2.1
2.2
2.3
2.4
4.1

Annexes

A
B
D

Figures

1, ..., 16

Première édition de la CISPR 16-2-1
Articles, paragraphes

1
2
3

4
5
6
7
8

Annexes

A
B
C

Figures

1, ..., 16

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES

Second edition of CISPR 16-2
Clauses, subclauses

1.1
1.2
1.3

2.1
2.2
2.3
2.4
4.1

Annexes

A
B
D

Figures
1, ..., 16First edition of CISPR 16-2-1
Clauses, subclauses

1
2
3

4
5
6
7
8

Annexes

A
B
C

Figures
1, ..., 16

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie les méthodes de mesure des phénomènes perturbateurs en général, dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz et spécialement les perturbations conduites dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60083:1997, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*

CEI 60364-4: *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité*

CISPR 11 :2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 13:2001, *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1:2000, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1 : Émission*

CISPR 16-1-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

CISPR 16-2-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure de la puissance perturbatrice*

CISPR 16-2-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the methods of measurement of disturbance phenomena in general in the frequency range 9 kHz to 18 GHz and especially of conducted disturbance phenomena in the frequency range 9 kHz to 30 MHz.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60083:1997, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

IEC 60364-4: *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety*

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 13:2001, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14-1:2000, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

CISPR 16-1-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

CISPR 16-2-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power*

CISPR 16-2-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-4: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures de l'immunité*

CISPR 16-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR*

CISPR 16-4-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-1: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes dans les essais normalisés en CEM*

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de l'instrumentation de mesure*

CISPR 16-4-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-3: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre*

CISPR 16-4-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-4: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Statistiques des plaintes pour le calcul des limites*

UIT-R Recommandation BS.468-4: *Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie du CISPR 16, les définitions de la CEI 60050(161) s'appliquent, ainsi que les définitions suivantes :

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

3.2

matériel en essai

matériel (dispositifs, appareils et systèmes) soumis aux essais de conformité pour la CEM (émission et immunité)

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

3.4

limite d'émission (d'une source perturbatrice)

valeur maximale spécifiée du niveau d'émission d'une source de perturbation électromagnétique

CISPR 16-2-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements*

CISPR 16-3: 2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

CISPR 16-4-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

CISPR 16-4-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products*

CISPR 16-4-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of complaints and a model for the calculation of limits*

ITU-R Recommendation BS.468-4: *Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcasting*

3 Definitions

For the purpose of this part of CISPR 16, the definitions of IEC 60050(161) apply, as well as the following:

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

3.2

EUT

the equipment (devices, appliances and systems) subjected to EMC (emission) compliance tests

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

3.4

emission limit (from a disturbing source)

the specified maximum emission level of a source of electromagnetic disturbance

[IEV 161-03-12]

3.5**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.

3.6**émission (électromagnétique)**

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur

[VEI 161-01-08]

3.7**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

3.8**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 impedance de terminaison définie

NOTE Voir également VEI 161-04-09.

3.9**courant de mode commun**

somme vectorielle des courants traversant deux ou plusieurs conducteurs à une intersection spécifiée entre ces conducteurs et un plan imaginaire

3.10**tension en mode différentiel; tension différentielle**

tension perturbatrice RF entre les fils d'une ligne à deux conducteurs

[VEI 161-04-08, modifié]

3.11**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

3.12**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:

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

NOTE Voir également VEI 161-04-13.

3.5**ground reference**

a connection that constitutes a defined parasitic capacitance to the surrounding of an EUT and serves as reference potential

NOTE See also IEV 161-04-36.

3-6**(electromagnetic) emission**

the phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEV 161-01-08]

3.7**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

3.8**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 IEV 161-04-09.

3.9**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

3.10**differential mode voltage; symmetrical voltage**

the RF disturbance voltage between the wires of a two conductor line

[IEV 161-04-08, modified]

3.11**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

3.12**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:

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

NOTE See also IEV 161-04-13.

3.13**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.

3.14**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.

3.15**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

3.16**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]

3.17**pondération (détection quasi-crête)**

conversion, dépendante du taux de répétition, des tensions impulsives de crête en une indication correspondant à la gène 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

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

NOTE 2 Le niveau d'émission ou le niveau d'immunité est évalué conformément aux définitions des niveaux de la CEI 60050(161) (voir VEI 161-03-01, VEI 161-03-11 et VEI 161-03-14).

3.18**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.

3.19**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

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

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

3.13**measuring receiver**

a receiver for the measurement of disturbances with different detectors

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

3.14**test configuration**

gives the specified measurement arrangement of the EUT in which an emission level is measured

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

3.15**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

3.16**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]

3.17**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

NOTE 1 The weighting characteristics are specified in CISPR 16-1-1.

NOTE 2 The emission level or immunity level is evaluated as required by IEC 60050(161) definitions of level (see IEV 161-03-01, IEV 161-03-11 and IEV 161-03-14).

3.18**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.

3.19**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

NOTE 1 For impulsive disturbance, see IEV 161-02-08.

NOTE 2 The measuring receiver is specified in CISPR 16-1-1.

**3.20
temps de mesure**

T_m

le temps effectif et cohérent pour obtenir un résultat de mesure à une fréquence unique (dans certains domaines, appelé également temps de palier)

- pour le détecteur de crête, le temps effectif pour détecter le maximum de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de quasi-crête, le temps effectif pour mesurer le maximum de l'enveloppe pondérée,
- pour le détecteur de valeur moyenne, le temps effectif pour effectuer la moyenne de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de valeur efficace, le temps effectif pour déterminer la valeur efficace de l'enveloppe du signal

**3.21
balayage (1)**

variation continue de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

**3.22
balayage (2)**

variation continue ou par pas de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

**3.23
durée de balayage**

T_s

temps d'un balayage compris entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée

**3.24
intervalle**

Δf

différence entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée d'un balayage

**3.25
vitesse de balayage**

intervalle de fréquence divisé par la durée de balayage

**3.26
nombre de balayages par unité de temps (par exemple, par seconde)**

n_s

$1/(durée de balayage + durée du retour)$

**3.27
temps d'observation**

T_o

somme des temps de mesure T_m à une certaine fréquence dans le cas de balayages multiples. Si n est le nombre de balayage, alors $T_o = n \times T_m$

**3.28
temps d'observation total**

T_{tot}

temps effectif pour une vue d'ensemble du spectre (soit en balayage simple soit en balayages multiples). Si c est le nombre de canaux dans un balayage, alors $T_{tot} = c \times n \times T_m$

**3.20
measurement time** T_m

the effective, coherent time for a measurement result at a single frequency (in some areas also called dwell time)

- for the peak detector, the effective time to detect the maximum of the signal envelope,
- for the quasi-peak detector, the effective time to measure the maximum of the weighted envelope
- for the average detector, the effective time to average the signal envelope
- for the r.m.s. detector, the effective time to determine the r.m.s. of the signal envelope.

3.21**sweep**

a continuous frequency variation over a given frequency span

3.22**scan**

a continuous or stepped frequency variation over a given frequency span

3.23**sweep or scan time** T_s

the time between start and stop frequencies of a sweep or scan

3.24**span** Δf

difference between stop and start frequencies of a sweep or scan

3.25**sweep or scan rate**

the frequency span divided by the sweep or scan time

3.26**number of sweeps per time unit (e.g. per second)** n_s

$1/(sweep\ time + retrace\ time)$

3.27**observation time** T_o

the sum of measurement times T_m on a certain frequency in case of multiple sweeps. If n is the number of sweeps or scans, then $T_o = n \times T_m$

3.28**total observation time** T_{tot}

the effective time for an overview of the spectrum (either single or multiple sweeps). If c is the number of channels within a scan or sweep, then $T_{tot} = c \times n \times T_m$

4 Types de perturbations à mesurer

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

4.1 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 16-1-1.

4.2 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 16-1-1.

5 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.

4 Types of disturbance to be measured

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

4.1 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 16-1-1.

4.2 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 16-1-1.

5 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.

5.1 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.

5.2 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 matériaux de mesure (par exemple récepteurs de mesure et matériaux 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).

5.3 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.

6 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;

5.1 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.

5.2 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).

5.3 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.

6 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) 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.

6.1 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.

6.1.1 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.

6.2 Mesure d'une perturbation continue

6.2.1 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.

6.2.2 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 6.4.1 pour plus de détails.

6.2.3 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.

6.3 Conditions de fonctionnement du matériel en essai

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions suivantes:

6.3.1 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 matériaux en essai qui ne sont pas couverts, elles doivent correspondre aux instructions du fabricant.

- f) when using a spectrum analyzer or scanning receiver due considerations shall be given to its particular operating and calibration requirements.

6.1 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.

6.1.1 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.

6.2 Measurement of continuous disturbance

6.2.1 Narrowband continuous disturbance

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

6.2.2 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 6.4.1 for further details.

6.2.3 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.

6.3 Operating conditions of the EUT

The EUT shall be operated under the following conditions:

6.3.1 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.

6.3.2 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.

6.3.3 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.

6.3.4 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.

6.3.5 Mode de fonctionnement

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

6.4 Interprétation des résultats de mesure

6.4.1 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 14-1).
- 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.

6.3.2 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.

6.3.3 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.

6.3.4 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.

6.3.5 Mode of operation

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

6.4 Interpretation of measuring results

6.4.1 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 14-1).
- 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.

6.4.2 Perturbations discontinues

La mesure des perturbations discontinues peut être effectuée à un nombre restreint de fréquences. Pour plus de détails, voir la CISPR 14-1.

6.4.3 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 matériaux en essai à commutation instantanée et entre 10 ms/div et 200 ms/div pour les autres matériaux 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.

6.5 Temps de mesure et vitesses de balayage pour les perturbations continues

Pour les mesures manuelles et pour les mesures automatiques ou semi-automatiques, les temps de mesure et les vitesses de balayage des récepteurs de mesure et des récepteurs à balayage doivent être réglés afin de mesurer l'émission maximale. Spécialement, lorsqu'un détecteur de crête est utilisé pour un pré-balayage, les temps de mesure et les vitesses de balayage doivent prendre en compte le rythme de l'émission à mesurer. On peut trouver en 8 des informations plus détaillées sur l'exécution des mesures automatiques.

6.5.1 Temps de mesure minimaux

L'article B.7 de la présente norme donne un tableau des durées de balayage minimales ou des vitesses de balayage les plus élevées réalisables en pratique. A partir de ce tableau on a déduit les durées de balayage minimales pour chaque bande CISPR dans son intégralité:

Tableau 1 – Durées de balayage minimales pour les trois bandes CISPR avec détecteur de crête et détecteur de quasi-crête

Bande de fréquence	Durée de balayage T_s pour une détection crête	Durée de balayage T_s pour une détection quasi-crête
A	9 kHz – 150 kHz	14,1 s
B	0,15 MHz – 30 MHz	2 985 s
C/D	30 MHz – 1 000 MHz	0,97 s

Les durées de balayage du tableau 1 s'appliquent pour des signaux en onde entretenue. En fonction du type de perturbation, on peut avoir à augmenter la durée de balayage, même pour des mesures quasi-crête. Dans des cas extrêmes le temps de mesure T_m à une certaine fréquence peut avoir à être augmenté à 15 s, si le niveau de l'émission observée n'est pas stable (voir 6.4.1). Toutefois les claquements isolés sont exclus.

On peut trouver à l'Annexe D les durées de mesure et les vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne.

La plupart des normes de produits font appel à la détection quasi-crête pour les mesures de conformité, ce qui prend beaucoup de temps si aucune procédure de réduction du temps de mesure n'est appliquée (voir 8). Avant qu'une procédure de réduction du temps de mesure ne soit appliquée, l'émission doit être détectée par un pré-balayage. Afin d'éviter que, par exemple, des signaux intermittents ne soient oubliés pendant un balayage automatique, il est nécessaire de prendre en compte les considérations des paragraphes 6.5.2 à 6.5.4.

6.4.2 Discontinuous disturbance

Measurement of discontinuous disturbance may be performed at a restricted number of frequencies. For further details, see CISPR 14-1.

6.4.3 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.

6.5 Measurement times and scan rates for continuous disturbance

Both for manual measurements and automated or semiautomated measurements, measurement times and scan rates of measuring and scanning receivers shall be set so as to measure the maximum emission. Especially, where a peak detector is used for prescans, the measurement times and scan rates have to take the timing of the emission under test into account. More detailed guidance on the execution of automated measurements can be found in 8.

6.5.1 Minimum measurement times

Clause B.7 of the present standard gives a table of the minimum sweep times or the fastest – practically achievable – scan rates. From this table the following minimum scan times for each whole CISPR band have been derived:

Table 1 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors

Frequency band		Scan time T_s for peak detection	Scan time T_s for quasi-peak detection
A	9 kHz – 150 kHz	14,1 s	2820 s = 47 min
B	0,15 MHz – 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C/D	30 MHz – 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

The scan times in Table 1 apply for CW signals. Depending on the type of disturbance, the scan time may have to be increased – even for quasi-peak measurements. In extreme cases, the measurement time T_m at a certain frequency may have to be increased to 15 s, if the level of the observed emission is not steady (see 6.4.1). However isolated clicks are excluded.

Scan rates and measurement times for use with the average detector will be found in Annex D.

Most product standards call out quasi-peak detection for compliance measurements which is very time consuming, if no time-saving procedures are applied (see 8). Before time-saving procedures can be applied, the emission has to be detected in a prescan. In order to ensure that e.g. intermittent signals are not overlooked during an automatic scan, the considerations in 6.5.2 to 6.5.4 need to be taken into account.

6.5.2 Vitesse de balayage des récepteurs à balayage et des analyseurs de spectre

Il est nécessaire qu'une des deux conditions suivantes soit remplie pour s'assurer que des signaux ne soient pas oubliés pendant le balayage automatique sur les intervalles de fréquences:

- 1) pour un balayage unique: le temps de mesure à chaque fréquence doit être supérieur aux intervalles entre impulsions pour les signaux intermittents;
- 2) pour des balayages multiples avec maintien du maximum: il convient que le temps d'observation à chaque fréquence soit suffisant pour intercepter des signaux intermittents.

La vitesse de balayage en fréquences est limitée par la largeur de bande de résolution de l'instrument et le réglage de la largeur de bande vidéo. Si la vitesse de balayage choisie est trop rapide pour un état donné de l'instrument, on obtiendra des résultats de mesure erronés. En conséquence, il est nécessaire de choisir une durée de balayage suffisamment longue pour l'intervalle de fréquences considéré. Les signaux intermittents peuvent être interceptés soit par un simple balayage avec un temps d'observation suffisamment long à chaque fréquence, soit par des balayages multiples avec maintien du maximum. Généralement pour une vue d'ensemble d'émissions inconnues, la seconde solution sera particulièrement efficace: tant que l'affichage du spectre se modifie, il peut exister encore des signaux intermittents à découvrir. Le temps d'observation doit être choisi en fonction de la périodicité avec laquelle les signaux perturbateurs apparaissent. Dans certains cas, une modification de la vitesse de balayage peut s'avérer nécessaire pour éviter des effets de synchronisation.

Lorsque l'on détermine la durée de balayage minimale pour les mesures avec un analyseur de spectre ou un récepteur à balayage, sur la base d'un réglage donné de l'instrument et en utilisant une détection de crête, on doit considérer deux différents cas. Si la largeur de bande vidéo choisie est plus **large** que la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée de balayage minimale:

$$T_{s \min} = (K \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

où

$T_{s \min}$ = Durée de balayage minimale

Δf = Intervalle de fréquences

B_{res} = Largeur de bande de résolution

k = Constante de proportionnalité, relative à la forme du filtre de résolution; cette constante a une valeur estimée entre 2 et 3 pour des filtres à accord synchrone, pratiquement gaussien. Pour des filtres pratiquement rectangulaires, à accord décalé, k a une valeur entre 10 et 15.

Si la largeur de bande vidéo choisie est plus petite ou égale à la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée de balayage minimale:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

où B_{video} = Largeur de bande vidéo

La plupart des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage règlent automatiquement la durée de balayage en fonction de l'intervalle de fréquences choisi et des réglages de largeurs de bande. La durée de balayage est réglée pour maintenir un affichage étalonné. La sélection automatique de la durée de balayage peut être annulée si des temps d'observation plus longs sont nécessaires, par exemple pour intercepter des signaux à variation lente.

6.5.2 Scan rates for scanning receivers and spectrum analyzers

One of two conditions need to be met to ensure that signals are not missed during automatic scans over frequency spans:

- 1) for a single sweep: the measurement time at each frequency must be larger than the intervals between pulses for intermittent signals;
- 2) for multiple sweeps with maximum hold: the observation time at each frequency should be sufficient for intercepting intermittent signals.

The frequency scan rate is limited by the instrument's resolution bandwidth and the video bandwidth setting. If the scan rate is chosen too fast for the given instrument state, erroneous measurement results will be obtained. Therefore, a sufficiently long sweep time needs to be chosen for the selected frequency span. Intermittent signals may be intercepted by either a single sweep with sufficient observation time at each frequency or by multiple sweeps with maximum hold. Usually for an overview over unknown emissions, the latter will be highly efficient: as long as the spectrum display changes, there may still be intermittent signals to discover. The observation time has to be selected according to the periodicity at which interfering signals occur. In some cases, the sweep time may have to be varied in order to avoid synchronization effects.

When determining the minimum sweep time for measurements with a spectrum analyzer or scanning EMI receiver, based on a given instrument setting and using peak detection, two different cases have to be distinguished. If the video bandwidth is selected to be **wider** than the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

where

- $T_{s \min}$ = Minimum sweep time
- Δf = Frequency span
- B_{res} = Resolution bandwidth
- k = Constant of proportionality, related to the shape of the resolution filter; this constant assumes a value between 2 and 3 for synchronously-tuned, near-Gaussian filters. For nearly rectangular, stagger-tuned filters, k has a value between 10 and 15.

If the video bandwidth is selected to be equal to or smaller than the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

where B_{video} = Video bandwidth

Most spectrum analyzers and scanning EMI receivers automatically couple the sweep time to the selected frequency span and the bandwidth settings. Sweep time is adjusted to maintain a calibrated display. The automatic sweep time selection can be overwritten if longer observation times are required, e.g., to intercept slowly varying signals.

De plus, pour les balayages répétitifs, le nombre de balayages par seconde est déterminé par la durée de balayage $T_{s \text{ min}}$ et la durée du retour (temps nécessaire pour faire revenir l'oscillateur local et pour enregistrer les résultats de mesure, etc.).

6.5.3 Durée de balayage pour les récepteurs à accord par palier

Les récepteurs à accord par palier sont accordés successivement sur des fréquences ponctuelles en utilisant des largeurs de pas prédéfinies. Tout en couvrant la gamme de fréquences concernée par pas de fréquence, un temps minimal de maintien à chaque fréquence est nécessaire pour que l'instrument mesure de façon précise le signal d'entrée.

Pour la mesure réelle, il est nécessaire d'avoir un pas de fréquence d'environ 50 % de la largeur de bande de résolution utilisée, ou moins (en fonction de la forme du filtre de résolution) pour réduire les incertitudes de mesure dues à la largeur du pas pour les signaux à bande étroite. Avec ces hypothèses, la durée de balayage $T_{s \text{ min}}$ pour un récepteur à accord par palier peut être calculée en utilisant l'équation ci-dessous:

$$T_{s \text{ min}} = T_{m \text{ min}} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0,5) \quad (3)$$

où $T_{m \text{ min}}$ = Temps minimal de mesure (de maintien) à chaque fréquence

En plus du temps de mesure, il faut prendre en compte le temps nécessaire au synthétiseur pour passer à la fréquence suivante et pour le logiciel d'enregistrer le résultat de mesure, ce qui est réalisé automatiquement dans la plupart des récepteurs de telle sorte que le temps de mesure choisi est le temps réel pour obtenir le résultat de mesure. De plus, le détecteur choisi, par exemple crête ou quasi-crête, détermine également cette durée.

Pour des émissions purement à large bande, on peut augmenter le pas de fréquence. Dans ce cas l'objectif est de trouver uniquement les maxima du spectre d'émission.

6.5.4 Stratégies pour une vue d'ensemble du spectre en utilisant le détecteur de crête

Pour chaque mesure par pré-balayage, la probabilité d'intercepter toutes les composantes spectrales critiques du spectre de l'appareil en essai doit être de 100 % ou aussi proche que possible de 100 %. En fonction du type de récepteur de mesure et des caractéristiques de la perturbation, qui peut contenir des éléments à bande étroite et à large bande deux approches générales sont proposées:

- balayage par pas: le temps de mesure (de maintien) doit être assez long à chaque fréquence pour mesurer la crête du signal, par exemple pour un signal impulsif il convient que le temps de mesure (de maintien) soit plus long que l'inverse de la fréquence de répétition du signal.
- balayage continu: le temps de mesure doit être supérieur aux intervalles entre les signaux intermittents (balayage unique) et le nombre de balayage en fréquence pendant le temps d'observation doit être rendu maximal pour augmenter la probabilité d'interception du signal.

Les Figures 1, 2 et 3 montrent des exemples de la relation entre différents spectres d'émission variant dans le temps et les affichages correspondants sur le récepteur de mesure. Dans chaque cas la partie supérieure de la Figure montre la position de la largeur de bande du récepteur selon qu'il balaye le spectre en continu ou par pas.

In addition, for repetitive sweeps, the number of sweeps per second will be determined by the sweep time $T_{s\ min}$ and the retrace time (time needed to retune the local oscillator and to store the measurement results, etc.).

6.5.3 Scan times for stepping receivers

Stepping EMI receivers are consecutively tuned to single frequencies using predefined step sizes. While covering the frequency range of interest in discrete frequency steps, a minimum dwell time at each frequency is required for the instrument to accurately measure the input signal.

For the actual measurement, a frequency step size of roughly 50 % of the resolution bandwidth used or less (depending on the resolution filter shape) is required to reduce measurement uncertainty for narrowband signals due to the stepwidth. Under these assumptions the scan time $T_{s\ min}$ for a stepping receiver can be calculated using the following equation:

$$T_{s\ min} = T_{m\ min} \times \Delta f / (B_{res} \times 0,5) \quad (3)$$

where $T_{m\ min}$ = Minimum measurement (dwell) time at each frequency

In addition to the measurement time, some time has to be taken into consideration for the synthesizer to switch to the next frequency and for the firmware to store the measurement result, which in most measuring receivers is automatically done so that the selected measurement time is the effective time for the measurement result. Furthermore, the selected detector, e.g. peak or quasi-peak, determines this time period as well.

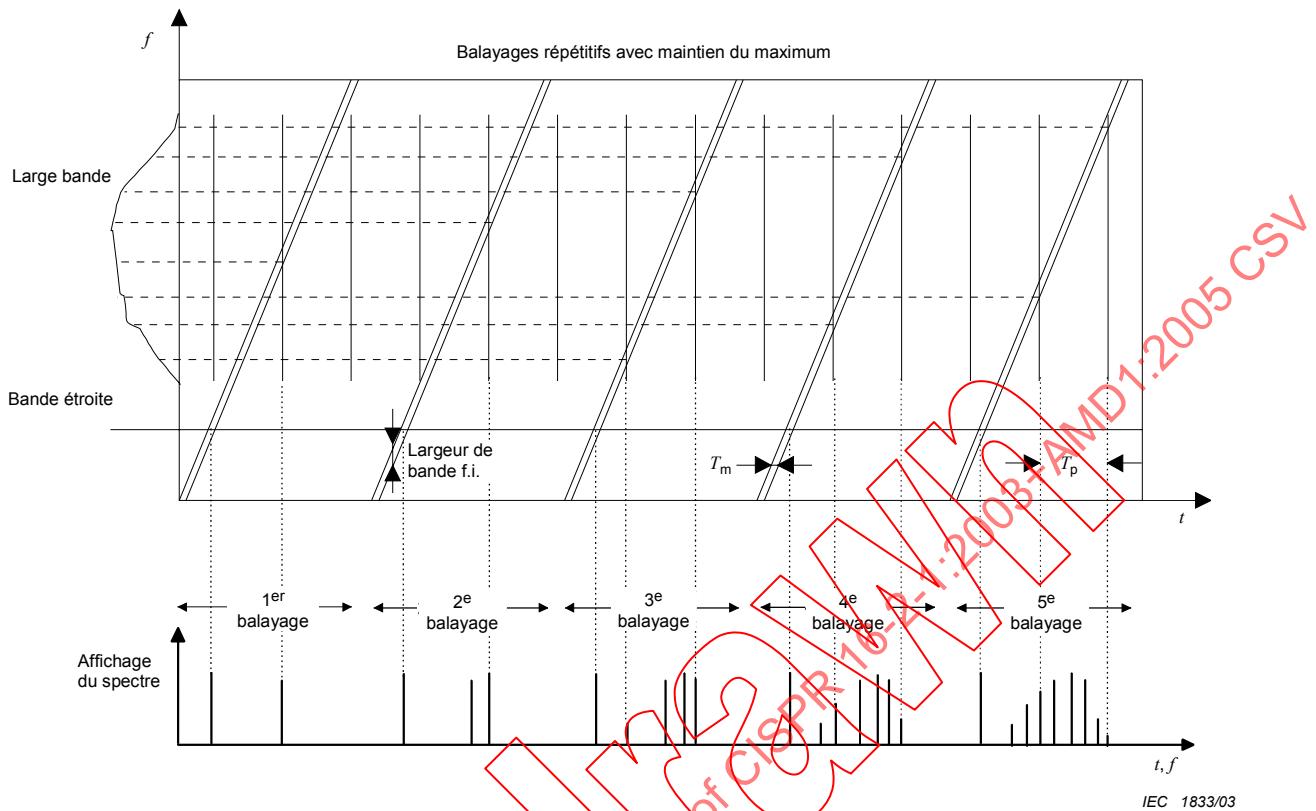
For purely broadband emissions, the frequency step size may be increased. In this case the objective is to find the maxima of the emission spectrum only.

6.5.4 Strategies for obtaining a spectrum overview using the peak detector

For each prescan measurement, the probability of intercepting all critical spectral components of the EUT spectrum shall be equal to 100 % or as close to 100 % as possible. Depending on the type of measuring receiver and the characteristics of the disturbance, which may contain narrowband and broadband elements, two general approaches are proposed:

- stepped scan: the measurement (dwell) time shall be long enough at each frequency to measure the signal peak, e.g. for an impulsive signal the measurement (dwell) time should be longer than the reciprocal of the repetition frequency of the signal.
- swept scan: the measurement time must be larger than the intervals between intermittent signals (single sweep) and the number of frequency scans during the observation time should be maximized to increase the probability of signal interception.

Figures 1, 2 and 3 show examples of the relationship between various time-varying emission spectra and the corresponding display on a measuring receiver. In each case the upper part of the Figure shows the position of the receiver bandwidth as it either sweeps or steps through the spectrum.

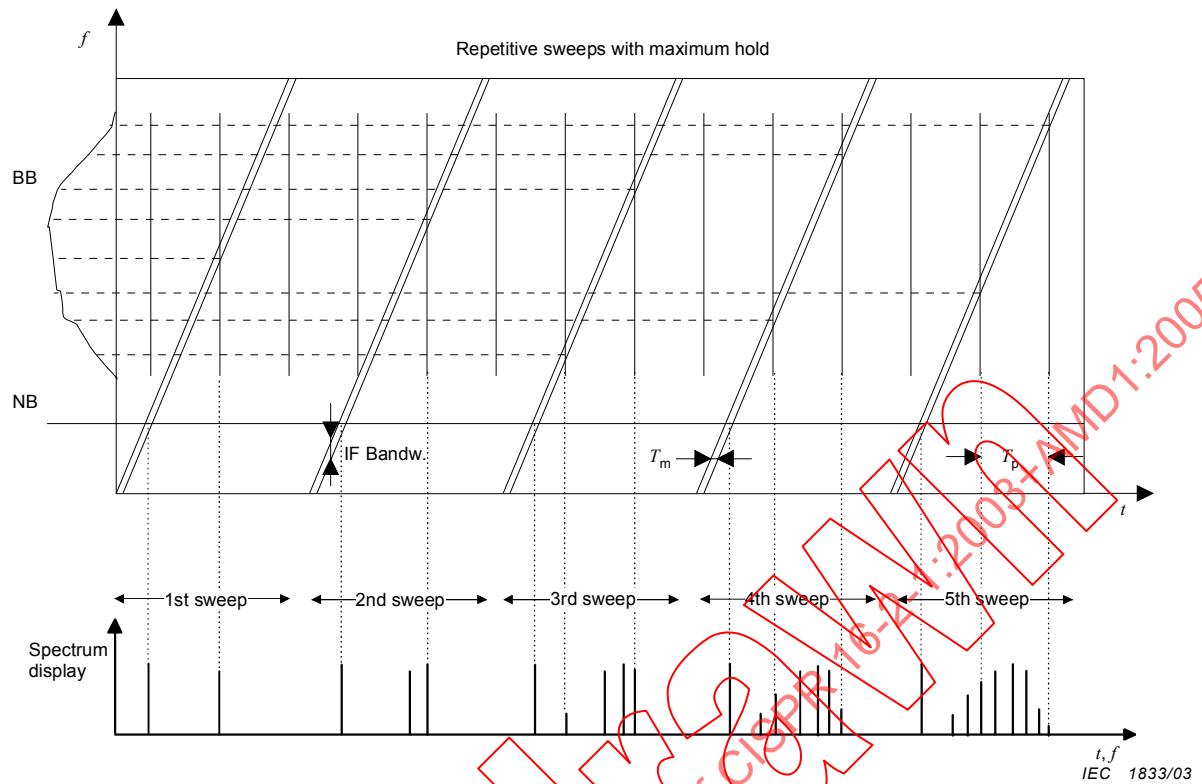


T_p est l'intervalle de répétition de l'impulsion d'un signal en impulsion. Une impulsion se produit à chaque ligne verticale en fonction de l'échelle de temps de l'affichage (partie supérieure de la Figure).

Figure 1 – Mesure d'une combinaison d'un signal à bande étroite et d'un signal en impulsion en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum

Si le type d'émission est inconnu, des balayages multiples avec une durée de balayage aussi courte que possible et une détection de crête permettent de déterminer l'enveloppe du spectre. Un balayage unique court est suffisant pour mesurer le contenu d'un signal à bande étroite permanent dans le spectre d'un appareil en essai. Pour les signaux permanents à large bande et les signaux intermittents à bande étroite, des balayages multiples à différentes vitesses de balayage en utilisant la fonction "maintien du maximum" peuvent être nécessaires pour déterminer l'enveloppe du spectre. Pour des signaux en impulsion, il est nécessaire d'effectuer de nombreux balayages pour remplir l'enveloppe du spectre de la composante à large bande.

La réduction du temps de mesure demande une analyse temporelle des signaux à mesurer. Ceci peut être effectué soit avec un récepteur de mesure qui fournit un affichage graphique du signal, utilisé en mode intervalle nul ou en utilisant un oscilloscope branché à la sortie f.i. ou vidéo du récepteur comme il est montré par exemple à la Figure 2.

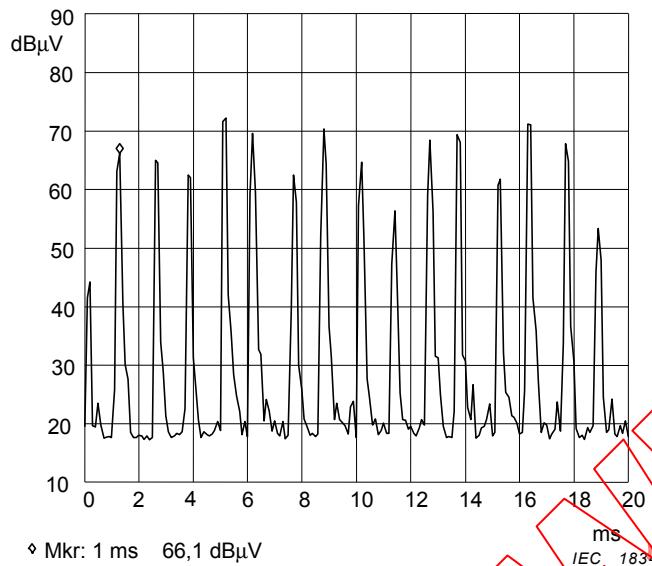


T_p is the pulse-repetition interval of the impulsive signal. A pulse occurs at each vertical line of the spectrum-vs.-time display (upper part of the Figure).

Figure 1 – Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold

If the type of emission is unknown, multiple sweeps with the shortest possible sweep time and peak detection allow to determine the spectrum envelope. A short single sweep is sufficient to measure the continuous narrowband signal content of the EUT spectrum. For continuous broadband and intermittent narrowband signals, multiple sweeps at various scan rates using a “maximum hold” function may be necessary to determine the spectrum envelope. For low repetition impulsive signals, many sweeps will be necessary to fill up the spectrum envelope of the broadband component.

The reduction of measurement time requires a timing analysis of the signals to be measured. This can be done either with a measuring receiver which provides a graphical signal display, used in zero-span mode or using an oscilloscope connected to the receiver’s IF or video output as e.g. shown in Figure 2.

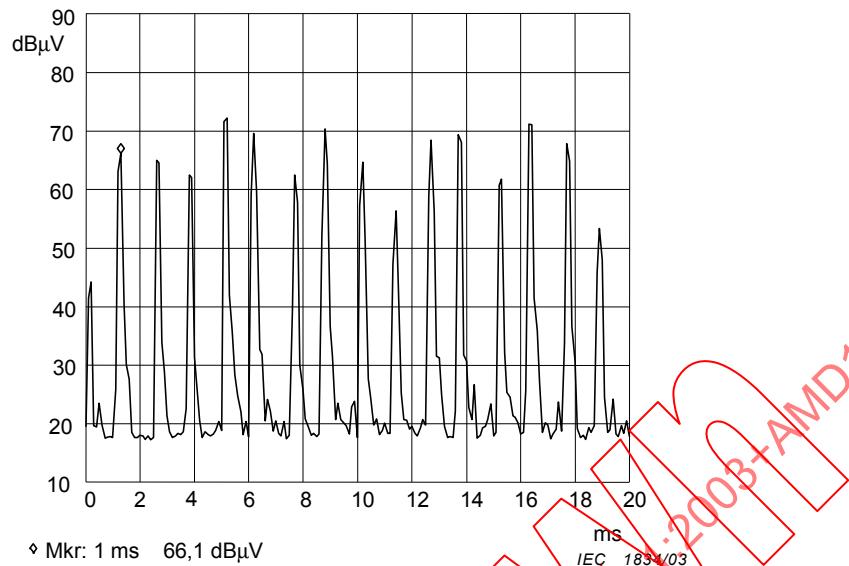


Perturbation d'un collecteur de moteur à courant continu: compte tenu du nombre de segments du collecteur, la fréquence de répétition des impulsions est élevée (environ 800 Hz) et l'amplitude des impulsions varie fortement. En conséquence, pour cet exemple, le temps de mesure (de maintien) avec un détecteur crête est supérieur à 10 ms.

Figure 2 – Exemple d'analyse temporelle

De cette façon les durées des impulsions et leurs fréquences de répétition peuvent être déterminées et les temps de maintien choisis en conséquence.

- pour les perturbations **continues non modulées à bande étroite** la durée de balayage la plus courte possible pour les réglages choisis de l'instrument peut être utilisée;
- pour les perturbations **purement continues à large bande**, par exemple pour des moteurs à allumage commandés, pour des appareils de soudage à l'arc et pour des moteurs à collecteur, un balayage par pas (avec une détection de crête ou même de quasi-crête) peut être utilisé pour un échantillonnage du spectre d'émission. Dans ce cas la connaissance du type de perturbation est utilisée pour dessiner une courbe en lignes brisées représentant l'enveloppe du spectre (voir Figure 3). La largeur du pas doit être choisie de sorte qu'aucune variation significative de l'enveloppe du spectre ne soit oubliée. Une mesure par balayage unique, si elle est effectuée suffisamment lentement, donne également l'enveloppe du spectre;
- pour les perturbations **intermittentes à bande étroite** de fréquences inconnues, on peut utiliser soit des balayages courts et rapides avec la fonction "maintien du maximum" (voir Figure 4) soit un balayage lent. Une analyse temporelle peut être nécessaire avant la mesure réelle pour s'assurer d'une interception correcte du signal.



Disturbance from a DC collector motor: due to the number of collector segments the pulse repetition frequency is high (approx. 800 Hz) and the pulse amplitude varies strongly. Therefore for this example, the recommended measurement (dwell) time with the peak detector is > 10 ms.

Figure 2 – Example of a timing analysis

This way pulse durations and pulse repetition frequencies can be determined and scan rates or dwell times selected accordingly:

- for **continuous unmodulated narrowband** disturbances the fastest scan time possible for the selected instrument settings may be used;
- for **pure continuous broadband** disturbances, e.g. from ignition motors, arc welding equipment, and collector motors, a stepped scan (with peak or even quasi-peak detection) for sampling of the emission spectrum may be used. In this case the knowledge of the type of disturbance is used to draw a polyline curve as the spectrum envelope (see Figure 3). The step size has to be chosen so that no significant variations in the spectrum envelope are missed. A single swept measurement – if performed slowly enough – will also yield the spectrum envelope;
- for **intermittent narrowband** disturbances with unknown frequencies either fast short sweeps involving a “maximum hold” function (see Figure 4) or a slow single sweep may be used. A timing analysis may be required prior to the actual measurement to ensure proper signal interception.

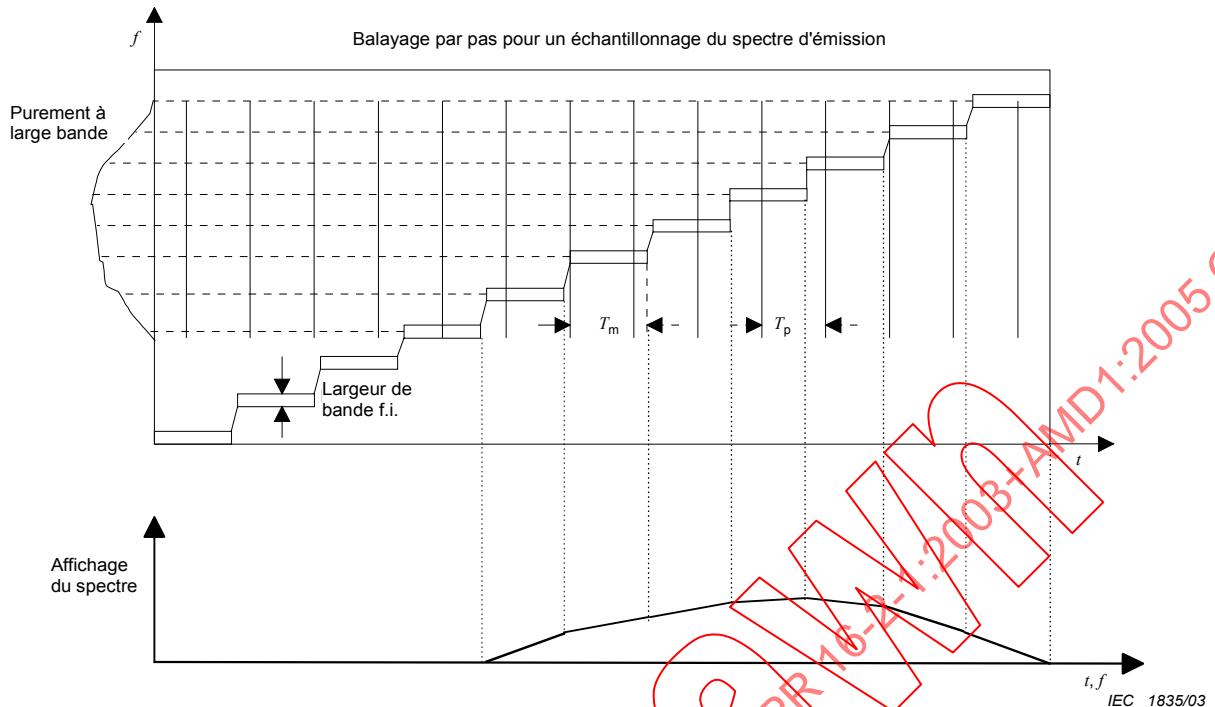


Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier

Il convient que le temps de mesure (de maintien) T_m soit plus long que l'intervalle de répétition des impulsions T_p , qui est l'inverse de la fréquence de répétition des impulsions.

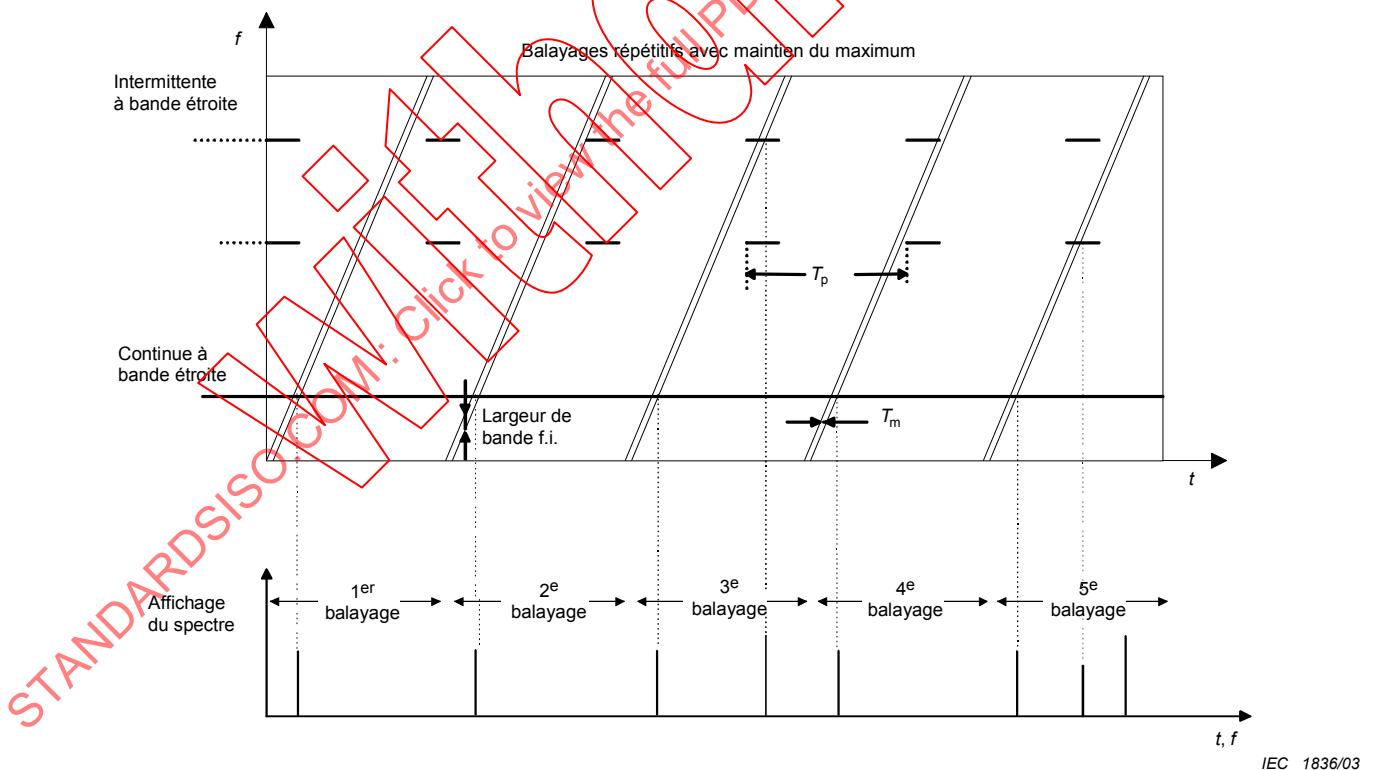


Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction "maintien du maximum" pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission

NOTE Dans l'exemple ci-dessus, 5 balayages sont nécessaires pour faire apparaître toutes les composantes spectrales. Il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de balayages nécessaires ou la durée de balayage, en fonction de la durée des impulsions ou de leur intervalle de répétition.

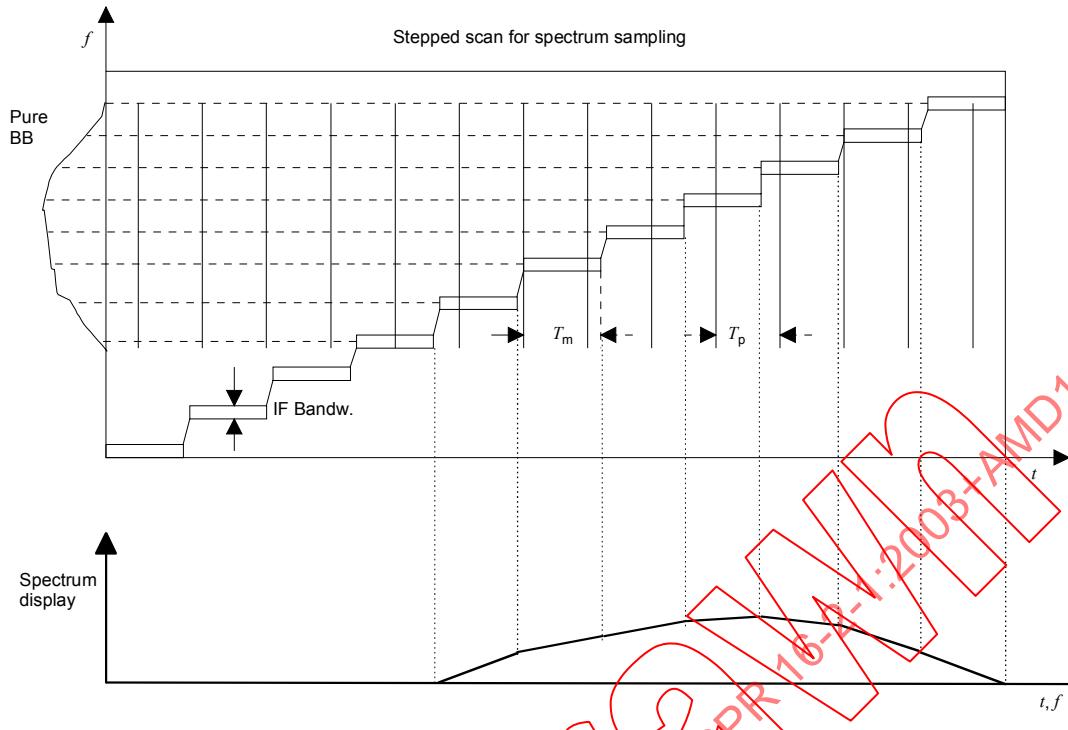


Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver

The measurement (dwell) time T_m should be longer than the pulse repetition interval T_p , which is the inverse of the pulse repetition frequency.

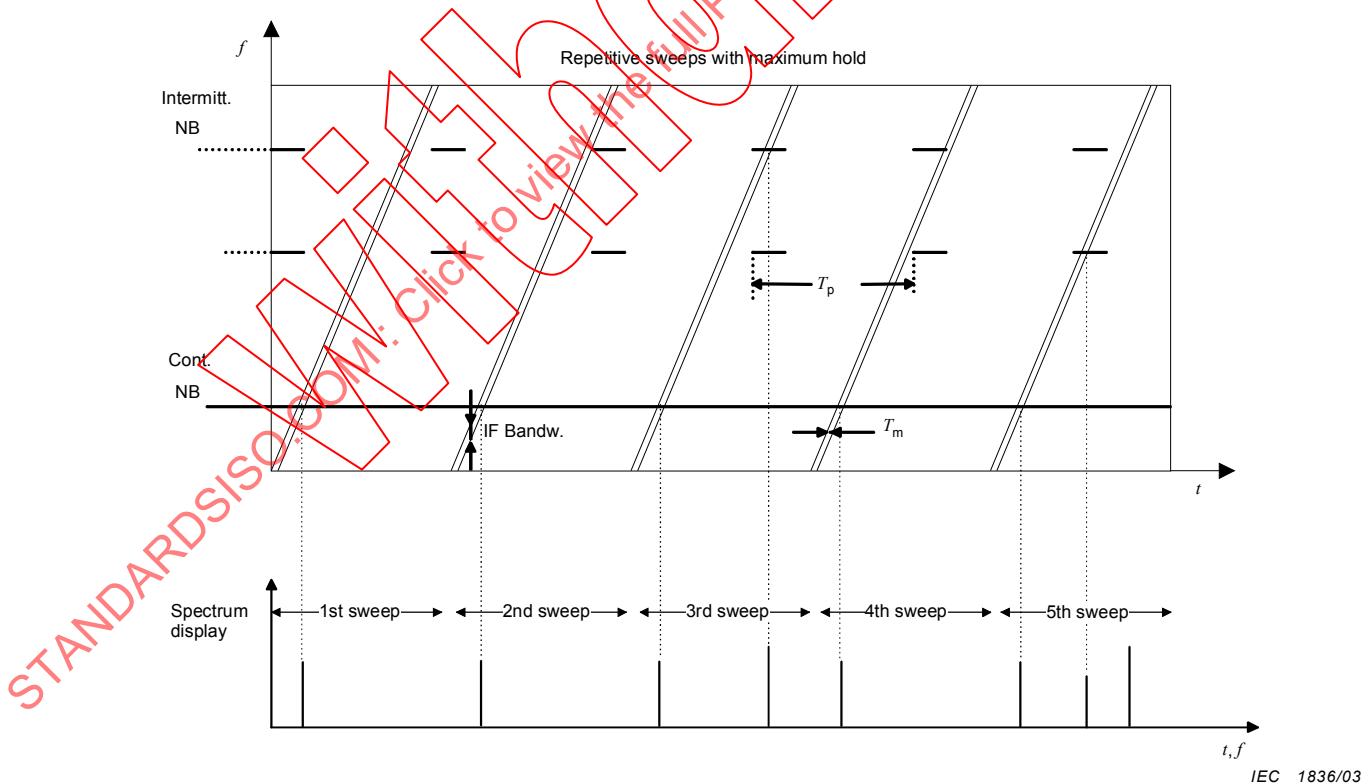


Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum

NOTE In the example above, 5 sweeps are required until all spectral components are intercepted. The number of sweeps required or the sweep time may have to be increased, depending on pulse duration and pulse repetition interval.

Les perturbations **intermittentes à large bande** doivent être mesurées avec les procédures d'analyse des perturbations discontinues, comme décrites dans la CISPR 16-1-1.

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

7.1 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 7.2);
- 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 7.1 a). Chaque type de matériel associé présente une charge RF aux signaux et lignes mesurés (voir 7.3);
- 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 7.3 et 7.4);
- 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 7.4 et 7.5).

7.2 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 16-1-1 doivent être utilisés. Pour les mesures dans le domaine des temps, il est possible d'utiliser des oscilloscopes, etc.

7.2.1 Utilisation des détecteurs pour les mesures des perturbations conduites

La CISPR 16-1-1 spécifie les caractéristiques des détecteurs qui sont nécessaires pour effectuer les mesures conformément aux spécifications de produits. Plusieurs de ces spécifications de produits demandent d'utiliser les deux détecteurs, de quasi-crête et de valeur moyenne, pour les mesures de perturbation conduite. Les constantes de temps de ces deux détecteurs sont très longues et entraînent des durées importantes dans le cas de mesures automatiques.

Intermittent broadband disturbances have to be measured with discontinuous disturbance analysis procedures, as described in CISPR 16-1-1.

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

7.1 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 7.2);
- 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 7.1 a). Each type of associated equipment presents RF loading to the measured signals and lines (see 7.3);
- 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 7.3 and 7.4);
- 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 7.4 and 7.5).

7.2 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 16-1-1 shall be used. For time domain measurements oscilloscopes etc. may be used.

7.2.1 Use of detectors for conducted disturbance measurements

CISPR 16-1-1 specifies the characteristics of detectors that are required to perform measurements per product specifications. Several of these product specifications require the use of both quasi-peak and average detectors for conducted disturbance measurements. The time constants of these two detectors are very long and make automated measurements time consuming.

On peut utiliser un détecteur de crête, avec des constantes de temps plus faibles, pour effectuer des mesures initiales et pour déterminer la conformité à une limite. Mais si les niveaux de perturbation mesurés sont supérieurs à une limite, on doit effectuer les mesures avec les détecteurs de quasi-crête et de valeur moyenne.

L'annexe C donne un guide pour effectuer ces mesures de façon efficace.

7.3 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.

7.3.1 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.

7.3.1.1 Types de réseaux fictifs

Les réseaux fictifs spécifiés dans la CISPR 16-1-2 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.

A peak detector with shorter time constants may be used to make initial measurements and to determine compliance with a limit. But if the measured disturbance levels are above a limit they shall be followed by measurements with the quasi-peak and average detectors.

Annex C provides guidance on how these measurements may be performed efficiently.

7.3 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.

7.3.1 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.

7.3.1.1 Types of artificial networks

The ANs specified in CISPR 16-1-2 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.

7.3.1.2 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 7.4) est définie;
- b) si le réseau fictif est destiné à mesurer séparément les perturbations en mode commun et/ou en mode différentiel (voir 7.3.1.1), 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;
- 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 50Ω selon la définition de la CISPR 16-1-1;
- 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.

7.3.1.3 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.

7.3.2 Sondes de tension

Pour les sondes de tension normalisées, voir la CISPR 16-1-2.

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.

7.3.2.1 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.

7.3.1.2 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 7.4) is defined;
- b) if the AN is intended to separately measure common mode and/or differential mode disturbances (see 7.3.1.1), 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) 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 50Ω input impedance as defined in CISPR 16-1-1;
- 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.

7.3.1.3 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.

7.3.2 Voltage probes

For standardized voltage probes, see CISPR 16-1-2.

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.

7.3.2.1 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) La sonde de tension doit comporter une connexion définie de 50Ω (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.

7.3.3 Sondes de courant

Les sondes de courant ou transformateurs de courant permettent de mesurer les trois types de courant perturbateurs (voir 7.1) 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.

7.3.3.1 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 1Ω .
- 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.

7.4 Configuration d'essai des matériaux

7.4.1 Disposition des matériaux 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 5), conformément aux exigences suivantes. D'autres publications du CISPR fournissent des détails supplémentaires pour des matériaux en essai particuliers.

- c) The voltage probe shall provide a defined 50Ω 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.

7.3.3 Current probes

Current probes or current transformers allow the measurement of all three types of disturbance current (see 7.1) 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.

7.3.3.1 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 1Ω .
- 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.

7.4 Equipment test configuration

7.4.1 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 5), in accordance with the following requirements. Other CISPR publications supply additional test details relevant to particular EUTs.

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:

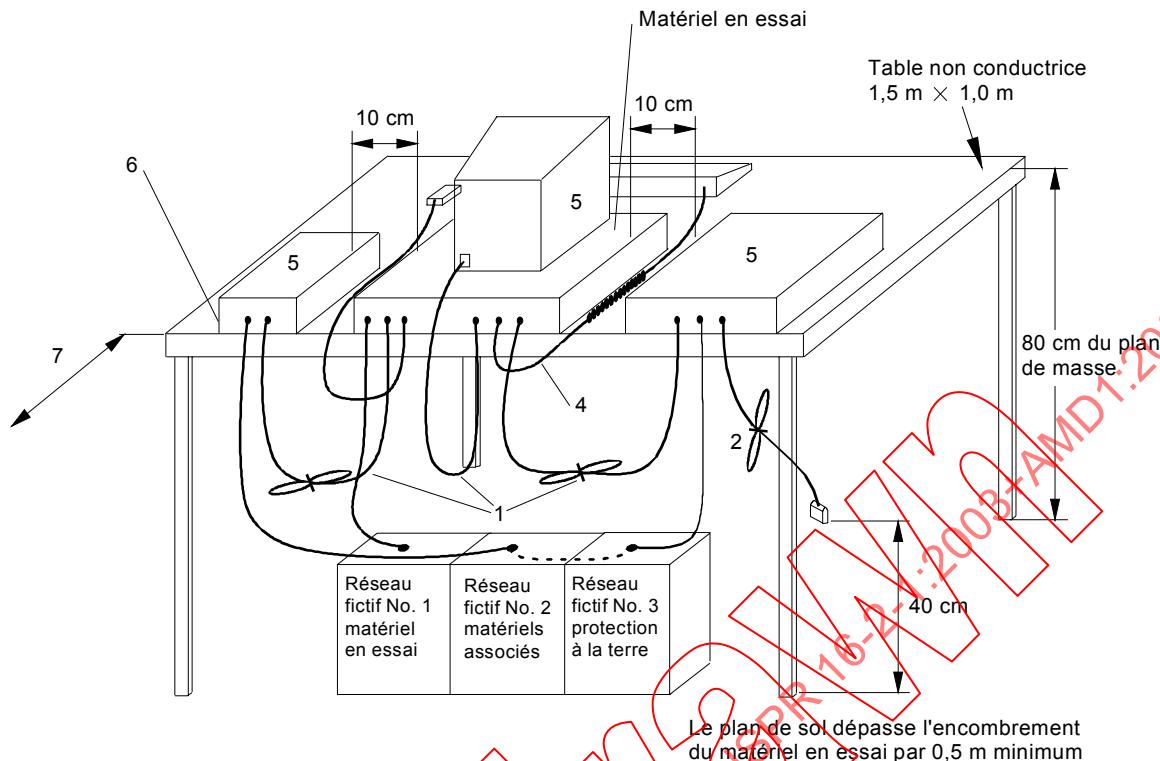
- la base ou la partie arrière du matériel en essai doit être située à une distance contrôlée de 40 cm par rapport à un plan de masse de référence. Ce plan de masse est normalement représenté par la cloison ou le sol d'une pièce blindée. Il peut s'agir également d'un plan métallique relié à la masse, 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;
- les réseaux fictifs sont placés sur le sol comme indiqué à la Figure 5, 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 5;
- la configuration d'essai facultative pour le matériel en essai de table avec un seul cordon d'alimentation raccordé est présentée à la Figure 6.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR16-2-1+A1:2005 CSV

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

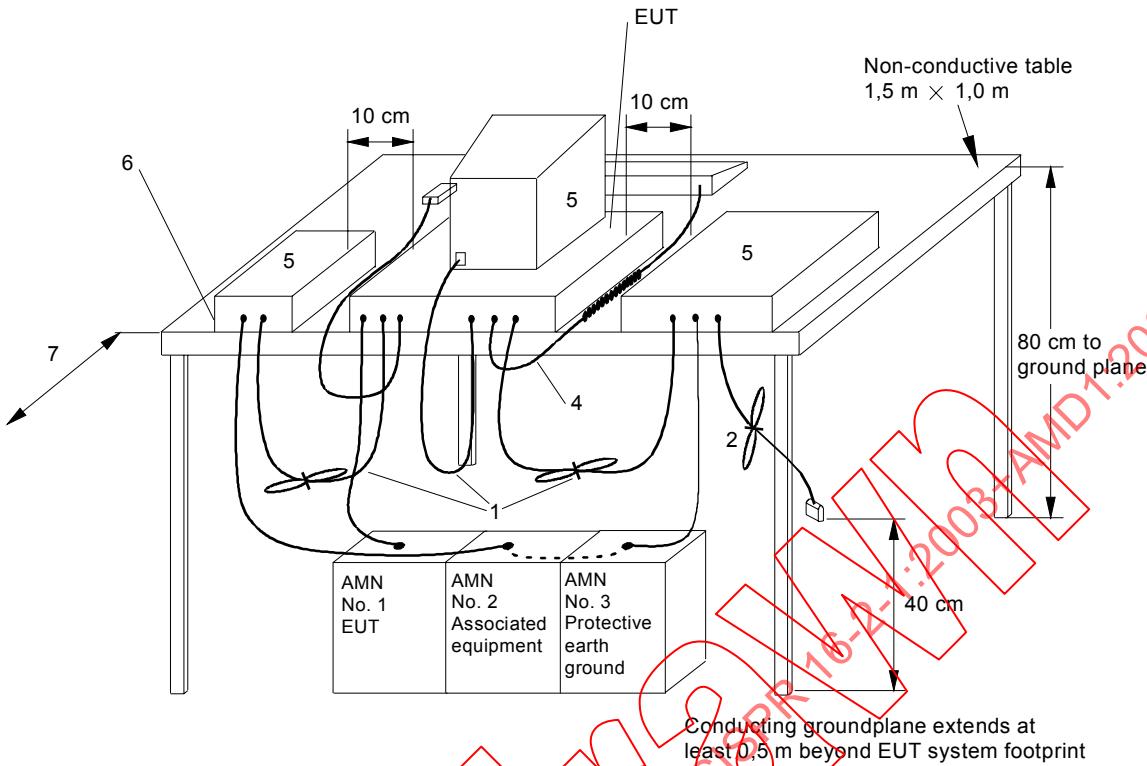
- either the bottom or the rear of the EUT shall be at a controlled distance of 40 cm from a reference groundplane. This groundplane is normally the wall or floor of a shielded room. It may also be a grounded metal plane of at least 2 m by 2 m. This is physically accomplished as follows:
 - place the 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;
- the ANs are placed on the floor as shown in Figure 5 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 5;
- the optional test configuration for table-top EUT with only a power cord attached is shown in Figure 6.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2005+A1:2005 CSV



- 1 Les câbles d'interconnexion qui pendent à moins de 40 cm du plan de sol doivent être repliés plusieurs fois sur eux-mêmes pour former un faisceau de 30 cm à 40 cm de long pendant approximativement au milieu de la distance qui sépare le plan de sol de la table.
- 2 Les câbles d'entrée et de sortie raccordés à un périphérique doivent être mis en faisceau en leur milieu. L'extrémité du câble doit être chargée par l'impédance appropriée. La longueur totale ne doit pas dépasser 1 m.
- 3 Le matériel en essai est raccordé au réseau fictif n° 1. Les bornes de mesure des réseaux fictifs doivent être chargées par des impédances de 50Ω . Les réseaux fictifs doivent être placés directement sur le plan de sol horizontal et à 40 cm du plan de sol vertical.
 - 3.1 Tous les matériaux associés sont connectés au réseau fictif n° 2.
 - 3.2 Les fils de protection à la terre (vert/jaune) du matériel associé sont connectés au réseau fictif n° 3.
- 4 Les câbles des dispositifs utilisés à la main comme les claviers, souris, etc., doivent être placés aussi près que possible de leur matériel.
- 5 Eléments essayés sans faire partie du matériel en essai.
- 6 L'arrière du matériel en essai, périphériques compris, doit être aligné au droit du bord supérieur de la table.
- 7 L'arrière du bord supérieur de la table doit être placé à 40 cm d'un plan conducteur vertical relié électriquement au plan de sol.

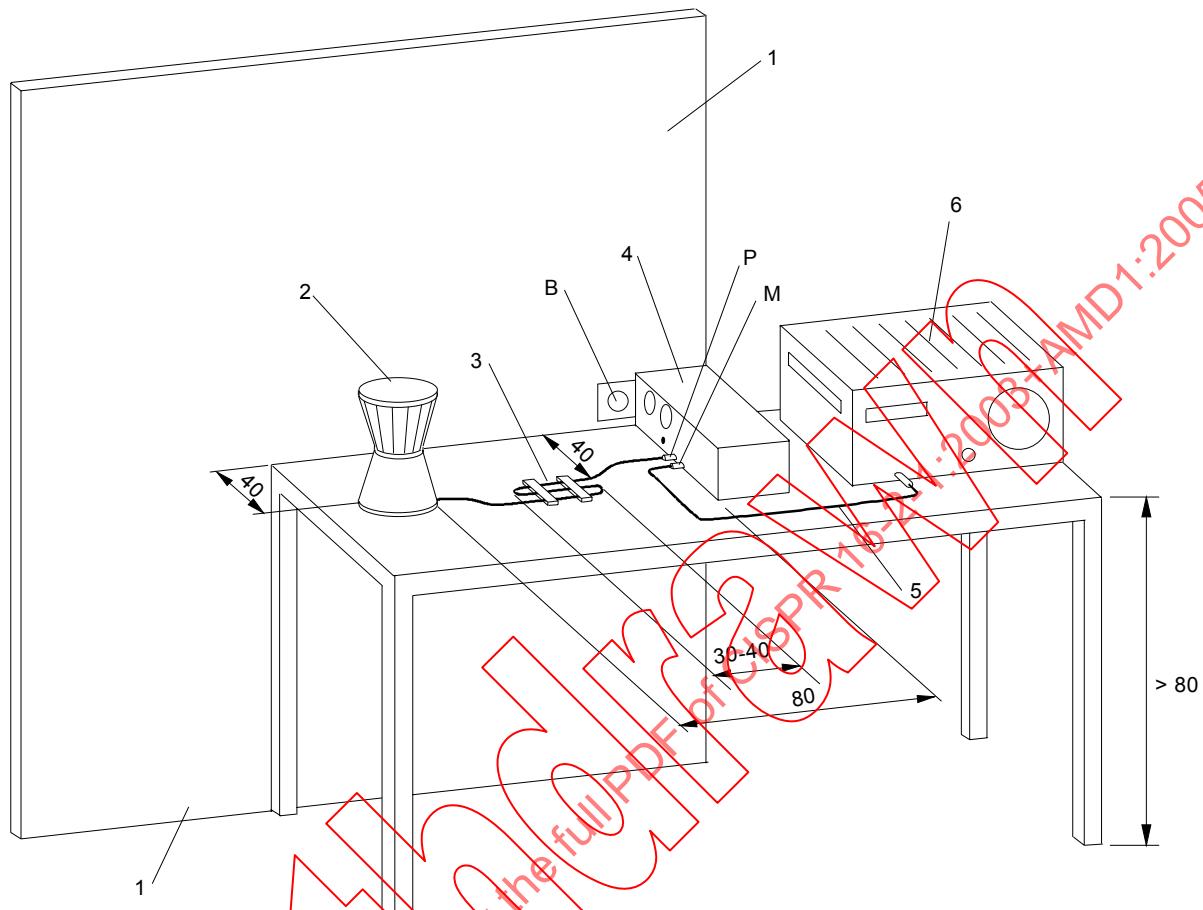
Figure 5 – Montage d'essai: Matériel sur table pour la mesure des perturbations conduites par l'alimentation réseau (voir 7.4.1 et 7.4.2)



IEC 740/96

- 1 Interconnecting cables that hang closer than 40 cm to the ground plane shall be folded back and forth forming a bundle 30 cm to 40 cm long, hanging approximately in the middle between the ground plane and the table.
- 2 I/O cables that are connected to a peripheral shall be bundled in the centre. The end of the cable may be terminated if required using correct terminating impedance. The total length shall not exceed 1 m.
- 3 EUT is connected to AMN No. 1. Measurement terminals of AMNs must be terminated with 50 Ω. AMNs are placed directly on horizontal ground plane and 40 cm from vertical ground plane.
 - 3.1 All associated equipment is connected to AMN No. 2.
 - 3.2 Protective earth ground wires (green/yellow) from associated equipment are connected to AMN No. 3.
- 4 Cables of hand-operated devices, such as keyboards, mouses, etc. shall be placed as close as possible to the host.
- 5 Non-EUT components being tested.
- 6 Rear of EUT, including peripherals, shall all be aligned and flush with rear of table top.
- 7 Rear of table top shall be 40 cm removed from a vertical conducting plane that is bonded to the floor ground plane.

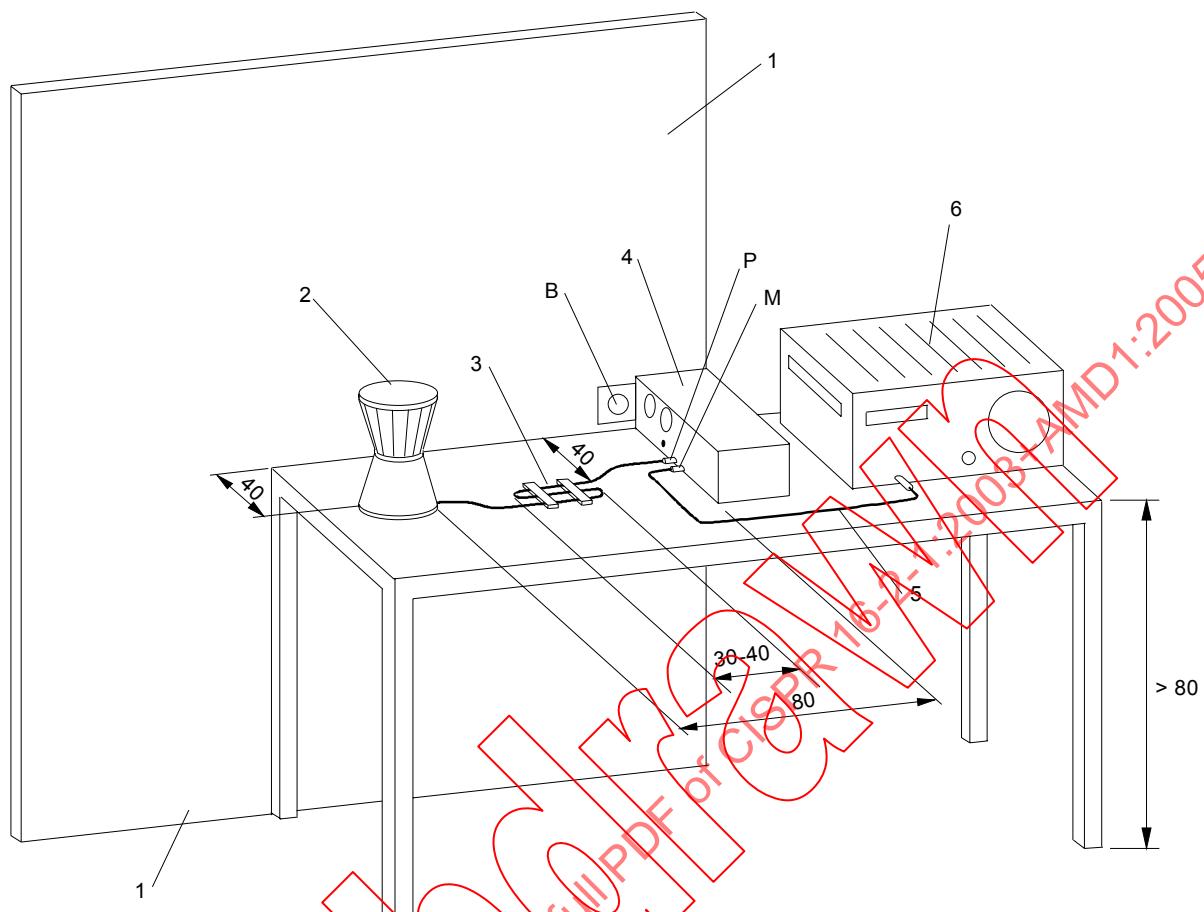
Figure 5 – Test configuration: table-top equipment for conducted disturbance measurements on power mains (see 7.4.1 and 7.4.2)



- 1 Paroi métallique de 2 m × 2 m
- 2 Matériel en essai
- 3 Longueur de câble d'alimentation en excéder
(3 cm × 40 cm) (replié plusieurs fois sur lui-même)
- 4 Réseau fictif en V
- 5 Câble coaxial
- 6 Récepteur de mesure
- B Connexion de terre de référence
- M Entrée du récepteur de mesure
- P Alimentation du matériel en essai

Figure 6 – Variante de montage d'essai pour un matériel en essai doté d'un seul câble d'alimentation (voir 7.4.1)

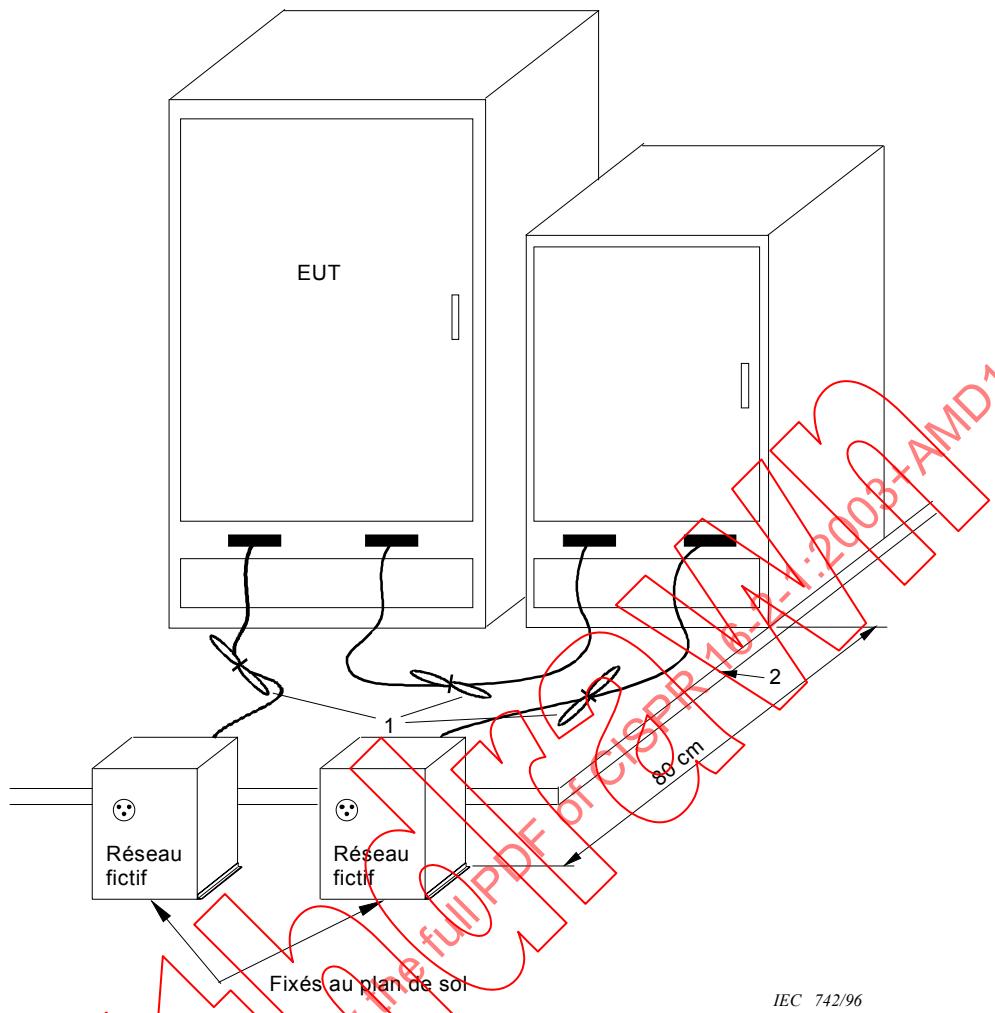
Les matériaux en essai destinés à être posés sur le sol sont soumis aux mêmes dispositions que ci-dessus, avec une exception: ces matériaux doivent être placés sur le sol, les points de contact étant compatibles avec l'usage courant. Un plancher métallique relié au sol doit être utilisé mais ne doit 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 7 et 8.



- 1 Metallic wall 2 m × 2 m
- 2 EUT
- 3 Excess power cord (3 cm × 40 cm) (folded back and forth)
- 4 "V" mains network
- 5 Coaxial cable
- 6 Measuring receiver
- B Reference ground connection
- M Measuring receiver input
- P Power to EUT

**Figure 6 – Optional test configuration for an EUT with only a power cord attached
(see 7.4.1)**

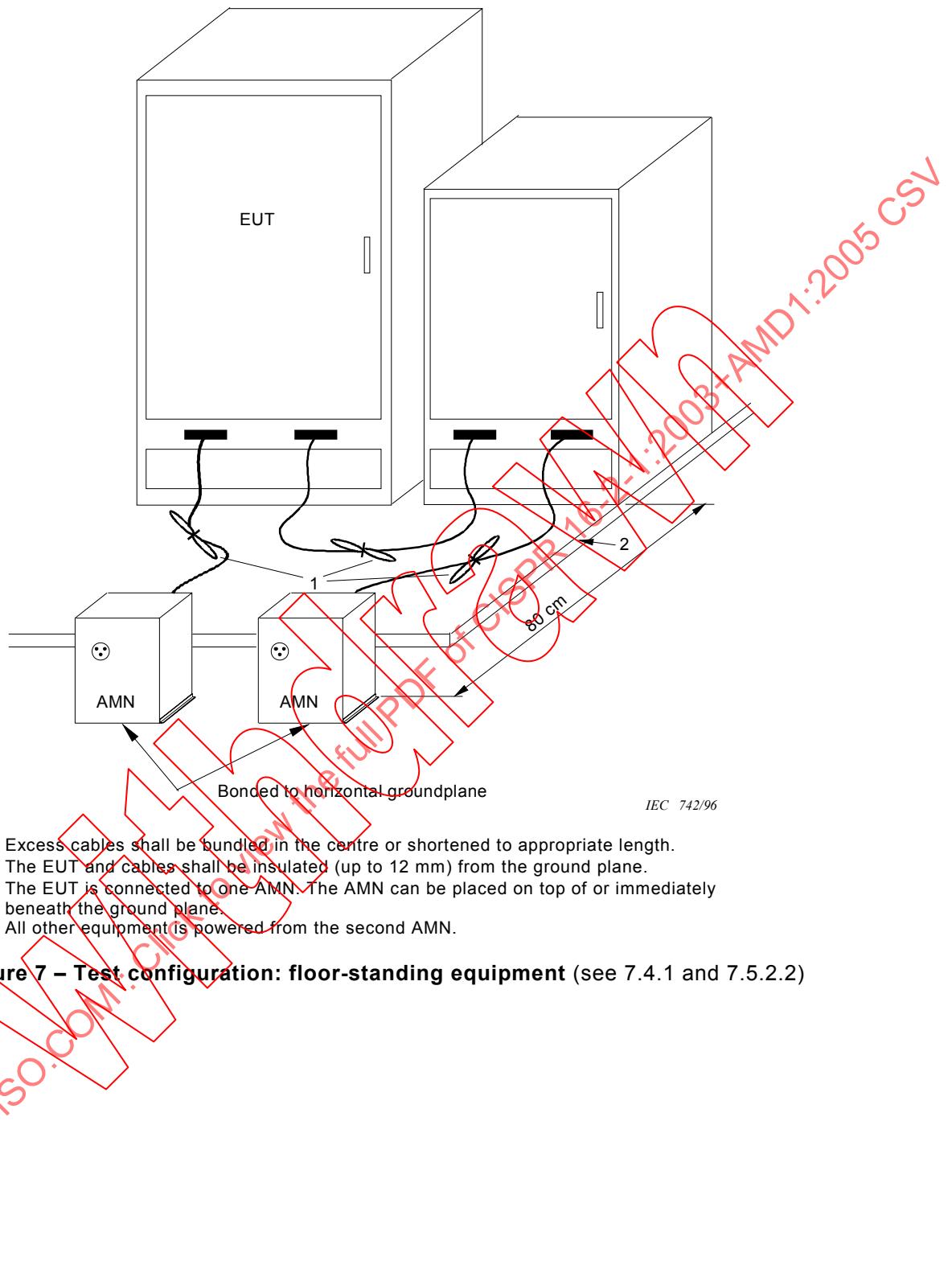
Floor-standing EUTs are subject to the same provisions as above with the exception that they shall be placed on a floor, the points of contact being consistent with normal use. A ground-connected floor of metal shall be used but shall not make metallic contact with the floor support(s) of the EUT. The 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 7 and 8.

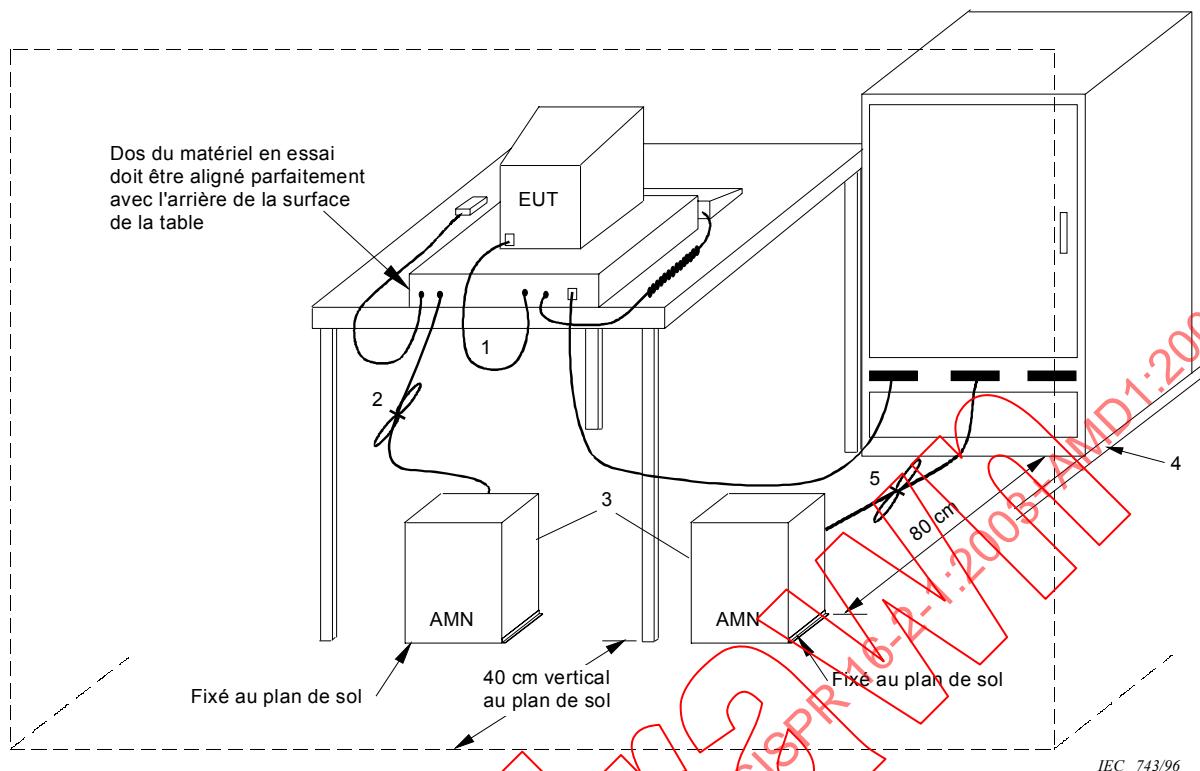


IEC 742/96

- 1 Les parties de câbles en excéderent doivent être repliées en faisceau en leur milieu ou raccourcies à la longueur appropriée.
 - 2 Le matériel en essai et les câbles doivent être isolés (jusqu'à 12 mm) du plan de sol.
 - 3 Le matériel en essai est connecté à un réseau fictif. Celui-ci est placé sur le dessus ou immédiatement en dessous du plan de sol.
- Tous les autres matériels sont alimentés à travers le deuxième réseau fictif.

Figure 7 – Montage d'essai pour les matériaux reposant au sol (voir 7.4.1 et 7.5.2.2)





- 1 Les câbles d'interconnexion qui pendent à moins de 40 cm du plan de masse doivent être repliés plusieurs fois sur eux-mêmes pour former un faisceau de 30 cm à 40 cm de long pendant approximativement au milieu de la distance qui sépare le plan masse de la table.
- 2 Les parties de câbles en excéderent doivent être repliées en faisceau en leur milieu ou raccourcies à la longueur appropriée.
- 3 Le matériel en essai est connecté à un réseau fictif. Le réseau fictif peut être connecté en variante au plan de référence vertical. Tous les autres matériels sont alimentés à travers le deuxième réseau fictif.
- 4 Le matériel en essai et les câbles doivent être isolés (jusqu'à 12 mm) du plan de masse.
- 5 Les câbles d'entrée et de sortie raccordés à un matériel qui repose au sol doivent descendre jusqu'au plan de sol; leur excéderent est rassemblé en faisceau. Les câbles qui n'arrivent pas au plan de sol doivent prendre de la hauteur de leur connecteur ou sur 40 cm, la valeur la plus faible étant retenue.

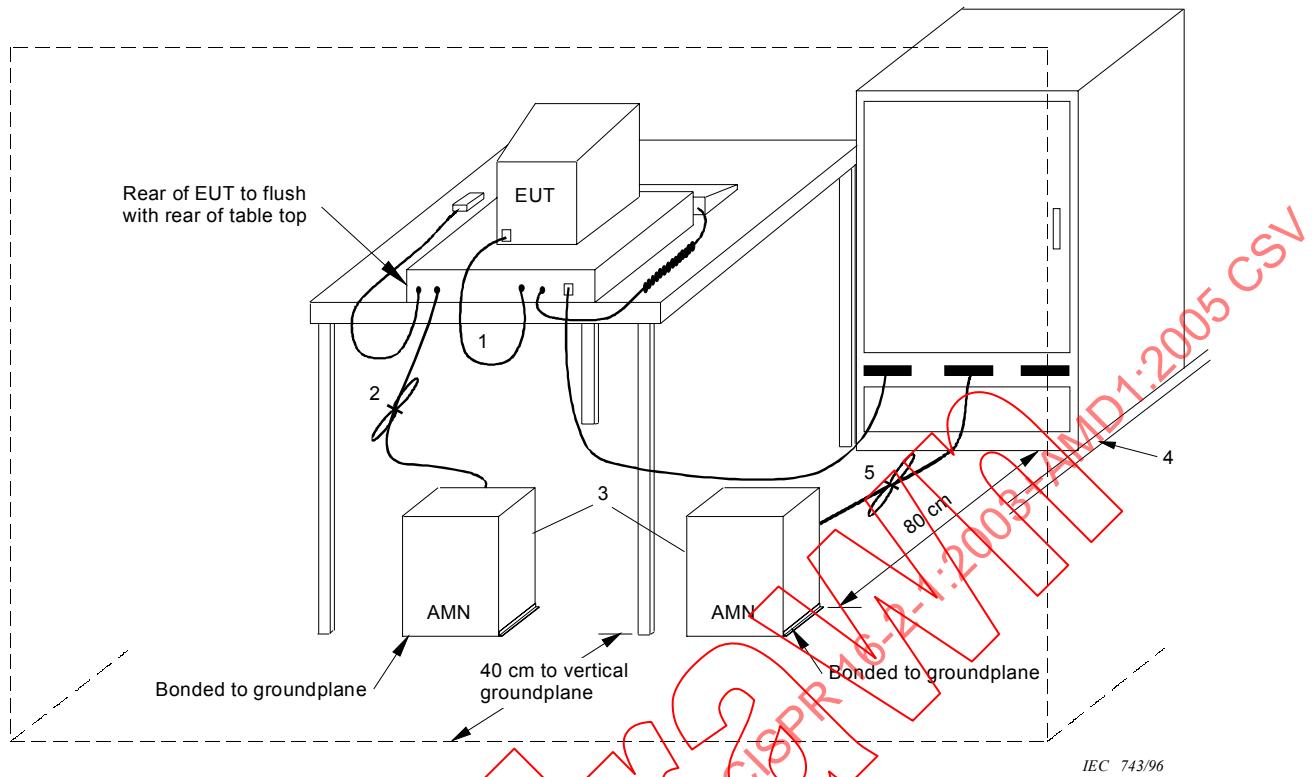
Figure 8 – Montage d'essai pour les matériels de table et les matériels reposant au sol (voir 7.4.1 et 7.5.2.2)

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 3:1.

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.



- 1 The interconnecting cables which hang closer than 40 cm to the ground plane shall be folded back and forth forming a bundle 30 cm – 40 cm long, hanging approximately in the middle between the ground plane and the table.
- 2 Excess power cords shall be bundled in the centre or shortened to appropriate length.
- 3 The EUT is connected to one AMN. The AMN may alternatively be connected to the vertical reference plane. All other equipment is powered from the second AMN.
- 4 The EUT and the cables shall be insulated (up to 12 mm) from the ground plane.
- 5 The I/O cable to the floor standing unit drapes to the ground plane and the excess is bundled. Cables not reaching the ground plane are dropped to the height of the connector or 40 cm, whichever is lower.

Figure 8 – Test configuration: floor-standing and table-top equipment
(see 7.4.1 and 7.5.2.2)

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 10Ω 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.

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 9). Cependant, lorsque le faisceau de câble est susceptible d'influencer les résultats des mesures, une réduction de la longueur à 1 m est recommandée.

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

7.4.2.1 Disposition des matériaux 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 10).

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

Pour les matériaux 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 7.5 concernant les mesures dans les systèmes).

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 60364-4, les mesures de la tension perturbatrice des matériaux de Classe I avec prise doivent être effectuées conformément au 7.4.2.2, 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 matériaux 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).

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 9). However, when the bundled lead may influence the measurement results, a shortening of the length to 1 m is recommended.

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

7.4.2.1 Disposition of equipment with ground connection

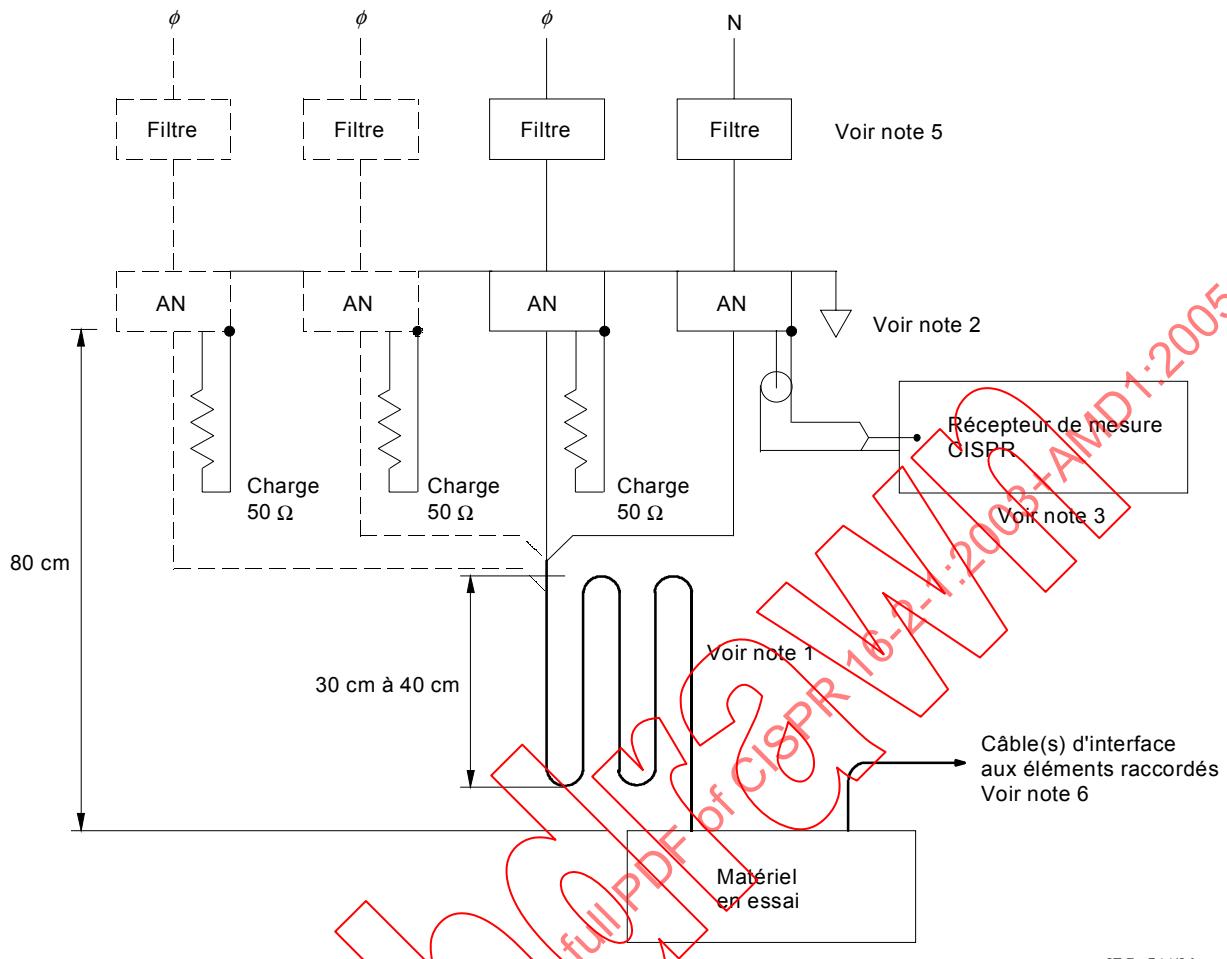
For equipment under test which is required to be grounded during its operation, or the conductive housing of which can come into contact with ground, the unsymmetric radio interference voltage of the individual mains lead is measured with reference to the reference metal wall (general mass of the measuring 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 10).

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 7.5 on measurement in systems).

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 60364-4, disturbance voltage measurements on pluggable Class I appliances shall be carried out according to 7.4.2.2, 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.

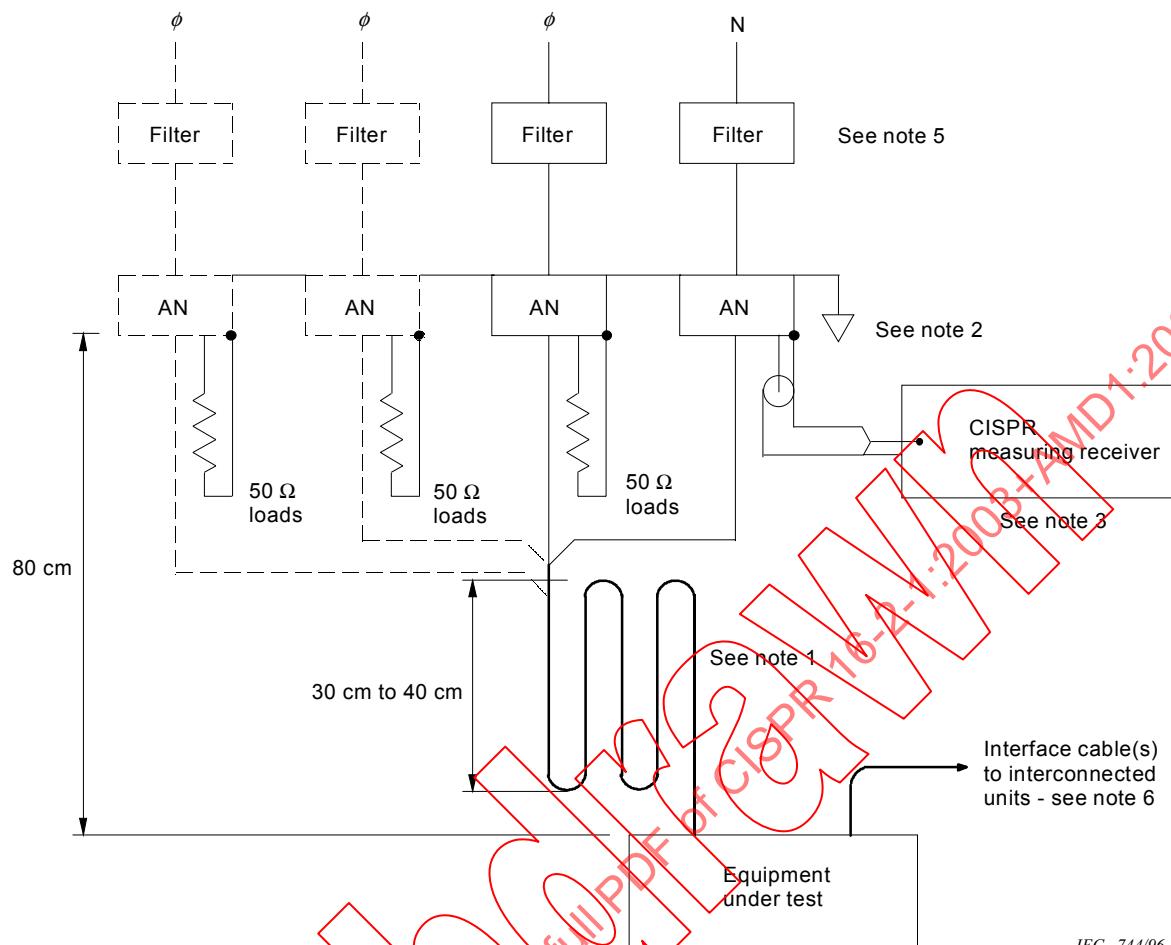
Exceptions may be made for non-radiating or well screened EUTs which have to be grounded according to special requirements or instructions (see A 2.1 and A 4.1).



IEC 744/96

- 1 Tout excédent de plus de 80 cm du câble du matériel en essai doit être replié en forme de zigzag sans être bobiné.
- 2 La connexion du réseau fictif au plan de sol doit présenter une basse impédance aux fréquences élevées. Elle doit être réalisée en feuille métallique pleine dont le rapport longueur/largeur ne dépasse pas 5 à 1.
- 3 L'ensemble de mesure du CISPR ne doit être raccordé au plan de sol de référence que par le conducteur extérieur du câble coaxial.
- 4 Les lignes en tireté représentent le montage d'essai dans le cas d'une alimentation triphasée.
- 5 Filtres passe-bas, remplaçables par des courts-circuits.
- 6 Les éléments peuvent être raccordés à un seul ensemble de réseaux fictifs par des barrettes ou boîtes de raccordement électriques.
- 7 Les matériaux en essai montés sur table ou tenus à la main doivent se trouver à 40 cm de la surface conductrice de masse d'au moins 2 m^2 et à au moins 80 cm de tout autre objet conducteur, ceci comprenant les dispositifs qui font partie de l'installation.

Figure 9 – Schéma du montage d'essai de la tension perturbatrice conduite
(voir 7.4.1 et 7.5.2.2)



- 1 The length of the EUT power cord in excess of 80 cm shall be folded into a serpentine-like bundle and not coiled.
- 2 Connection of the AN to the ground plane shall provide a low impedance path at high frequencies. It shall be made using a solid flat metal conductor that has a length-to-width ratio of not more than 5 to 1.
- 3 The CISPR measuring set shall only be grounded to the reference ground plane via the outer conductor of the coaxial cable.
- 4 Dotted lines represent the test set-up for the three-phase power.
- 5 Optional filter hook-up; replace with shorts if not used.
- 6 Interconnected units may be attached to a single AN via a power junction strip or box.
- 7 A table mounted or handheld EUT must be 40 cm from any grounded conducting surface of at least 2 m square and at least 80 cm from any other conductive objects, including devices that are part of the system or instrumentation.

Figure 9 – Schematic of conducted disturbance voltage test configuration
(see 7.4.1 and 7.5.2.2)

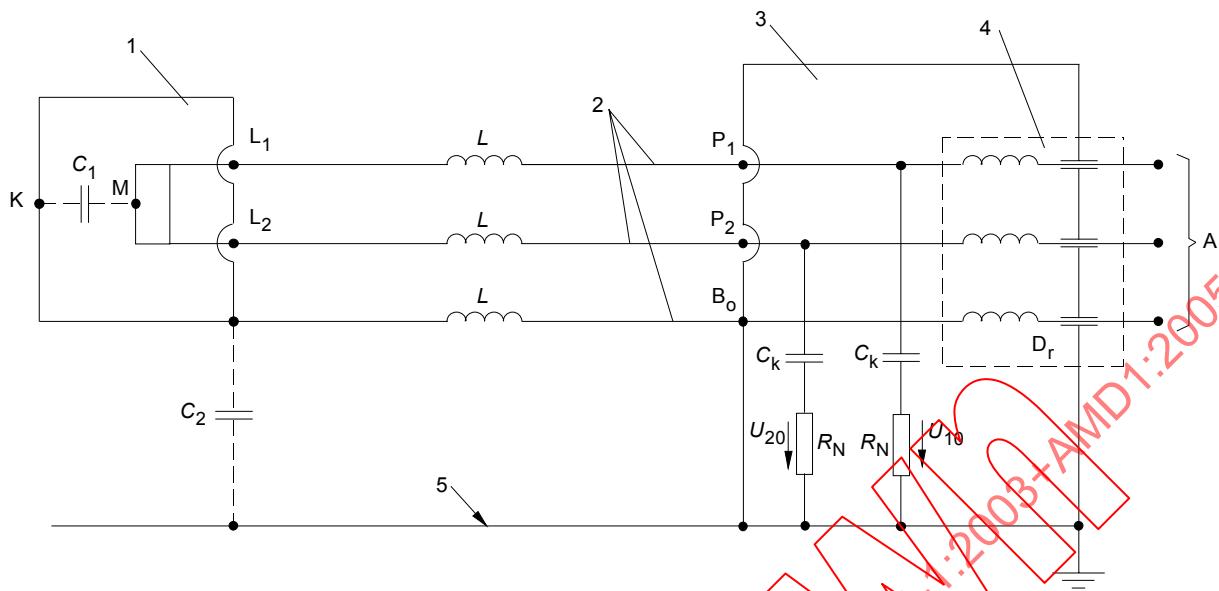
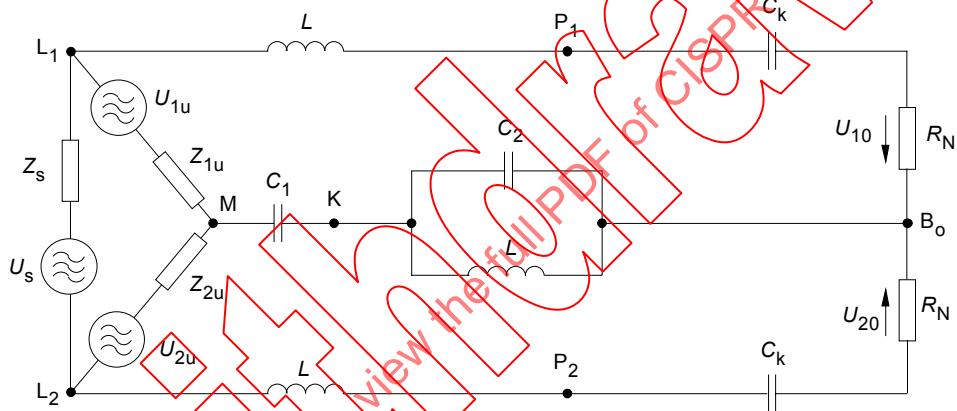


Figure 10a – Schéma du circuit de mesure et d'alimentation



IEC 745/96

Figure 10b – Circuit équivalent de source de tension et de mesure

1	Matière en essai
2	Câble d'alimentation
3	Réseau fictif d'alimentation en V
4	Circuit de découplage (filtre)
5	Paroi métallique
A	Entrée alimentation
B ₀	Connexion de la terre de référence
L ₁ , L ₂	Raccordement du câble d'alimentation (100 cm)
P ₁ , P ₂	Fiche du matériel en essai vers le réseau d'alimentation
C ₁	Capacité parasite entre l'intérieur du matériel en essai et les parties métalliques
C ₂	Capacité parasite entre le matériel en essai et la paroi métallique (à la terre)
C _K	Condensateurs de couplage du réseau d'alimentation
D _r	Bobine d'arrêt du conducteur de masse de sécurité
K	Parties de la structure conductrice du matériel en essai
L	Inductance des câbles de connexion
M	Point milieu fictif pour les tensions internes en mode commun
R _N	Résistances de simulation (50 Ω ou 150 Ω)
Z _s	Résistance interne symétrique du matériel en essai
Z _{1u} , Z _{2u}	Résistance en mode commun du matériel en essai
U _{1u} , U _{2u}	Tension interne en mode commun du matériel en essai
U ₁₀ , U ₂₀	Tension externe mesurable en mode commun

Figure 10 – Circuit équivalent de mesure de la tension perturbatrice en mode commun pour les matériaux en essai de classe I (mis à la terre) (voir 7.4.2.1)

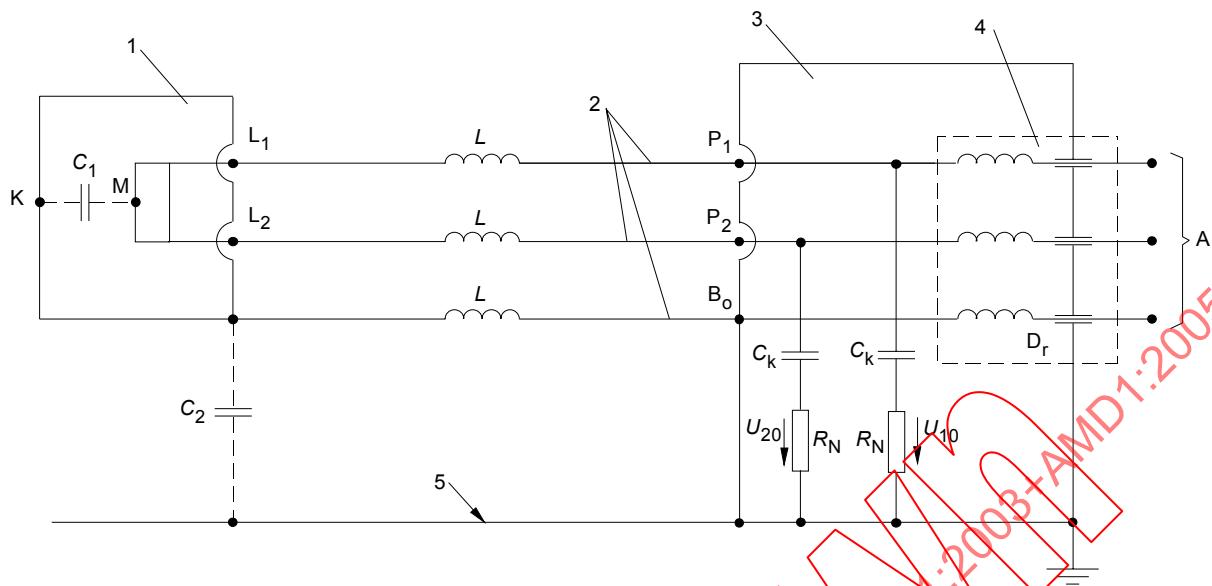
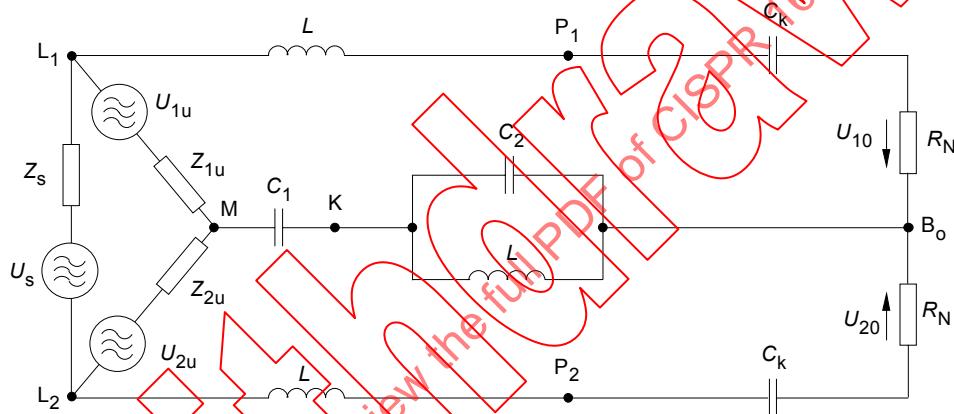


Figure 10a – Schematic for measurement and power circuit



IEC 745/96

Figure 10b – Equivalent voltage source and measurement circuit

1	Equipment under test (EUT)
2	Power cord
3	"V" power mains network
4	Decoupling circuit (filter)
5	Metallic wall
A	Power input
B ₀	Reference earth connection
L ₁ , L ₂	Power cord connection (100 cm)
P ₁ , P ₂	EUT plug to mains network
C ₁	Stray capacitance within EUT to metallic parts
C ₂	Stray capacitance of EUT to metallic wall (earth)
C _K	Coupling capacitors within mains network
D _r	Inductor (choke) for safety ground wire
K	Conductive structural parts of the EUT
L	Inductance of connecting wires
M	Fictitious mid-point of the internal common mode voltages
R _N	Simulation resistances (50 Ω or 150 Ω)
Z _s	Symmetric internal resistance of EUT
Z _{1u} , Z _{2u}	Common mode resistance of the EUT
U _{1u} , U _{2u}	Internal common mode voltage of the EUT
U ₁₀ , U ₂₀	External measurable common mode voltage

Figure 10 – Equivalent circuit for measurement of common mode disturbance voltage for Class I (grounded) EUT (see 7.4.2.1)

7.4.2.2 Disposition des matériels sans connexion à la terre

Les matériaux sans connexion à la terre comprennent les matériaux électriques avec une isolation de protection (protection de Classe II), les matériaux pouvant fonctionner sans conducteur de terre ou de sécurité (matériaux de Classe III) et les matériaux de Classe I avec prise, connectés par un transformateur d'isolement. Pour ces matériaux, 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 11.

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.

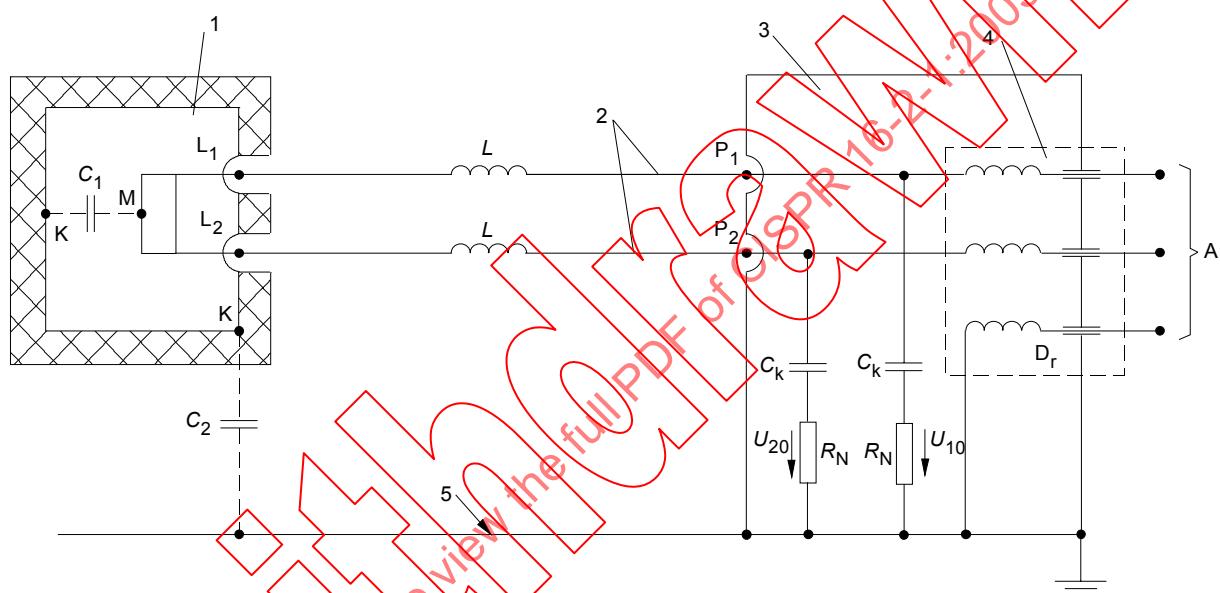
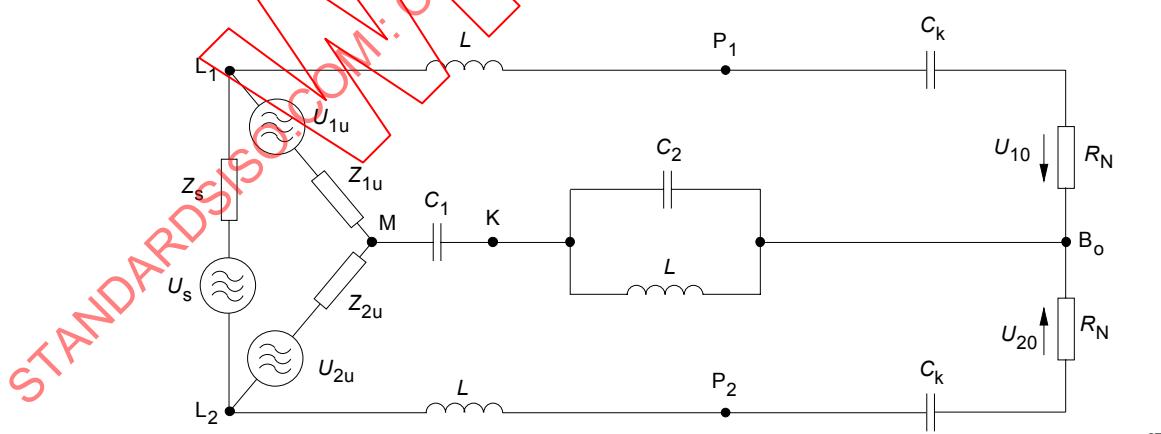


Figure 11A – Schéma du circuit d'alimentation et de mesure



IEC 746/96

Figure 11b – Circuit équivalent de source de perturbations radioélectriques et de mesure

NOTE Se reporter à la Figure 10 pour les symboles.

Figure 11 – Circuit équivalent de mesure de la tension perturbatrice en mode commun pour les matériaux en essai de classe II (non mis à la masse) (voir 7.4.2.2)

7.4.2.2 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 11.

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.

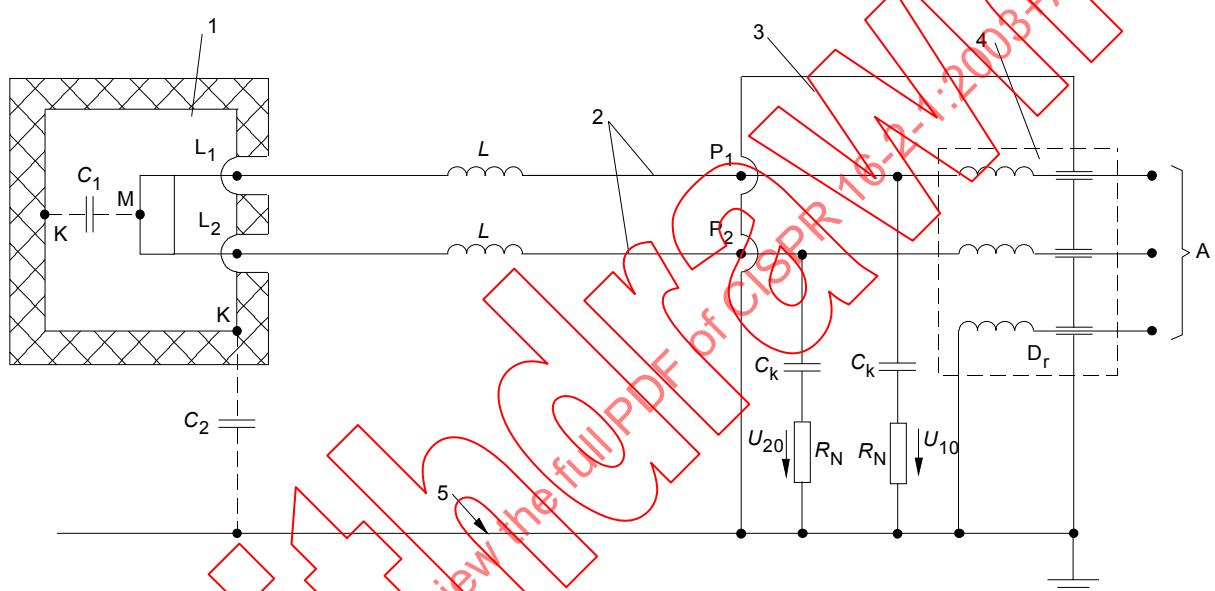
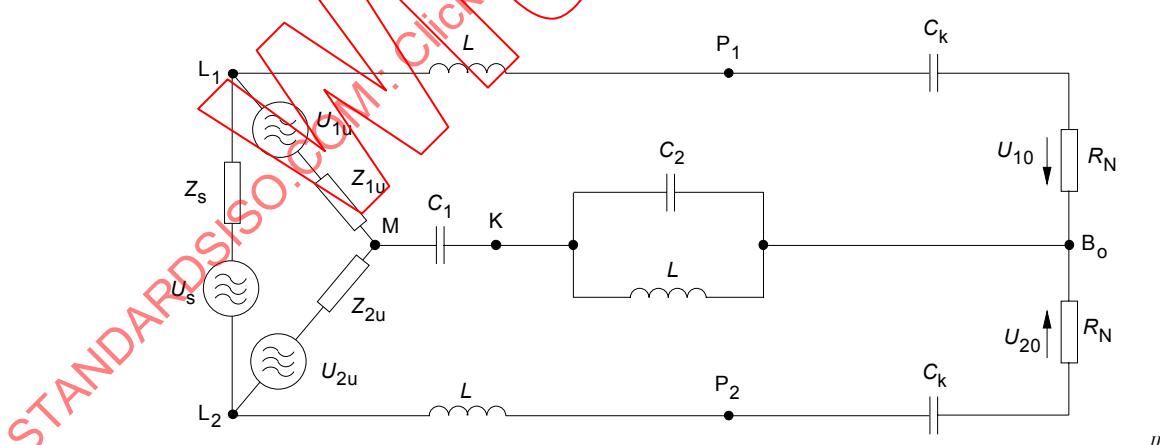


Figure 11a – Schematic for power and measurement circuit



IEC 746/96

Figure 11b – Equivalent RFI source and measurement circuit

NOTE Refer to Figure 10 for symbols.

Figure 11 – Equivalent circuit for measurement of common mode disturbance voltage for Class II (ungrounded) EUT (see 7.4.2.2)

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

Les mesures doivent tout d'abord être effectuées conformément au 7.4.2.2. Des mesures supplémentaires doivent ensuite être effectuées au moyen de la main fictive décrite dans la CISPR 16-1-2.

Le principe général à suivre dans l'utilisation de la main fictive est indiqué à la Figure 13. 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 12) 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 13) 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;
- 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 13). 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 14), 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.

7.4.2.3 Disposition of handheld equipment without a ground connection

Measurements shall first be made in accordance with 7.4.2.2. Additional measurements shall then be made using the artificial hand described in CISPR 16-1-2.

The general principle to be followed in the application of the artificial hand is shown in Figure 13. 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 12) 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 13), 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) 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 13). 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 14), 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.

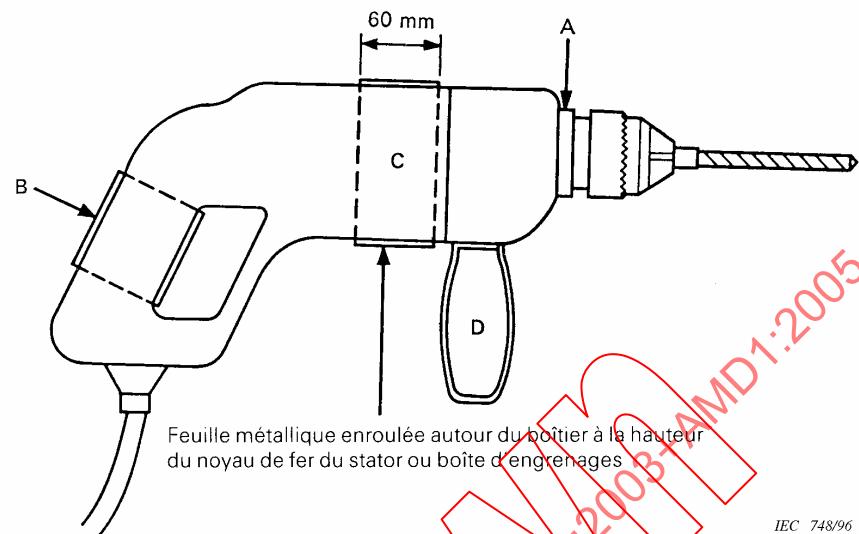
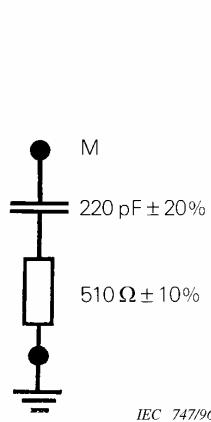


Figure 12 – Élément RC pour main artificielle (voir 7.4.2.3)

Figure 13 – Perceuse électrique portative avec main artificielle (voir 7.4.2.3)

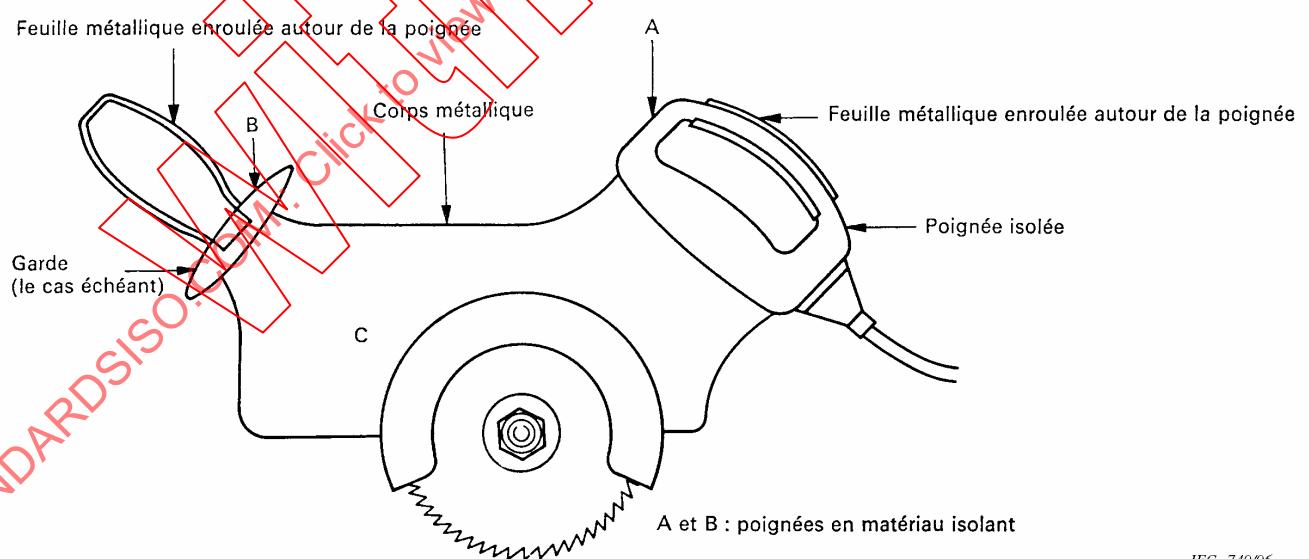


Figure 14 – Scie électrique portative avec main artificielle (voir 7.4.2.3)

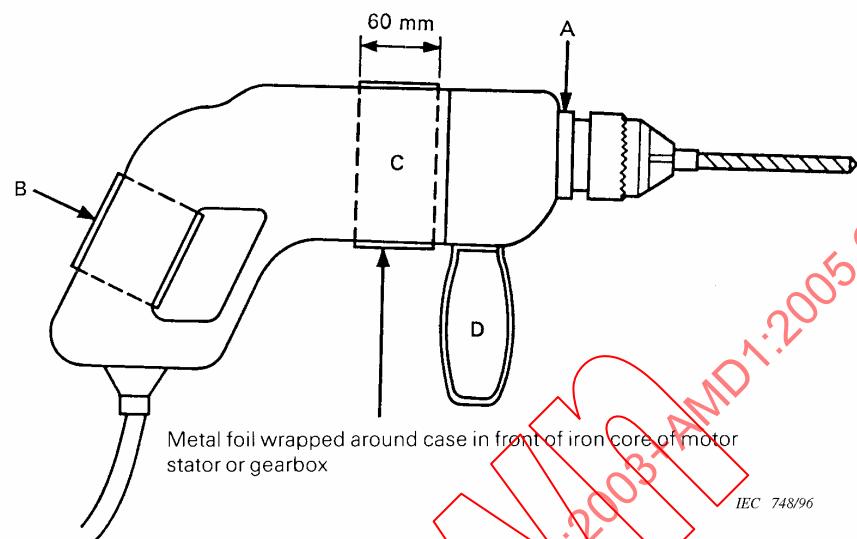
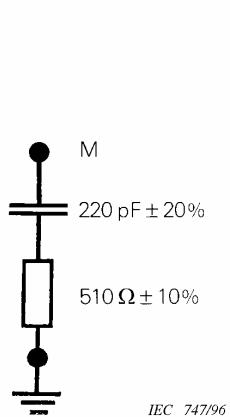


Figure 12 – RC element for artificial hand (see 7.4.2.3)

Figure 13 – Portable electric drill with artificial hand (see 7.4.2.3)

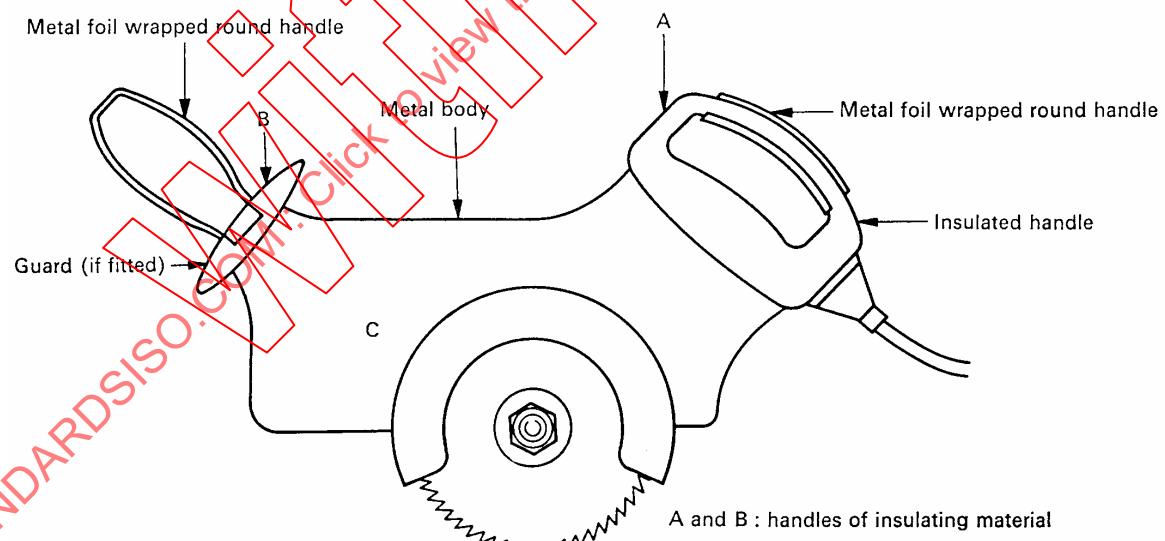


Figure 14 – Portable electric saw with artificial hand (see 7.4.2.3)

7.4.2.4 Disposition des claviers, électrodes et autres matériaux sensibles au toucher

Dans le cas des matériaux de ce type, la main fictive doit être appliquée conformément aux spécifications de produits et, de manière générale, selon le 7.4.2.3.

7.4.2.5 Disposition des matériaux 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.

7.4.2.6 Disposition des matériaux comportant un matériel auxiliaire connecté à l'extrémité d'un câble autre que le câble d'alimentation

NOTE 1 Les commandes de régulation comportant des dispositifs à semiconducteur sont exclus du présent paragraphe; les dispositions du 7.4.4.1 s'appliquent.

NOTE 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.

NOTE 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 7.4.1.

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 7.4.2, 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 7.4.1. 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;
- 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 7.4.1.

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.

7.4.2.4 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 7.4.2.3.

7.4.2.5 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.

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

NOTE 1 Regulating controls incorporating semiconductor devices are excluded from this subclause; the provisions of 7.4.4.1 shall apply.

NOTE 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.

NOTE 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 7.4.1.

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 7.4.2, 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 7.4.1. 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) 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 7.4.1.

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.

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.

7.4.3 Mesure des tensions en mode commun aux bornes de signaux en mode différentiel

7.4.3.1 Mesure au moyen du réseau en delta

La tension en mode commun aux bornes des lignes de télécommunication en mode différentiel, de traitement de données et autres appareils se mesure avec les réseaux en delta conformément à la CISPR 16-1-2, dans la gamme de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz. Les réseaux en delta spécifiés dans la CISPR 16-1-2 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 16-1-2 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 7.4.1 et 7.4.2 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.

7.4.3.2 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 16-1-2, 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 150Ω , le réseau en T ne comporte qu'une sortie en mode commun de 150Ω , 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 RF en mode différentiel de 100Ω à 150Ω , 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 150Ω doit être connectée au réseau en T comme terminaison RF en mode différentiel. La Figure 15 fournit un exemple de réseau en T.

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.

7.4.3 Measurement of common mode voltages at differential mode signal terminals

7.4.3.1 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 of CISPR 16-1-2, in the frequency range 150 kHz to 30 MHz. The delta-networks specified in CISPR 16-1-2 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 16-1-2 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 7.4.1 and 7.4.2 are to be observed.

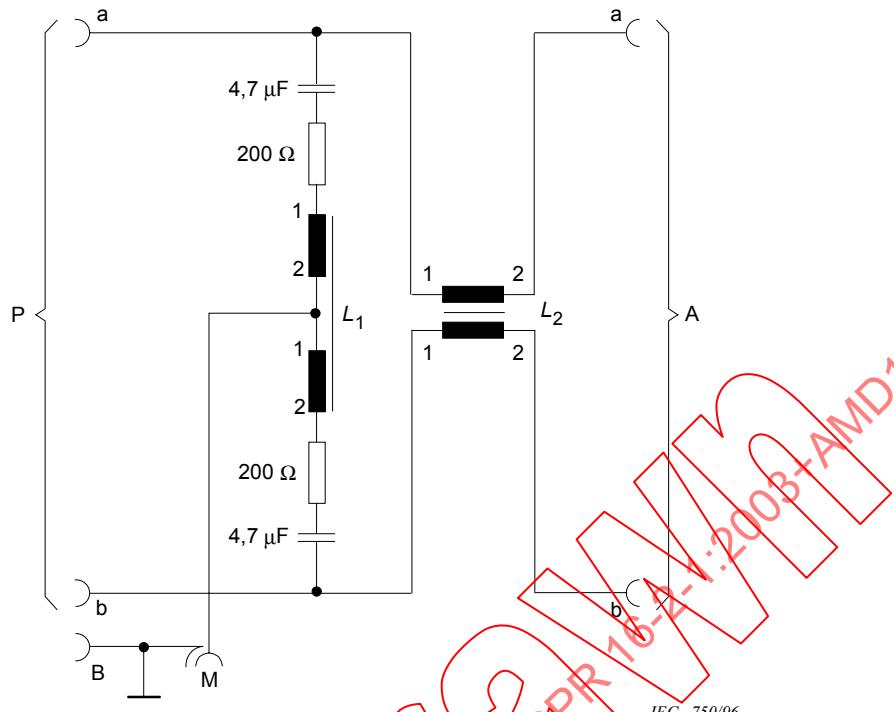
NOTE The frequency range of the delta-network can be extended to 9 kHz using the same network impedance if decoupling of the connected signal line and coupling to the measuring receiver are designed accordingly.

7.4.3.2 Measurements using the T-type network

Alternatively a common mode artificial network, e.g. a T-type network according to clause 7 of CISPR 16-1-2, 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 150Ω , the T-network provides only a common mode termination of 150Ω 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 $100 \Omega - 150 \Omega$, as required for the particular EUT, or with a termination to provide this resistance. When no external circuit is specified for the operation of the EUT a resistor of 150Ω shall be connected as differential mode RF termination to the T-type network. Figure 15 shows an example of a T-type network.



- 1 Début de l'enroulement
- 2 Fin de l'enroulement
- A Bornes des conducteurs de télécommunication
- B borne de masse (paroi métallique)
- M Bornes du récepteur de mesure (50Ω)
- P Connexion matériel essai
- L_1 Inductance en mode différentiel, 5 mH à 40 mH pour chaque enroulement
- L_2 Inductance de découplage (compensée en courant)

Figure 15 – Schéma de simulation de lignes de télécommunications (réseau T-1 ou réseau de simulation d'impédance pour télécommunications) (voir 7.4.3.2)

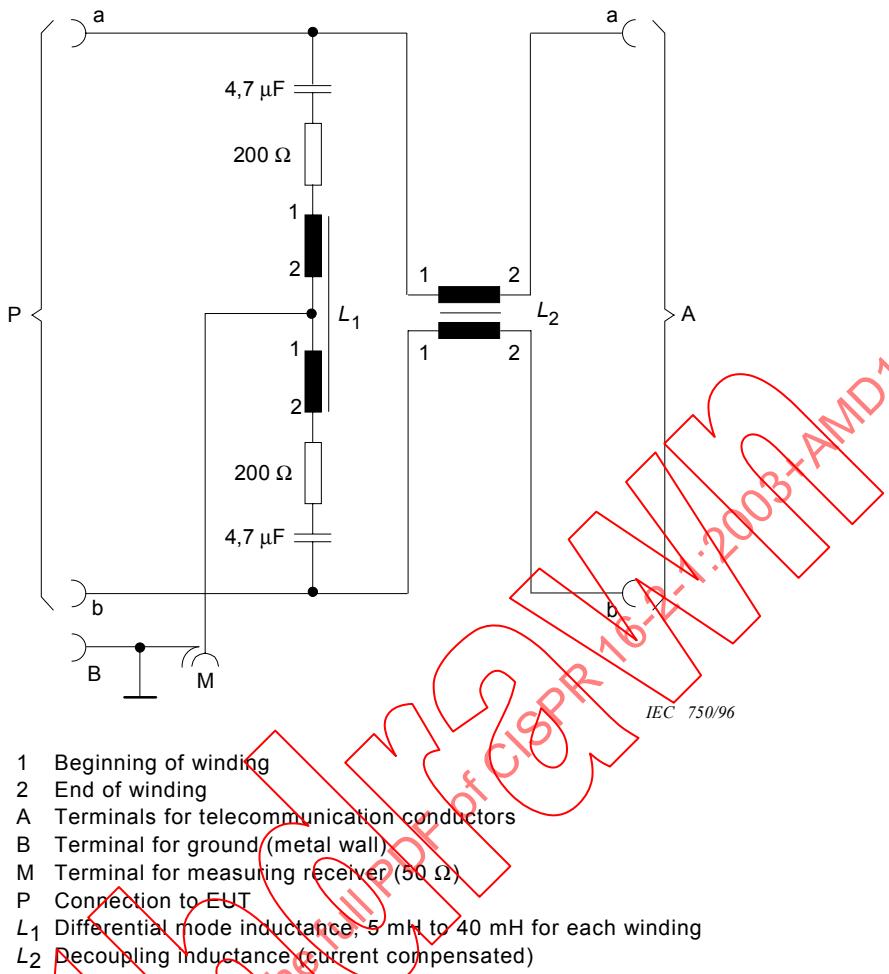


Figure 15 – Schematic diagram for simulation of telecommunication lines (T-1 network or telecom impedance simulation network) (see 7.4.3.2)

7.4.4 Mesure au moyen de sondes de tension

7.4.4.1 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 (1500Ω 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 7.4.1 ainsi que les conditions de fonctionnement indiquées pour chaque matériel dans les spécifications de produits correspondantes (par exemple la CISPR 11 et la CISPR 14-1) 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 16 donne un exemple de disposition d'essai pour la mesure de la tension perturbatrice d'une commande de régulation à semi-conducteur.

7.4.4.2 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 7.3.7.2 de la CISPR 14-1 ou bien dans des conditions de circuit ouvert avec une disposition exactement définie et une disposition des lignes prenant en compte les spécifications de 7.4.1). 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 1500Ω , 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.

7.4.4.3 Avec un réseau fictif comme sonde de tension

Lorsque le courant nominal d'un appareil en essai dépasse celui des réseaux fictifs disponibles, un réseau fictif peut être utilisé comme une sonde de tension. L'accès du réseau fictif côté appareil en essai est connecté à chaque fil d'alimentation de l'appareil en essai (monophasé ou triphasé).

7.4.4 Measurements using voltage probes

7.4.4.1 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 (1500Ω 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 7.4.1 and the operating conditions laid down for the individual devices in the respective product specifications (e.g. CISPR 11 and CISPR 14-1) 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 16 shows an example for a test set-up for measuring the interference voltage of a semiconductor regulating control.

7.4.4.2 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 7.3.7.2 of CISPR 14-1 or under open-circuit conditions with an exactly defined arrangement and line layout taking into consideration the specifications of 7.4.1). The disturbance voltage is measured with a high-impedance voltage probe.

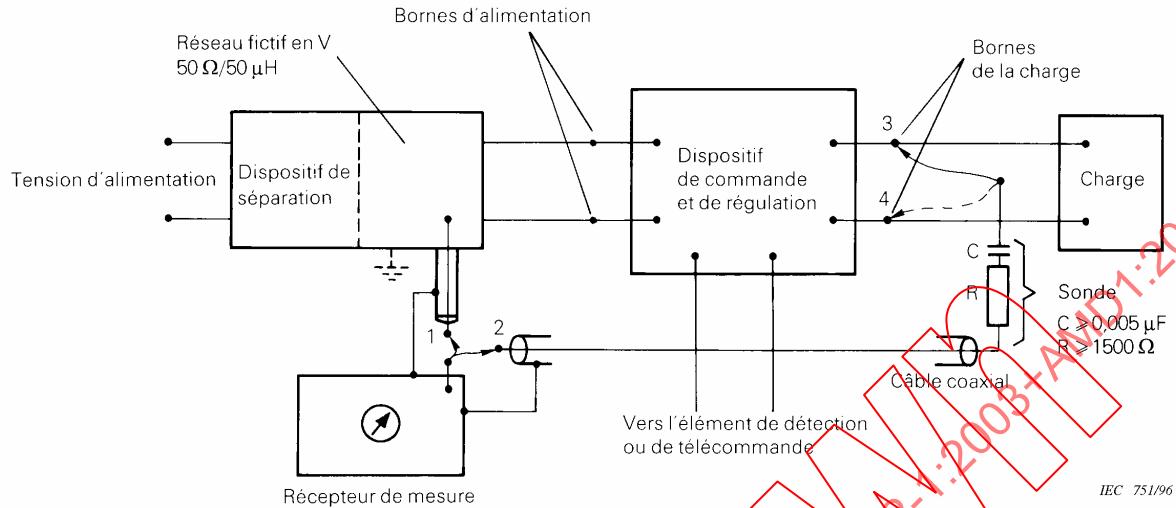
This is valid also for e.g. power electronic devices which are fed from their own separate power supplies or battery devices to which separately installed lines are connected which are not to be loaded.

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 1500Ω 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.

7.4.4.3 Artificial mains network as voltage probe

Where the current rating of an EUT exceeds the rating of available AMNs, the AMN can be used as a voltage probe. The EUT port of the AMN is connected to each of the supply lines of the EUT (single or three phase).



Positions des commutateurs:

1 Mesure côté réseau d'alimentation

2 Mesure côté charge

3 et 4 Connexions successives durant les mesures côté charge

NOTE 1 La borne de mise à la terre du récepteur de mesure doit être connectée au réseau fictif en V.

NOTE 2 La longueur du câble coaxial de la sonde ne doit pas excéder 2 m.

NOTE 3 Lorsque le commutateur est en position 2, la borne 1 du réseau fictif en V doit être chargée par une impédance identique à l'impédance d'entrée du récepteur de mesure CISPR.

NOTE 4 Lorsqu'un appareil de commande et de régulation à deux bornes est inséré sur l'un des câbles d'alimentation seulement, les mesures doivent être effectuées en raccordant le second câble comme le montre la Figure 16a.

Figure 16 – Exemple de mesure pour sondes de tension et de régulation (voir 7.4.4.1)

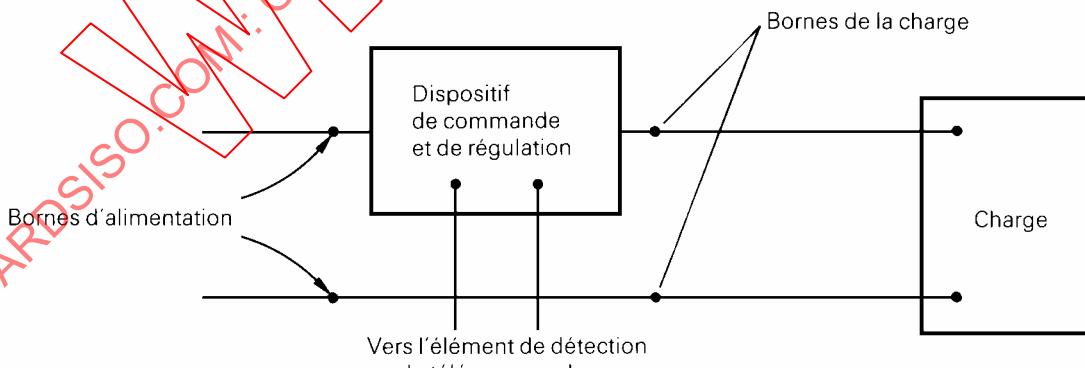
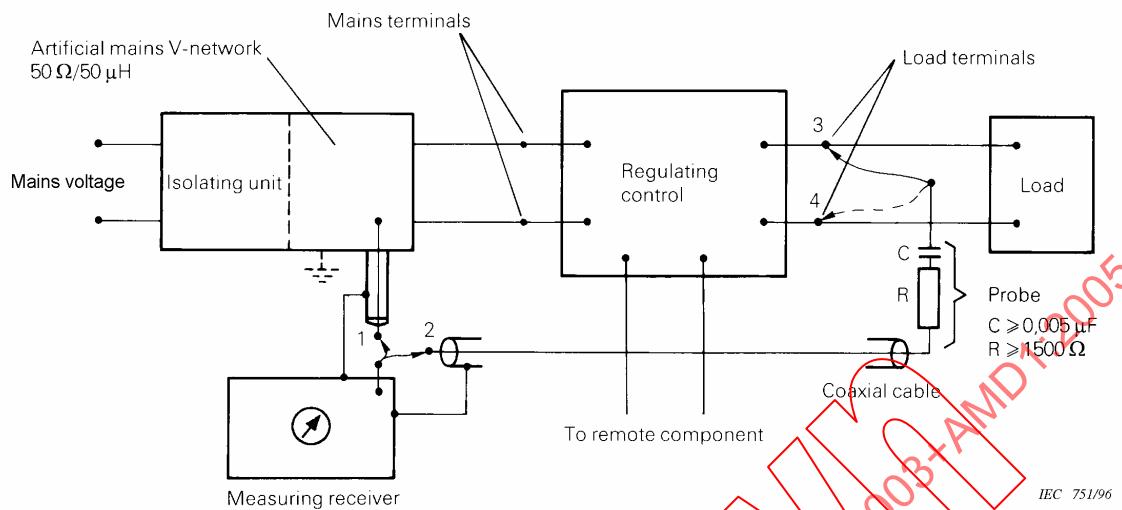


Figure 16a – Disposition dans le cas de la mesure d'un dispositif de commande et de régulation à deux bornes

**Switch positions:**

- 1 For mains measurements
- 2 For load measurements
- 3 and 4 Successive connections during load measurements

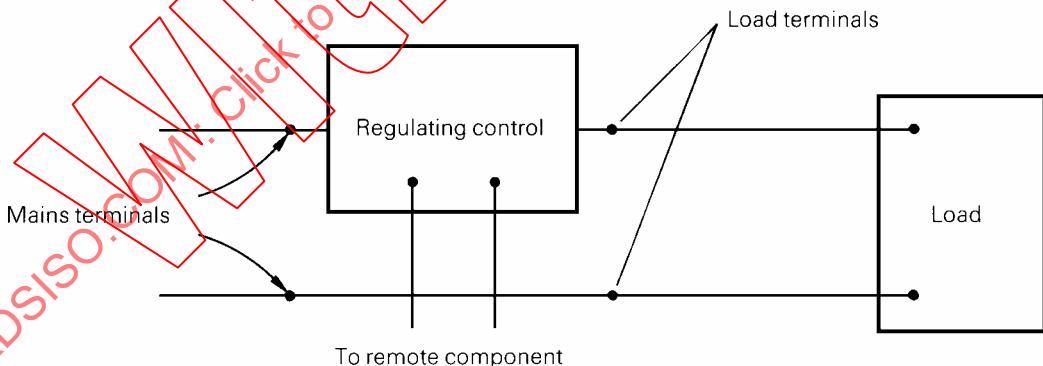
NOTE 1 The earth of the measuring receiver shall be connected to the artificial mains V-network.

NOTE 2 The length of the coaxial cable from the probe shall not exceed 2 m.

NOTE 3 When the switch is in position 2, the output of the artificial mains V-network at terminal 1 shall be terminated by an impedance equivalent to that of the CISPR.

NOTE 4 Where a two-terminal regulating control is inserted in one lead only of the supply, measurements shall be made by connecting the second supply lead as indicated in Figure 16a.

Figure 16 – Measuring example for voltage probes (see 7.4.4.1)



IEC 751a/96

Figure 16a – Measurement arrangement for two-terminal regulating controls

Avant de connecter un réseau fictif à la tension d'alimentation, il doit être connecté de façon sûre à la terre physique locale (conducteur PE).

ATTENTION: Avant de déconnecter le conducteur PE, il convient de déconnecter le réseau fictif de la tension d'alimentation. L'accès "alimentation" du réseau fictif est laissé ouvert. Lorsque le réseau fictif est connecté comme une sonde de tension, les broches du connecteur d'entrée d'alimentation du réseau fictif sont alimentées par la tension d'alimentation. Les broches du connecteur doivent être protégées par un capot isolant ou d'autres moyens.

Dans la bande de fréquences de 150 kHz à 30 MHz, les fils d'alimentation de l'appareil en essai doivent être connectés à l'alimentation par une inductance de 30 μ H à 50 μ H (voir la Figure A.8, configuration 2). L'inductance peut être réalisée par une bobine, une ligne d'environ 50 m ou un transformateur. Dans la bande de fréquences de 9 kHz à 150 kHz, une inductance plus grande sera en principe nécessaire pour le découplage avec l'alimentation. Ceci assure également une réduction du bruit provenant du réseau d'alimentation (voir A.5).

Puisque les mesures avec des réseaux fictifs dans leur configuration conventionnelle sont préférentielles, il convient d'utiliser le réseau fictif en mode sonde de tension uniquement pour des essai *in situ* ou lorsque les limitations pratiques en courant sont dépassées. Cette configuration ne doit pas être utilisée pour la mesure conformément à une norme de produit, à moins que cette méthode ne soit expressément prise en référence comme autre méthode possible dans la norme de produit.

7.4.5 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 la CISPR 16-1-2.

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.

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

7.5.1 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;

Prior to connecting an AMN to the mains supply, it must be safely connected to the local physical earth PE.

WARNING: Before disconnecting the PE, the AMN should be disconnected from the mains supply. The mains port of the AMN is left open. When the AMN is connected as a voltage probe, the pins on the AMN power input connector/plug will be energized by the supply voltage. The pins on the plug must be made safe with an insulated protective cover or other means.

In the frequency range of 150 kHz to 30 MHz, the supply lines of the EUT shall be connected to the mains via an inductance of 30 μH to 50 μH (see Figure A.8, configuration 2). The inductance may be realized by a choke, a line of 50 m length or a transformer. In the frequency range of 9 kHz to 150 kHz a greater inductance will normally be required for decoupling from the mains. This guarantees also a reduction of noise from the mains network (see A.5).

Since measurements are preferable with AMNs in their standard configuration, the AMN as a voltage probe should only be used for *in situ* tests and where practical current limitations are exceeded. It shall not be used for testing according to a product standard unless it is referred to in the product standard as an alternative measuring method.

7.4.5 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 CISPR 16-1-2.

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.

7.5 System test configuration for conducted emissions measurements

7.5.1 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;

- 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 7.1 à 7.4 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.

7.5.2 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 7.1 à 7.4 doivent être observées.

- 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 7.1 to 7.4 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 $50\ \Omega$ 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.

7.5.2 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 7.1 to 7.4 shall be observed.

Les matériels d'un système, normalement posés sur le sol, doivent être placés sur un plancher conformément à 7.4.1. 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.

7.5.2.1 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.

7.5.2.2 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 5, 7, 8 et 9 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.

Equipment in a system, normally being floor-standing, shall be placed on a floor in accordance with 7.4.1. Equipment designed for both table-top and floor operation shall be tested only in the table-top configuration.

7.5.2.1 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.

7.5.2.2 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 5, 7, 8 and 9 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.

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 serpentin, 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:

- a) disponibilité de charges multiples (pour de grands systèmes);
- b) 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.

7.5.2.3 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 60083 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;
- 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 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.

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.

7.5.2.3 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 60083, 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) 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 µH 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.

7.5.3 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 1500Ω de la sonde, il peut être nécessaire d'augmenter l'impédance à 50/60 Hz et aux fréquences radioélectriques (par exemple $15 \text{ k}\Omega$ 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.

7.5.4 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 $50 \mu\text{H}$, 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 $50 \mu\text{H}$.

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.)

7.6 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 donné 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:

7.5.3 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 $1500\ \Omega$ impedance of the probe, the impedance at 50/60 Hz and at radio frequencies may need to be increased (for example $15\ k\Omega$ 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.

7.5.4 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 $50\ \mu H$ 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 $50\ \mu H$ 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.)

7.6 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 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:

- 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.

7.6.1 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 7.4.2.1 et de l'annexe A.

7.6.2 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 1500Ω en série. Si la tension perturbatrice est réduite de 5 ou 6 dB (comme prévu), la sonde de 1500Ω peut être utilisée pour mesurer la tension de perturbation.

7.6.3 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.

7.6.3.1 Mesure sur le réseau et sur d'autres conducteurs d'alimentation

Dans les réseaux d'alimentation électrique, il suffit de mesurer la tension perturbatrice non symétrique avec la sonde de tension au niveau des prises de courant accessibles, à proximité de l'entrée d'alimentation du bâtiment.

- 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.

7.6.1 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 7.4.2.1 and of annex A should be observed.

7.6.2 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 1500Ω resistor. If the disturbance voltage is reduced by (the predicted) 5 dB or 6 dB, then the 1500Ω probe can be used to measure the disturbance voltage.

7.6.3 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.

7.6.3.1 Measurements on mains and other supply leads

In power supply networks it is sufficient to measure the unsymmetric disturbance voltage with the voltage probe at accessible power outlets near the power entrance to the building.

7.6.3.2 Mesure sur des câbles non blindés et blindés

Dans le cas des câbles non blindés et blindés, de signaux, de commande et de charge avec blindage non relié à la masse quittant les limites de l'emplacement, la tension perturbatrice non symétrique doit être mesurée au moyen de la sonde de tension sur les conducteurs individuels ou les écrans, par rapport à la masse de référence.

Dans le cas de câbles blindés avec blindage relié à la masse, le courant perturbateur en mode commun se mesure à une distance supérieure à un dixième de la longueur d'onde à partir des points de connexion et de masse en utilisant une sonde de courant.

8 Mesure automatisée des émissions

8.1 Introduction: Précautions pour les mesures automatisées

L'automatisation peut supprimer une grande partie du côté fastidieux de l'exécution des mesures répétées de perturbations électromagnétiques. Les erreurs de l'opérateur dans la lecture et l'enregistrement des valeurs mesurées sont réduites. Toutefois l'utilisation d'un ordinateur pour recueillir les données peut introduire de nouvelles formes d'erreurs qui auraient pu être détectées par un opérateur. Les essais automatisés peuvent conduire, dans certaines situations, à une plus grande incertitude de mesure dans les données recueillies que celle des mesures manuelles effectuées par un opérateur qualifié. Fondamentalement, il n'y a pas de différence dans la précision avec laquelle une valeur d'émission est mesurée que ce soit manuellement ou sous contrôle d'un logiciel. Dans les deux cas l'incertitude de mesure est basée sur les spécifications de précision de l'instrumentation utilisée dans l'installation d'essai. Des difficultés peuvent toutefois apparaître lorsque la situation réelle de mesure est différente de celles des scénarios pour lesquels le logiciel a été configuré.

Par exemple, l'émission d'un appareil en essai à une fréquence proche d'un signal ambiant de niveau élevé ne peut pas être mesurée avec précision, si le signal ambiant est présent pendant l'essai automatique. Il est plus probable qu'un opérateur entraîné distingue la perturbation réelle et le signal ambiant et peut adapter la méthode de mesure de l'appareil en essai en conséquence. Toutefois il est possible de gagner un temps précieux sur les essais en effectuant un balayage ambiant, l'appareil en essai étant coupé, avant les mesures d'émissions réelles, afin d'enregistrer les signaux ambients présents sur l'emplacement en espace libre. Dans ce cas, le logiciel peut être capable d'avertir l'opérateur de la présence possible de signaux ambients à certaines fréquences en utilisant des algorithmes appropriés d'identification du signal.

L'interaction de l'opérateur est recommandée si l'émission de l'appareil en essai varie lentement, si son cycle d'apparition est faible ou si des signaux ambients transitoires peuvent se produire (par exemple transitoires de soudure à l'arc).

8.2 Procédure générale de mesure

Il est nécessaire que les signaux soit interceptés par le récepteur de perturbations avant qu'ils puissent être soient maximisés et mesurés. L'utilisation du détecteur de quasi-crête pendant le processus de maximisation pour toutes les fréquences du spectre considéré conduit à des durées d'essai excessives (voir 6.5.1). Les processus qui prennent du temps, comme le balayage en hauteur de l'antenne, ne sont pas nécessaires à chaque fréquence d'émission. Il convient que ces processus soient limités aux fréquences auxquelles l'amplitude crête de l'émission mesurée est supérieure ou proche de la limite. En conséquence, seules les émissions aux fréquences critiques dont les amplitudes sont proches ou dépassent la limite seront maximisées et mesurées.

La procédure générique suivante conduit à une réduction du temps de mesure:

7.6.3.2 Measurements on unshielded and shielded cables

In the case of non-shielded and shielded signal, control and load leads with non-grounded shield leaving the boundaries, the unsymmetric disturbance voltage shall be measured with the voltage probe on the individual wires or the screens against reference ground.

In the case of shielded cables with grounded shield, the common mode disturbance current is measured at a distance greater than one-tenth wavelength from the connecting and grounding points using a current probe.

8 Automated measurement of emissions

8.1 Introduction: Precautions for automating measurements

Much of the tedium of making repeated EMI measurements can be removed by automation. Operator errors in reading and recording measurement values are minimized. By using a computer to collect data, however, new forms of error can be introduced that may have been detected by an operator. Automated testing can lead, in some situations, to greater measurement uncertainty in the collected data than manual measurements performed by a skilled operator. Fundamentally, there is no difference in the accuracy with which an emission value is measured whether manually or under software control. In both cases the measurement uncertainty is based on the accuracy specifications of the equipment used in the test set-up. Difficulties may arise, however, when the current measurement situation is different from the scenarios the software was configured for.

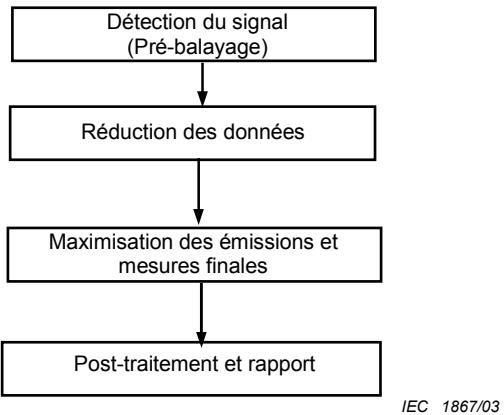
For example, an EUT emission adjacent in frequency to a high level ambient signal may not be measured accurately, if the ambient signal is present during the time of the automated test. A knowledgeable tester, however, is more likely to distinguish between the actual interference and the ambient signal; therefore the method for measuring the EUT emission can be adapted as required. However, valuable test time can be saved by performing ambient scans prior to the actual emission measurement with the EUT turned off to record ambient signals present on the OATS. In this case the software may be able to warn the operator of the potential presence of ambient signals at certain frequencies by applying appropriate signal identification algorithms.

Operator interaction is recommended if the EUT emission is slowly varying, if the EUT emission has a low on-off cycle or when transient ambient signals (e.g. arc welding transients) may occur.

8.2 Generic measurement procedure

Signals need to be intercepted by the EMI receiver before they can be maximized and measured. The use of the quasi-peak detector during the emission maximization process for all frequencies in the spectrum of interest leads to excessive test times (see 6.5.1). Time-consuming processes like antenna height scans are not required for each emission frequency. They should be limited to frequencies at which the measured peak amplitude of the emission is above or near the emission limit. Therefore, only the emissions at critical frequencies whose amplitudes are close to or exceed the limit will be maximized and measured.

The following generic process will yield a reduction in measurement time:



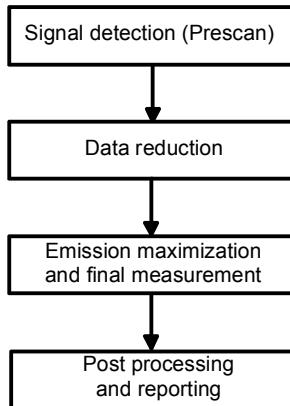
8.3 Mesures par pré-balayage

Cette étape initiale de la procédure complète de mesure a de multiples buts. Le pré-balayage impose le plus faible nombre de restrictions et d'exigences au système d'essai du fait que son but principal est de réunir une quantité minimale d'informations sur lesquelles les paramètres des essais ou des balayages complémentaires seront basés. Ce mode de mesure peut être utilisé pour les essais d'un nouveau produit, lorsque l'on est très peu familiarisé avec son spectre d'émission. En général, le pré-balayage est une procédure d'acquisition de données utilisée pour déterminer où, dans la bande de fréquences considérée, sont situés les signaux significatifs. En fonction du but de cette mesure, une antenne sur tour et une table tournante en mouvement peuvent être nécessaires (pour l'essai des émissions rayonnées) ainsi qu'une amélioration de la précision en fréquence (par exemple pour un traitement ultérieur sur un emplacement en espace libre) et une réduction des données par comparaison des amplitudes. Ces facteurs définissent la séquence de mesure pendant l'exécution du pré-balayage. Dans tous les cas, les résultats seront enregistrés dans une liste de signaux pour traitement ultérieur.

Lorsqu'une mesure par pré-balayage est effectuée pour obtenir rapidement des informations sur un appareil en essai dont le spectre d'émission est inconnu, un balayage en fréquence peut être effectué en appliquant les considérations du 6.5.

- Détermination du temps de mesure nécessaire

Si le spectre d'émission et spécialement l'intervalle maximal de répétition des impulsions T_p de l'appareil en essai est inconnu, on doit investiguer ce point pour s'assurer que le temps de mesure T_m n'est pas plus court que T_p . Le caractère intermittent des émissions de l'appareil en essai est spécialement important pour les crêtes critiques du spectre d'émission. Il convient de déterminer d'abord à quelles fréquences l'amplitude de l'émission n'est pas stable. Ceci peut être effectué en comparant le maintien du maximum avec le maintien du minimum ou la fonction "effacer/écrire" de l'appareil de mesure ou du logiciel, et d'observer l'émission pendant 15 s. Pendant cette période aucune modification de l'installation d'essai ne doit être effectuée (pas de changement de câble dans le cas des émissions conduites, pas de mouvement de la pince absorbante, pas de mouvement de la table tournante ou de l'antenne dans le cas des émissions rayonnées). Les signaux ayant par exemple plus de 2 dB de différence entre le résultat du maintien de maximum et le résultat du maintien de minimum sont notés comme des signaux intermittents. On doit prendre soin de ne pas noter le bruit comme des signaux intermittents. Dans le cas des émissions rayonnées, on change la polarisation de l'antenne et on répète la mesure pour réduire le risque que certaines crêtes intermittentes ne soient pas trouvées car elles restent en dessous du niveau de bruit. Pour chaque signal intermittent l'intervalle de répétition T_p peut être mesuré en utilisant le mode intervalle nul ou en utilisant un oscilloscope branché à la sortie f.i. vidéo du récepteur de



8.3 Prescan measurements

This initial step in the overall measurement procedure serves multiple purposes. Prescan places the least number of restrictions and requirements upon the test system since its main purpose is to gather a minimal amount of information upon which the parameters of additional testing or scanning will be based. This measurement mode can be used to test a new product, where the familiarity with its emission spectrum is very low. In general, prescan is a data acquisition procedure used to determine where in the frequency range of interest, significant signals are located. Depending on the goal of this measurement, antenna tower and turntable movement may be necessary (for the radiated emission test) as well as improved frequency accuracy (e.g. for further processing on an OATS) and data reduction through amplitude comparison. These factors define the measurement sequence during the execution of prescan. In any case, the results will be stored in a signal list for further processing.

When a prescan measurement is made to quickly obtain information on an EUT's unknown emission spectrum, frequency scanning can be performed by applying the considerations of section 6.5.

- Determination of the required measurement time

If the emission spectrum and especially the maximum pulse repetition interval T_p of the EUT is not known, this has to be investigated to assure the measurement time T_m is not shorter than T_p . The intermittent character of the EUT's emission is especially relevant for critical peaks of the emission spectrum. First should be determined at which frequencies the amplitude of the emission is not steady. This can be done by comparing the max-hold with a min-hold or clear/write function of the measuring equipment or software, and observing the emission for a period of 15 s. During this period no change in the set-up should be made (no change of lead in case of conducted emission, no movement of absorbing clamp, no movement of turntable or antenna in case of radiated emission). Signals with e.g. more than 2 dB difference between the max-hold result and min-hold result are marked as intermittent signals. (Care should be taken not to mark noise as intermittent signals.) In case of radiated emission the polarisation of the antenna is changed and the measurement is repeated, to reduce the risk that certain intermittent peaks are not found because they remain below noise level. From each intermittent signal the pulse repetition period T_p can be measured, by applying zero span or

mesure. Le temps de mesure correct peut aussi être déterminé en l'augmentant jusqu'à ce que la différence entre l'affichage du maintien du maximum et celui de la fonction "effacer/écrire" soit inférieure par exemple à 2 dB. Pendant les mesures suivantes (maximisation et mesure finale), on doit s'assurer pour chaque partie de la gamme de fréquences que le temps de mesure T_m ne soit pas inférieur à l'intervalle de répétition applicable T_p .

Le **type de mesure** détermine la définition d'une mesure de pré-balayage de la façon suivante.

- **Émissions conduites:** le pré-balayage peut soit être effectué sur un câble représentatif, par exemple le câble "L" d'alimentation ou sur chaque câble en utilisant une détection de crête et la durée de balayage la plus courte possible. Si la mesure est effectuée sur de multiples câbles, il convient d'utiliser une fonction "maintien du maximum" pour retenir les émissions les plus élevées trouvées pendant la mesure.

8.4 Réduction des données

La seconde étape de la procédure complète de mesure est utilisée pour réduire le nombre des signaux recueillis pendant le pré-balayage et donc à pour but de réduire davantage le temps de mesure total. Ces procédés peuvent effectuer différentes tâches, par exemple la détermination des signaux significatifs dans le spectre, la discrimination entre les signaux ambients ou provenant d'appareils auxiliaires et ceux de l'appareil en essai, la comparaison des signaux avec les limites, ou la réduction des données basées sur des règles définissables par l'utilisateur. Un autre exemple des méthodes de réduction des données par utilisation en séquence de différents détecteurs et des comparaisons de l'amplitude par rapport à la limite, est donné par l'arbre de décision de l'annexe C de la CISPR 16-2-1. La réduction des données peut être effectuée de façon entièrement automatique ou interactive en utilisant des outils logiciels ou une interaction manuelle de l'opérateur. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit une partie séparée des essais automatisés, c'est à dire qu'elle peut faire partie du pré-balayage.

Dans certaines gammes de fréquences, spécialement dans la bande modulation de fréquence, une discrimination acoustique des signaux ambients est très efficace. Ceci demande une démodulation des signaux pour entendre le contenu de leur modulation. Si une liste en sortie d'un pré-balayage contient un grand nombre de signaux et qu'une discrimination acoustique soit nécessaire, le processus peut être plutôt long. Toutefois, si les gammes de fréquences, dans lesquelles un accord et une écoute sont nécessaires, peuvent être spécifiées, uniquement les signaux dans ces gammes seront démodulés. Les résultats du processus de réduction des données sont enregistrés dans une liste de signaux séparée pour traitement ultérieur.

8.5 Maximisation des émissions et mesures finales

Pendant l'essai final les émissions sont maximisées pour déterminer leur niveau le plus élevé. Après la maximisation des signaux, l'amplitude des émissions est mesurée avec une détection de quasi-crête et / ou de valeur moyenne, en tenant compte du temps de mesure approprié (au moins 15 s si la lecture montre des fluctuations proche de la limite).

Le **type de mesure** définit la procédure de maximisation produisant les amplitudes les plus élevées du signal:

- pour les mesures des **émissions conduites**: maximisation par comparaison des amplitudes des émissions sur les différents câbles du cordon d'alimentation de l'appareil en essai et mémorisation des niveaux maximaux;

using an oscilloscope connected to the IF-output of the measurement receiver. The correct measurement time can also be determined by increasing it until the difference between max-hold and clear/write displays is below e.g. 2 dB. During further measurements (maximization and final measurement) it has to be assured for each part of the frequency range that the measuring time T_m is not smaller than the applicable pulse repetition period T_p .

The **type of measurement** determines the definition of a prescan measurement in the following way.

- **Conducted emissions:** prescan may either be performed on a representative lead, for example lead “L” of the power line or on each lead using peak detection and the fastest scan time possible. If multiple leads are measured, a “maximum hold” function should be used to retain the highest emissions found during the measurement.

8.4 Data reduction

The second step in the overall measurement procedure is used to reduce the number of signals collected during prescan and thus aimed at further reduction of the overall measurement time. These processes can accomplish different tasks, e.g., determination of significant signals in the spectrum, discrimination between ambient or auxiliary equipment signals and EUT emissions, comparison of signals to limit lines, or data reduction based on user-definable rules. Another example of data-reduction methods involving the sequential use of different detectors and amplitude versus limit comparisons is given by the decision tree in Annex D of this standard. Data reduction may be performed fully automated or interactively, involving software tools or manual operator interaction. It need not be a separate section of the automated test, i.e. it may be part of a prescan.

In certain frequency ranges, especially the FM band, an acoustic ambient discrimination is very effective. This requires signals to be demodulated to be able to listen to their modulation content. If an output list of prescan contains a large number of signals and acoustic discrimination is needed, it can be a rather lengthy process. However, if the frequency ranges for tuning and listening can be specified, only signals within these ranges will be demodulated. The results of the data reduction process are stored in a separate signal list for further processing.

8.5 Emission maximization and final measurement

During the final test the emissions are maximized to determine their highest level. After the maximization of the signals, the emission amplitude is measured using quasi-peak detection and/or average detection, allowing for the appropriate measurement time (at least 15 s if the reading shows fluctuations close to the limit).

The **type of the measurement** defines the maximization process yielding the highest signal amplitudes:

- for **conducted emission** measurements: maximization by comparison of the emission amplitudes on the different leads of the EUT power cord and retention of the maximum levels;

8.6 Post-traitement et rapport

La dernière partie de la procédure d'essai concerne les exigences de documentation. Les fonctionnalités pour définir le tri et les routines de comparaison qui pourront ensuite être appliquées automatiquement ou de façon interactive aux listes de signaux, aide l'utilisateur à compiler les rapports et documents nécessaires. Il convient que les amplitudes corrigées des signaux en valeur crête, quasi-crête ou moyenne, soient disponibles comme un tri ou des critères de sélection. Les résultats de ces processus sont enregistrés dans des listes séparées ou peuvent être rassemblés dans une seule liste et sont disponibles pour la documentation ou traitement ultérieur.

Les résultats doivent être disponibles sous forme de tableaux ou de graphiques pour pouvoir être utilisés dans un rapport d'essai. De plus, il convient que les informations sur le système d'essai lui-même, par exemple, les transducteurs utilisés, l'instrumentation de mesure, et la documentation sur la disposition de l'appareil en essai telle que demandée par la norme de produit, fassent également partie du rapport d'essai.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

8.6 Post processing and reporting

The last part of the test procedure addresses documentation requirements. The functionality for defining sorting and comparison routines which then can be automatically or interactively applied to signal lists supports a user in compiling the necessary reports and documentation. The corrected peak, quasi-peak or average signal amplitudes should be available as sorting or selection criteria. The results of these processes are stored in separate output lists or can be combined in a single list and are available for documentation or further processing.

Results shall be available in tabular and graphics format for use in a test report. Furthermore information about the test system itself, e.g. transducers used, measuring instrumentation, and documentation of the EUT set-up as required by the product standard should also be part of the test report.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2003+A1:2005 CSV

Annexe A (informative)

Guide pour la connexion d'un matériel électrique au réseau fictif (voir article 5)

A.1 Introduction

La présente annexe a pour but de fournir des indications générales sur les techniques pouvant servir à évaluer les perturbations produites par certains matériels électriques dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz. Cette annexe donne des informations sur les méthodes de connexion de ces matériels au réseau fictif pour la mesure des tensions aux bornes. Un tableau présente les différents cas généralement rencontrés dans la pratique pour lesquels une technique appropriée peut être choisie.

Les cas décrits ci-dessous en A.2 identifient la propagation de la perturbation du matériel en essai:

- soit par **conduction** le long des cordons d'alimentation raccordés (désignés par E_1 et I_1 dans les schémas de circuit équivalents),
- soit par **rayonnement** et par un couplage avec le cordon d'alimentation raccordé (désigné par E_2 et I_2 dans les schémas de circuit équivalents).

Le fait que la perturbation soit plutôt conduite ou rayonnée dépend en partie de la disposition du matériel en essai par rapport à la référence de sol (y compris le type de connexion à la masse de référence) et du type de connexion entre le matériel en essai et le réseau fictif (câble blindé ou non).

A.2 Classification des différents cas possibles

A.2.1 Matériels en essai correctement blindés mais mal filtrés (Figures A.1 et A.2)

Dans ce cas, la composante de perturbation conduite représentée par le courant I_1 domine. Le courant perturbateur I_1 est injecté sur le réseau fictif Z par le matériel en essai. Par conséquent, la tension U_1 augmente quand on fait augmenter la capacité C_1 entre le blindage du matériel en essai et la masse de référence (voir Figure A.1). La tension U_1 atteint son maximum ($U_1 = ZI_1 = E_1$) quand on minimise l'impédance du trajet de retour du courant en court-circuitant C_1 directement ou en utilisant des câbles blindés pour alimenter le matériel en essai (voir Figure A.2). (Voir également la discussion de l'article A.3.)

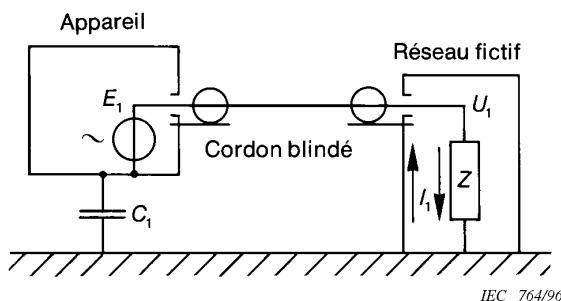


Figure A.1

Annex A (informative)

Guidelines to connection of electrical equipment to the artificial mains network (see clause 5)

A.1 Introduction

This annex is intended to give general guidance in the techniques which can be used to assess the disturbance generated by certain electrical equipment in the frequency range 9 kHz to 30 MHz. It provides information on methods of connection of such equipment to the artificial mains network for the measurement of terminal voltages. A table is provided giving a general presentation of various cases encountered in practice enabling, for such cases, a suitable technique to be selected.

The cases described below in A.2 identify propagation of the EUT disturbance either:

- a) by **conduction** along the connected mains leads (designated with E_1 and I_1 in the equivalent circuit diagrams), or
- b) by **radiation** and coupled to the connected mains lead (designated with E_2 and I_2 in the equivalent circuit diagrams).

Whether conducted or radiated disturbance dominates is partly dependent on the arrangement of the EUT with respect to the ground reference (including the type of connection to the reference ground) and of the type of connection from the EUT to the artificial mains network (shielded or non-shielded cable).

A.2 Classification of the possible cases

A.2.1 Well-shielded but poorly filtered EUT (Figures A.1 and A.2)

In this case, the conducted disturbance component represented by the current I_1 dominates. The disturbance current I_1 is fed from the EUT to the artificial mains network Z . Consequently, the voltage U_1 increases when capacitance C_1 between the EUT shield and the ground reference increases (see Figure A.1). The voltage U_1 is maximized ($U_1 = ZI_1 = E_1$) when the impedance of the current return path is minimized by short-circuiting C_1 either directly or by using shielded cables to supply the EUT (see Figure A.2). (Also, see the discussion in Clause A.3.)

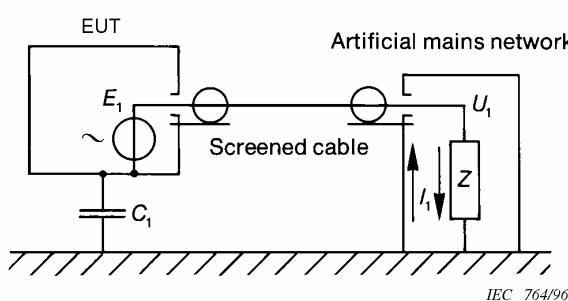


Figure A.1

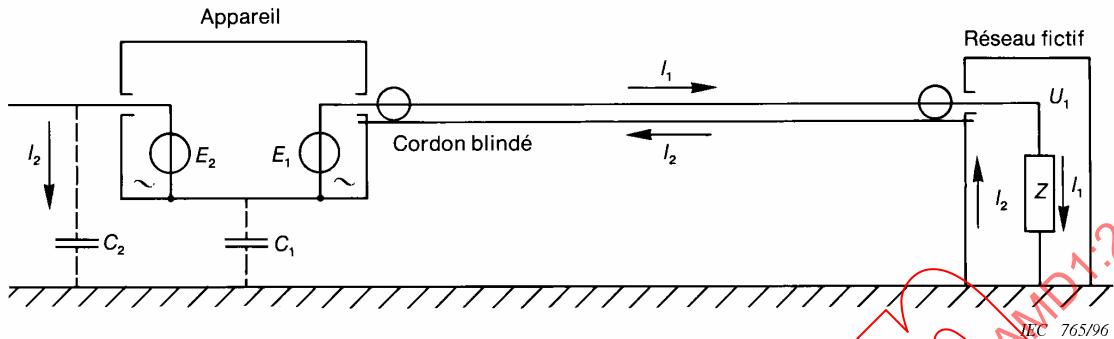


Figure A.2

A.2.2 Matériels en essai correctement filtrés mais dont le blindage présente des fuites (Figures A.3 et A.4)

Dans ce cas, le courant perturbateur injecté dans le réseau est pratiquement nul, et la tension dans le réseau fictif est susceptible d'être dominée par un rayonnement parasite provenant soit d'ouvertures dans un blindage imparfait, soit d'un conducteur sortant du blindage et formant antenne. Ces fuites peuvent être représentées schématiquement par une capacité externe C_2 connectée entre une source de f.é.m. perturbatrice interne E_2 et la masse. Cette capacité C_2 est traversée par un courant I_2' . Une partie du courant I_2 qui traverse C_2 en direction de la masse de référence circule en retour au travers de C_1 et une partie de I_2 circule en retour au travers du réseau fictif. Si les cordons d'alimentation ne sont pas blindés (Figure A.3) et que l'impédance de C_1 est grande par rapport à l'impédance du réseau fictif Z ($ZC_1 \omega \ll 1$), I_2' est voisin de I_2 et la tension U_2 est voisine de I_2Z ($U_2 = ZI_2$).

Si l'on augmente C_1 , on shunte Z et U_2 diminue. A la limite, lorsque l'on court-circuite C_1 en alimentant le matériel en essai par des cordons blindés (Figure A.4), de façon que I_2 ne traverse absolument pas Z , U_2 devient nulle.

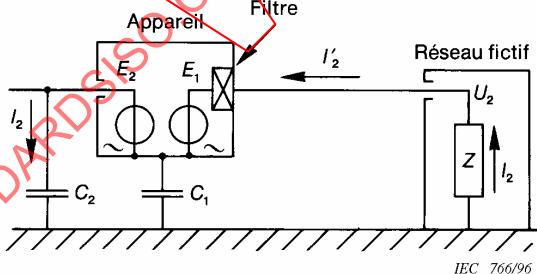


Figure A.3

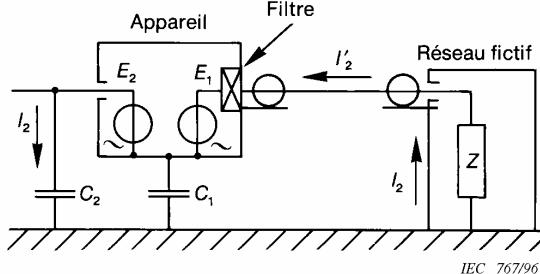


Figure A.4

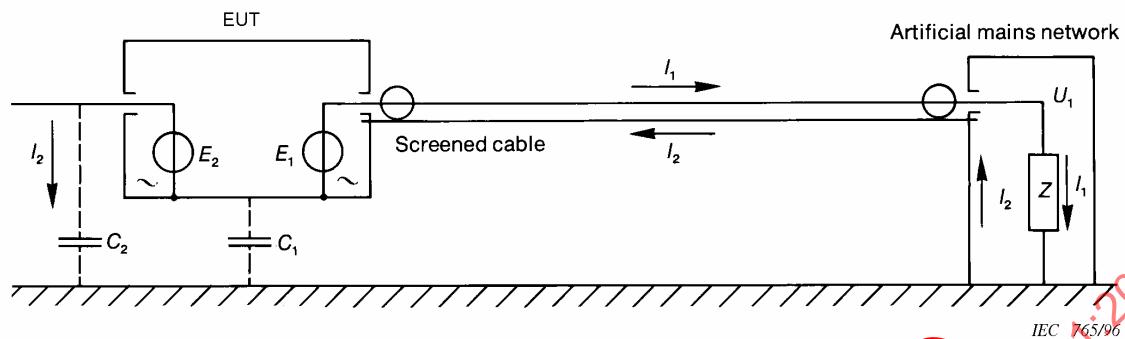


Figure A.2

A.2.2 Well-filtered but incompletely shielded EUT (Figures A.3 and A.4)

In this case, the disturbance current fed to the mains is reduced practically to zero, and the voltage across the artificial mains network may be dominated by undesirable radiation either from gaps in an incomplete shield or from a protruding conductor acting as an antenna. Such leakage can be represented schematically by an external capacitor C_2 connected between an internal disturbance source of e.m.f. E_2 and ground reference. This capacitance C_2 passes a current I_2 . Part of the current I_2 which flows through C_2 to the ground reference returns via C_1 and a part of I_2 returns via the artificial mains network. If the supply leads are unshielded (Figure A.3) and the impedance of C_1 is large compared with the artificial mains impedance Z ($ZC_1 \omega \ll 1$), then I'_2 is nearly equal to I_2 and the voltage U_2 is nearly equal to I_2Z ($U_2 = I_2Z$).

If C_1 is increased, Z is shunted and U_2 will decrease. At the limit, when C_1 is short-circuited by supplying the EUT through shielded cables (Figure A.4), so that no part of I_2 flows through Z , then U_2 will be zero.

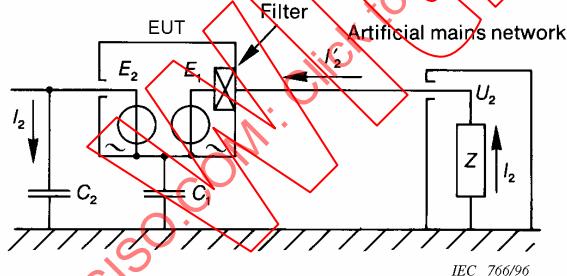


Figure A.3

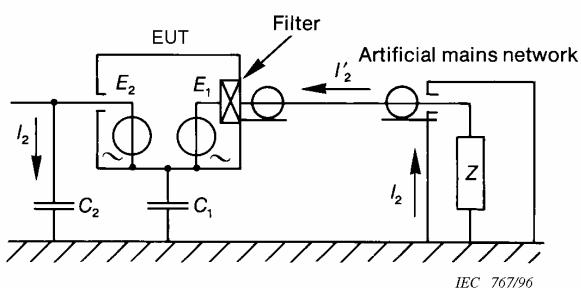


Figure A.4

A.2.3 Cas général

Le plus souvent en pratique, les blindages et filtrages sont imparfaits; les deux effets précédents se manifestent alors simultanément et se superposent. On peut, dans ces conditions, rencontrer les trois cas suivants.

A.2.3.1 Alimentation par des conducteurs blindés (Figure A.5)

Le courant I_1 dû aux fuites par rayonnement se ferme par la masse et les surfaces externes du blindage du réseau fictif et des conducteurs d'alimentation; son effet sur Z est nul.

La tension U_1 , mesurée aux bornes de Z , est produite uniquement par le courant I_1 , injecté sur les conducteurs d'alimentation, avec retour par les surfaces internes du blindage du réseau fictif et de ces conducteurs. La tension U_1 a alors sa valeur maximale:

$$U_1 = ZI_1 \approx E_1$$

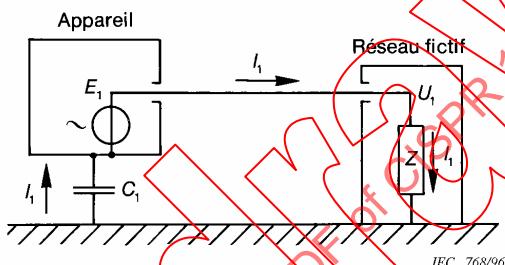


Figure A.5

A.2.3.2 Alimentation par des conducteurs non blindés mais filtrés (Figure A.6)

Si l'on ajoute, à l'entrée du matériel en essai, un filtre passe-bas très efficace dont le blindage est relié directement à celui du matériel en essai, le courant I_1 injecté par la source E_1 sur le circuit d'alimentation est bloqué par le filtre.

Comme dans le cas de la Figure A.6, le courant I_2 dû au rayonnement se ferme pratiquement par Z et par les conducteurs (si $ZC_1 \omega \ll 1$); la tension U_2 mesurée aux bornes de Z est alors produite uniquement par le rayonnement.

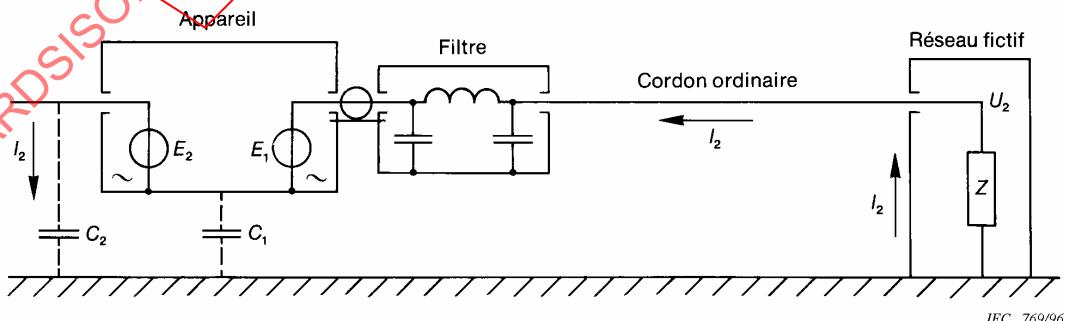


Figure A.6

A.2.3 Practical general case

Most usually in practices, neither the shielded nor the filtering are perfect; the two preceding effects then occur simultaneously and they are additive. In such conditions, the three following cases may be encountered.

A.2.3.1 Supply through shielded conductors (Figure A.5)

The current I_1 caused by leakage due to radiation flows in a circuit closed through ground and the external surfaces of the screening of the artificial mains network and of the supply conductors; it has no effect on Z .

The voltage U_1 , which may be measured across Z , is solely due to the current I_1 injected into the supply conductors and returning through the internal surfaces of the screening of the artificial mains network and these conductors. The voltage U_1 is then maximum:

$$U_1 = ZI_1 \approx E_1$$

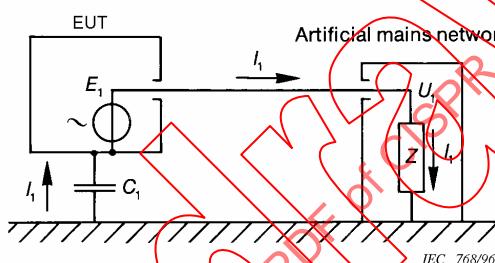


Figure A.5

A.2.3.2 Supply through unshielded but filtered conductors (Figure A.6)

If a highly efficient low-pass filter is connected to the input of the EUT, with its screening directly connected to the screening of the EUT, the current I_1 fed by source E_1 to the mains conductors will be stopped by the filter.

As in the case represented in Figure A.6, the current I_2 due to the radiation returns through Z and the conductors (if $ZC_1 \omega \ll 1$); the voltage U_2 measured across Z is then produced solely by the radiation.

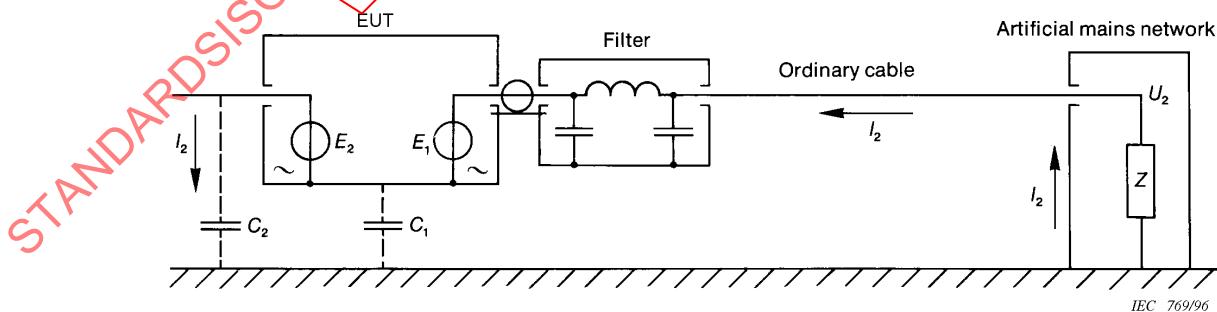


Figure A.6

A.2.3.3 Alimentation par des conducteurs ordinaires (Figure A.7)

Si l'on retire le filtre de la Figure A.6, le courant I_1 injecté par la source E_1 sur les conducteurs réapparaît (Figure A.7). Par rapport à la Figure A.5 (valeur I_1 la plus grande possible pour l'alimentation d'un matériel en essai non filtré au travers des conducteurs blindés), la valeur de I_1 au niveau de la Figure A.7 (alimentation d'un matériel en essai non filtré au travers des conducteurs ordinaires, c'est-à-dire non blindés), si $ZC_1 \omega \ll 1$, est réduite à une valeur minimale dans le rapport I_1 (matériel non blindé) / I_1 (matériel blindé) = $ZC_1 \omega$ par rapport à sa valeur minimale (Figure A.2). Le courant I_2 n'est pas modifié par rapport aux cas précédents, mais comme les conducteurs ne sont pas blindés, il se ferme également par Z et par les conducteurs d'alimentation.

La tension U , mesurée aux bornes du réseau fictif, résulte alors de la superposition des courants I_1 et I_2 . Dans le cas où les forces électromotrices E_1 et E_2 sont produites par une source interne commune, ces deux courants sont synchrones; la tension U dépend donc non seulement de leurs valeurs, mais également de leur déphasage. Il peut arriver, pour certaines fréquences, que I_1 et I_2 se trouvent en opposition. Dans ce cas, si I_1 et I_2 sont du même ordre de grandeur, la tension U peut devenir très faible, même si I_1 et I_2 ont des valeurs importantes. De plus, si la fréquence de la source de perturbation varie, l'opposition de phase peut disparaître et la tension U peut varier rapidement de façon très importante.

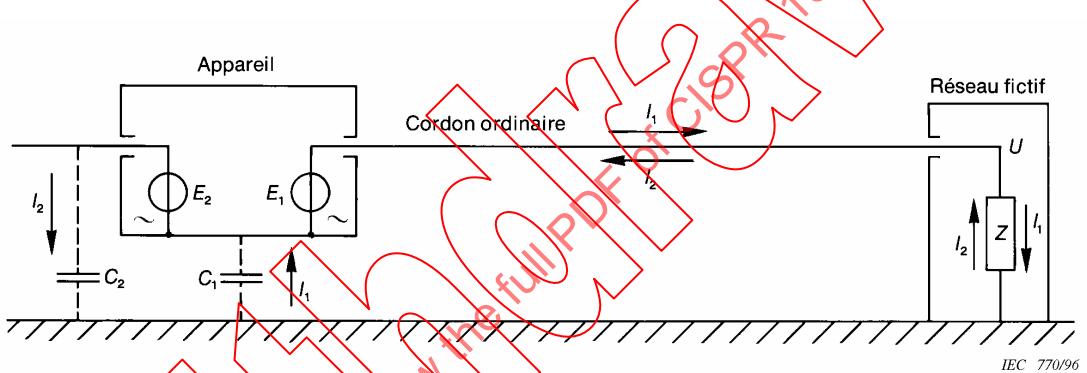


Figure A.7

A.3 Méthode de mise à la masse

Dans ce qui précède, on a supposé que la mise à la masse du matériel en essai était réalisée par la connexion du blindage des conducteurs d'alimentation à la masse de référence.

Cette solution est la seule correcte pour réaliser une mise à la masse franche permettant la séparation nette des deux espèces de courant I_1 et I_2 , comme indiqué ci-dessus. Elle est applicable sans exception, à toutes les fréquences.

Pour des fréquences inférieures à 1,6 MHz, on obtient pratiquement le même résultat en réalisant la mise à la masse du matériel par un conducteur linéaire de faible longueur (maximum 1 m), disposé parallèlement au cordon d'alimentation et à une distance de ce dernier inférieure à 10 cm.

Pour les fréquences supérieures à quelques mégahertz, cette solution simplifiée doit être utilisée avec prudence, particulièrement aux fréquences élevées. Il est par conséquent fortement recommandé d'utiliser des conducteurs blindés dans tous les cas. Pour des fréquences supérieures, il peut être nécessaire de tenir compte de l'impédance caractéristique du conducteur.

A.2.3.3 Supply through ordinary conductors (Figure A.7)

Should the filter in Figure A.6 be removed, the current I_1 from source E_1 reappears on the conductors (Figure A.7). In comparison to Figure A.5 (with the maximum possible value of I_1 for the supply of a non-filtered EUT through shielded conductors) the value of I_1 in Figure A.7 (supply of a non-filtered EUT through ordinary i.e. unshielded conductors) is, if $ZC_1 \omega \ll 1$, reduced to a minimum value in the ratio of I_1 (EUT unshielded) / I_1 (EUT shielded) = $ZC_1 \omega$ referred to its minimum value (Figure A.2). The current I_2 is the same as in the previous cases, but as the conductors are not shielded, it passes also through Z and the mains conductors.

The voltage U across the artificial mains network results then from the superposition of currents I_1 and I_2 . When electromotive forces E_1 and E_2 are themselves produced by a common internal source, these currents are synchronous and the voltage U depends not only on their values but also on their phases. For certain frequencies, it may occur that currents I_1 and I_2 are in opposition and if they are also of approximately the same magnitude, the voltage U may become very small even if I_1 and I_2 are individually quite large. Moreover, if the frequency of the source varies, the phase opposition may not remain constant and voltage U may show rapid and considerable variations.

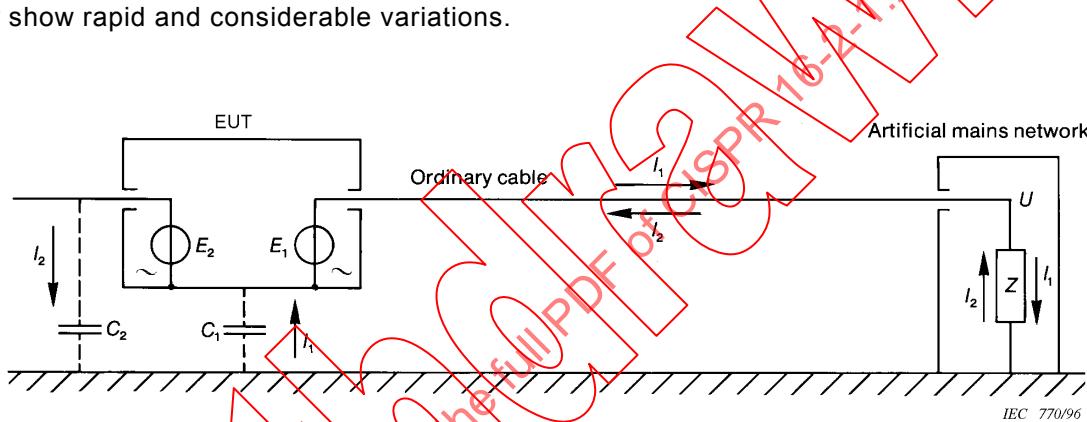


Figure A.7

A.3 Method of grounding

In the foregoing, the connection to ground of the EUT was assumed to be made through connection of shielding of the supply conductors to the ground reference.

This is the only correct solution in order to obtain a grounding allowing a clear distinction between the two kinds of currents I_1 and I_2 , as indicated above. It may be applied, without exception to all frequencies.

For frequencies below 1,6 MHz practically the same result may be achieved by grounding through a straight lead of small length (1 m maximum), running parallel to the mains lead and not more than 10 cm distant from it.

For frequencies above a few MHz, this simplified solution should only be used with care, especially at the higher frequencies. It is then strongly recommended that screened conductors be used in all cases. At the higher frequencies, it may be necessary to take into account the characteristic impedance of the conductor.

A.4 Conditions de mise à la masse

A.4.1 Généralités

A.4.1.1 Règles générales

A la lumière des considérations ci-dessus, il apparaît que le comportement du circuit de mesure de la tension aux bornes du réseau fictif et, par conséquent, le résultat des mesures, dépend d'une façon très importante des conditions de liaison entre le matériel en essai et la masse. Il importe donc de bien préciser ces conditions.

En principe, la conséquence essentielle de la mise à la masse est de séparer physiquement les deux courants I_1 et I_2 et éventuellement de faire varier en sens inverse leurs actions respectives sur l'appareil de mesure (tension U aux bornes de Z). Dans le cas limite d'une liaison directe entre le corps du matériel en essai et la masse, réalisant un court-circuit de C_1 , le courant d'injection I_1 est maximal, donc également la tension correspondante $U_1 = ZI_1 \approx E_1$; le courant I_2 , dû au rayonnement, est au contraire entièrement dérivé par ce court-circuit et la tension correspondante U_2 est nulle.

On déduit de ces remarques les règles générales suivantes.

La mise à la masse franche s'impose pour les essais:

- a) dans le cas d'un matériel en essai non rayonnant (par exemple un moteur), parce qu'on mesure alors la valeur maximale de la tension perturbatrice que l'on peut obtenir en pratique;
- b) dans le cas d'un matériel en essai rayonnant mal filtré, lorsque, sans s'occuper de mesurer le rayonnement, on veut seulement mesurer de la tension perturbatrice due à l'injection directe dans les conducteurs d'alimentation:
 - 1) soit pour évaluer l'efficacité du filtre placé sur le matériel (par exemple pour les bases de temps d'un récepteur de télévision);
 - 2) soit pour évaluer, en laboratoire, la perturbation réelle produite par un matériel dont, en service normal, le rayonnement est supprimé par un blindage (par exemple pour un transformateur d'allumeur de chaudière à mazout).

A.4.1.2 Mise à la masse franche

Il convient de ne pas utiliser la mise à la masse franche dans le cas des essais pratiqués dans le cadre du b1) de A.4.1.1 sur un matériel en essai très bien filtré, donnant lieu à un rayonnement important (par exemple ozoniseurs, appareils médicaux à ondes amorties, soudeuses à arc, etc.). Dans tous ces cas, la tension mesurée aux bornes du réseau fictif devient très faible pour une mise à la masse franche alors que, sans mise à la masse, la tension peut être très importante ou irrégulière. La mesure n'a alors plus de sens et il peut s'avérer nécessaire de réaliser la mise à la masse par l'intermédiaire d'une impédance spécifiée afin de simuler l'impédance réelle du conducteur de mise à la terre de sécurité (PE), par exemple une bobine d'arrêt fournit en outre une isolation RF par rapport à la terre «polluée» et offrant donc une «mauvaise» terre de protection (voir fin du tableau A.2).

NOTE L'impédance d'un conducteur «électrique long» est, dans le cas d'un matériel en essai de Classe de protection I, normalement égale à l'impédance de simulation d'alimentation spécifiée aux bornes d'alimentation du matériel en essai fournie par le réseau fictif (constitué par le réseau de $50 \mu\text{H} + 1 \Omega$ qui, en raison des problèmes thermiques existants dans le cas de charges à fort courant, peut se réduire à un réseau de $50 \mu\text{H}$).

A.4 Conditions of grounding

A.4.1 General

A.4.1.1 General rules

It appears from the considerations discussed above that the behaviour of the measuring circuit for the voltage across the artificial mains network and, hence, the result of these measurements, is largely dependent on how the frame of the EUT being tested is connected to ground. It is therefore essential to specify these conditions closely.

Essentially, the principal effect of grounding is to separate the two currents I_1 and I_2 and possibly to cause opposing variations of their respective actions on the measuring apparatus (which measures voltage U across Z). In the limiting case of a direct connection from the body of the EUT to ground, which short-circuits C_1 , the values of current I_1 and thus of voltage $U_1 = ZI_1 \approx E_1$, are maximum; on the contrary, the current I_2 due to radiation passes entirely through this short circuit and the corresponding voltage U_2 is reduced to zero.

From these remarks, the following general rules are drawn.

Direct grounding should always be used when testing:

- a) a non-radiating EUT (e.g. a motor) as, in such a case, the measurement yields the maximum value of the disturbance voltage which may be met in practice;
- b) a poorly filtered radiating EUT when, without troubling to measure the radiation, it is wished to measure solely the disturbance voltage due to direct injection into the supply conductors:
 - 1) either for assessing the efficiency of the filter (for instance, for the time base circuits of television receivers);
 - 2) or for assessing, in the laboratory, the actual disturbance produced by an apparatus whose radiation in normal operation will be suppressed by shielding (e.g. a transformer for the ignition system of fuel for boilers).

A.4.1.2 Direct grounding

Direct grounding should not be used when testing item b1) of A.4.1.1 either for a very well-filtered EUT which generates considerable radiation (for example, ozonizer, medical apparatus with damped oscillations, arc welders, etc.). In all these cases, the voltage across the artificial mains network becomes very small with direct grounding, while without such grounding the voltage may be quite large or unsteady. The measurement may then be meaningless and it may become necessary to make the grounding through a specified impedance in order to simulate the actual impedance of the safety ground (protective earth) conductor, e.g. by a protective ground choke which additionally provides some RF isolation from the "polluted" and therefore "poor" protective earth ground (see lower part of Table A.2).

NOTE The impedance of such an "electrical long" conductor is in case of an EUT of safety protection Class I normally equal to the mains simulation impedance specified as termination for the mains terminals of the EUT provided by the artificial mains network (constituted by the network of $50 \mu\text{H} + 1 \Omega$ which, due to thermal problems in case of high current loads, may be reduced to a network of $50 \mu\text{H}$).