

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 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power

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



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 Varembe
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

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 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CQ

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	8
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et 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 à l'aide d'une pince absorbante	42
8 Mesure automatisée des émissions	62
Annexe A (informative) Contexte historique de la méthode de mesure du pouvoir perturbateur des appareils électrodomestiques et des appareils analogues dans la gamme des ondes métriques	68
Annexe B (informative) Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage	76
Annexe C (informative) Durées de mesure et vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne.....	82

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2 © CEI:2003+A1:2004+AMD1:2004+AMD2:2005 CSV

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Terms and definitions	15
4 Types of disturbance to be measured.....	23
5 Connection of measuring equipment	23
6 General measurement requirements and conditions	25
7 Measurements using the absorbing clamp.....	43
8 Automated measurement of emissions.....	63
Annex A (informative) Historical background to the method of measurement of the interference power produced by electrical household and similar appliances in the VHF range	69
Annex B (informative) Use of spectrum analyzers and scanning receivers	77
Annex C (informative) Scan rates and measurement times for use with the average detector.....	83

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 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesure de la puissance perturbatrice**

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

La présente version consolidée du CISPR 16-2-2 comprend la première édition (2003), son amendement 1 (2004) [documents CISPR/A/506/FDIS et CISPR/A/524/RVD] et son amendement 2 (2005) [documents CISPR/A/583/FDIS et CISPR/A/598/RVD].

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

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

**Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Measurement of disturbance power**

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

This consolidated version of CISPR 16-2-2 consists of the first edition (2003), its amendment 1 (2004) [documents CISPR/A/506/FDIS and CISPR/A/524/RVD] and its amendment 2 (2005) [documents CISPR/A/583/FDIS and CISPR/A/598/RVD].

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

It bears the edition number 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2003+AMD1:2004+AMD2:2005 CSV

Withdrawn

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2003+AMD1:2004+AMD2:2005 CSV

Withdrawn

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 16-1-2	Matériels auxiliaires – Perturbations conduites
		CISPR 16-1-3	Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice
		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	Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité	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 et recommandations du CISPR	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	Incertitudes dans les mesures CEM	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 16-2-2 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 16-1-2	Ancillary equipment – Conducted disturbances
		CISPR 16-1-3	Ancillary equipment – Disturbance power
		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	Methods of measurement of disturbances and immunity	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	Reports and recommendations of CISPR	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	Uncertainty in EMC measurements	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 16-2-2 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

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

1.1
1.2
1.3

1
2
3

2.1
2.2
2.3
2.5
4.1

4
5
6
7
8

Annexes

Annexes

C
B

A
B

Figures

Figures

1, ..., 4
17

1, ..., 4
5

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2003+AMD1:2004+AMD2:2005 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
2.5
4.1

Annexes

C
B

Figures

1,..., 4
17

First edition of CISPR 16-2-2
Clauses, subclauses

1
2
3

4
5
6
7
8

Annexes

A
B

Figures

1,..., 4
5

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2003+AMD1:2004+AMD2:2005 CSV

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie la méthode de mesure de la puissance perturbatrice, utilisant la pince absorbante, dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 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).

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 électro-domestiques, 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 16-1-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice*

CISPR 16-2-1:2003, *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*

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*

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*

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the methods of measurement of disturbance power using the absorbing clamp in the frequency range 30 MHz to 1 000 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.

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 16-1-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power*

CISPR 16-2-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

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, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: 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, *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*

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

3 Termes et 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

[VEI 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]

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 uncertainties*

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*

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

3 Terms and 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

ground reference

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

NOTE See also IEC 161-04-36.

3.6

(electromagnetic) emission

the phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEV 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 impédance 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

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.

3.11

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.

3.12

pondération (détection quasi-crête)

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

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).

3.13

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.

3.7

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 IEC 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

measuring receiver

a receiver for the measurement of disturbances with different detectors

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

3.11

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 IEC 161-03-11, IEC 161-03-12, IEC 161-03-14 and IEC 161-03-15, definitions of emission level.

3.12

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 IEC 161-03-01, IEC 161-03-11 and IEC 161-03-14).

3.13

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

[IEC 161-02-11, modified]

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

3.14

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.

3.15

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

3.16

balayage (1)

variation continue de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

3.17

balayage (2)

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

3.18

durée de balayage

T_s

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

3.19

intervalle

Δf

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

3.20

vitesse de balayage

intervalle de fréquence divisé par la durée de balayage

3.21

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

n_s

$1/(\text{durée de balayage} + \text{durée du retour})$

3.14

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 IECV 161-02-08.

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

3.15

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

3.16

sweep

a continuous frequency variation over a given frequency span

3.17

scan

a continuous or stepped frequency variation over a given frequency span

3.18

sweep or scan time

T_s

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

3.19

span

Δf

difference between stop and start frequencies of a sweep or scan

3.20

sweep or scan rate

the frequency span divided by the sweep or scan time

3.21

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

n_s

$1/(\text{sweep time} + \text{retrace time})$

3.22

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 $T_o = n \times T_m$

3.23

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 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

3.24

câble en essai

LUT

câble, associé à un appareil en essai, qui est soumis à un essai d'émission ou d'immunité

NOTE En général, un appareil en essai peut avoir un ou plusieurs câbles utilisés pour le raccordement à l'alimentation ou à d'autres réseaux, ou pour l'interconnexion avec des appareils auxiliaires. Ces câbles sont en général des câbles électriques tels que des câbles d'alimentation, des câbles coaxiaux, des câbles de bus de données, etc.

3.25

méthode de mesure par pince absorbante

ACMM

méthode pour la mesure de la puissance perturbatrice d'un appareil en essai (EUT), en utilisant une pince absorbante, qui est positionnée autour du ou des câbles de l'EUT

3.26

site d'essai au moyen d'une pince absorbante

ACTS

site d'essai validé pour effectuer la mesure de la puissance perturbatrice en utilisant la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM)

3.27

facteur de pince

CF

rapport entre la puissance perturbatrice de l'appareil en essai et la tension reçue à la sortie de la pince absorbante

NOTE Le facteur de pince est un facteur transducteur de la pince absorbante.

3.28

point de référence de la pince

CRP

indication sur l'extérieur du boîtier de la pince absorbante, qui se rapporte à la position longitudinale du bord avant du transformateur de courant situé à l'intérieur de la pince et est utilisé pour définir la position horizontale de la pince pendant la mesure

3.29

point de référence de la glissière

SRP

extrémité du côté de la pince duquel est situé l'appareil en essai, et est utilisé pour définir la distance horizontale jusqu'au point de référence de pince (CRP) de la pince absorbante pendant la procédure de mesure

3.22

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 $T_o = n \times T_m$

3.23

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 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

3.24

lead under test

LUT

lead, associated with a EUT, that is the subject of an emission or an immunity test

NOTE In general, a EUT may have one or more leads that are used for interconnections to the mains supply, or other networks, or for interconnection to auxiliary equipment. These leads are generally electrical cables such as mains cables, coaxial cables, data bus cables, etc.

3.25

absorbing clamp measurement method

ACMM

method for measurement of disturbance power of an equipment under test (EUT) by using an absorbing clamp device that is clamped around the lead(s) of the EUT

3.26

absorbing clamp test site

ACTS

test site that is validated to perform disturbance power measurements by using the absorbing clamp measurement method (ACMM)

3.27

clamp factor

CF

ratio of the disturbance power of an EUT to the received voltage at the output of the absorbing clamp

NOTE The clamp factor is a transducer factor of the absorbing clamp.

3.28

clamp reference point

CRP

indication on the outside of the absorbing clamp that is related to the longitudinal position of the front edge of the current transformer within the clamp and is used to define the horizontal position of the clamp during the measurement

3.29

slide reference point

SRP

end of the clamp slide where the EUT is located and which is used to define the horizontal distance to the clamp reference point (CRP) of the absorbing clamp during the measurement procedure

4 Types de perturbations à mesurer

Le présent paragraphe 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 matériels de mesure (par exemple récepteurs de mesure et matériels associés connectés, tels qu'oscilloscope, analyseur, enregistreur, etc.) équipés d'un conducteur de terre de protection (PE) de classe de protection I. Si la connexion PE du matériel de mesure et celle du réseau d'alimentation n'ont pas d'isolation RF par rapport à la masse de référence, l'isolation RF nécessaire doit être fournie au moyen de bobines d'arrêt et transformateurs d'isolement par exemple, ou le cas échéant, en alimentant le matériel de mesure à partir de batteries, de manière que la connexion RF du matériel de mesure à la masse de référence se fasse par une seule voie.

Pour le traitement de la connexion PE du matériel en essai à la masse de référence, voir A.4 de la CISPR 16-2-1.

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 de la CISPR 16-2-1.

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 of CISPR 16-2-1.

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 of CISPR 16-2-1.

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 matériels 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 matériels en essai à commutation instantanée et entre 10 ms/div et 200 ms/div pour les autres matériels en essai. La durée de la perturbation peut être soit enregistrée directement par un oscilloscope à mémoire ou un oscilloscope numérique, soit par photographie ou reproduction de l'écran.

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	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

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 C 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 C.

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:

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

où

$T_{s \text{ min}}$ = 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:

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

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 correspondant 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:

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

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.

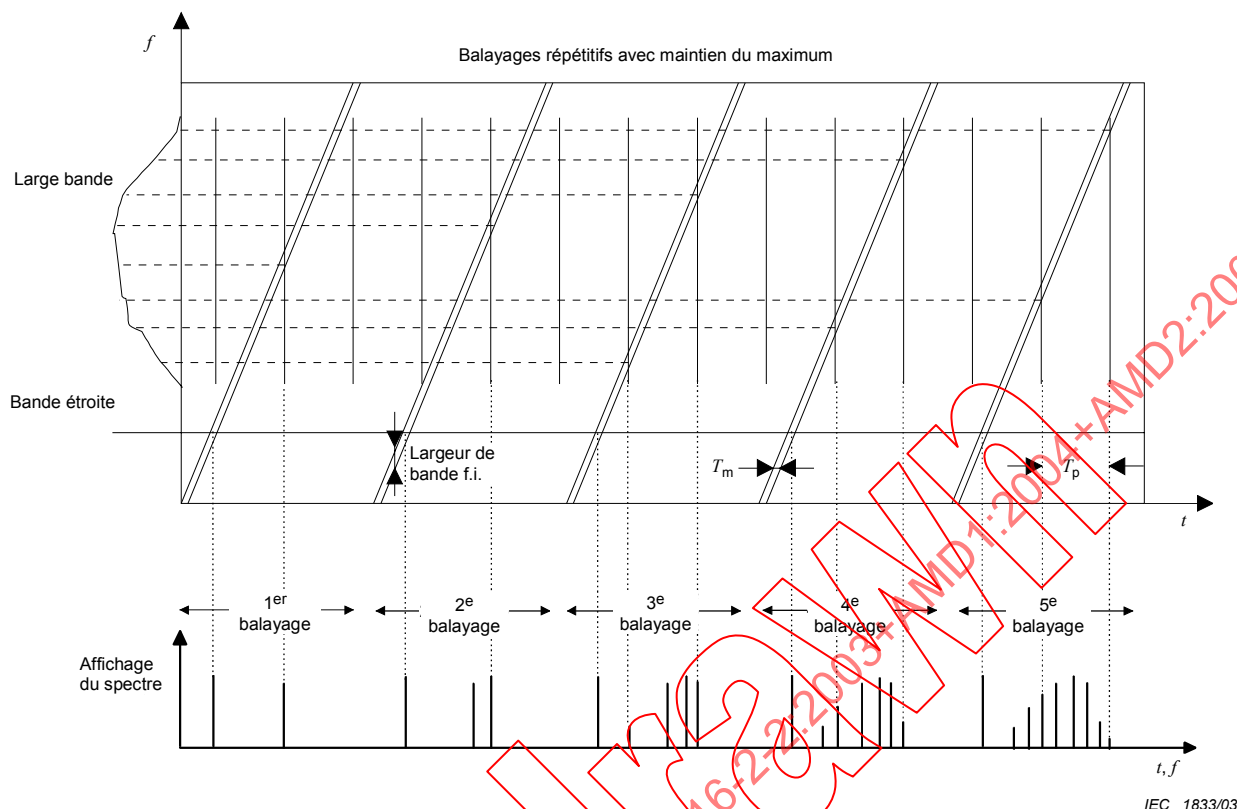
For purely broadband emissions, the frequency step size may be increased. In this case the objective is to find the maxima of the emission spectrum only.

6.5.4 Strategies for 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.

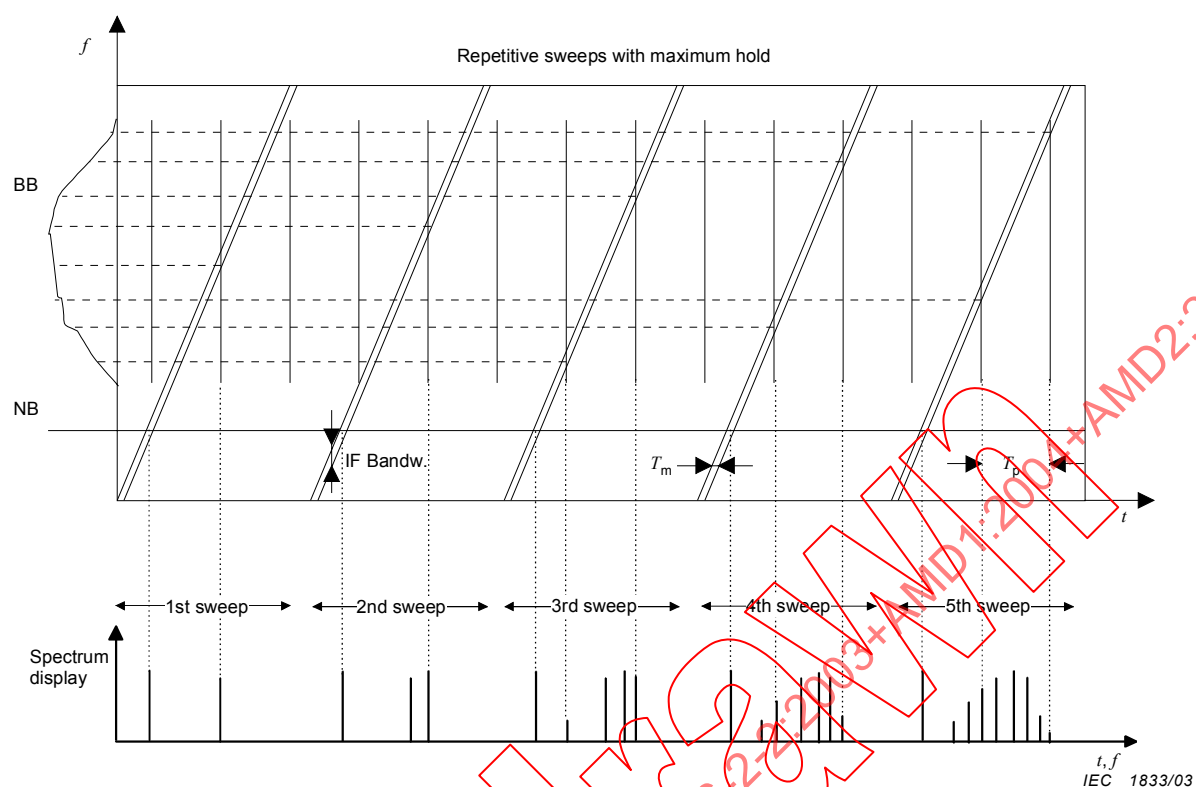


T_p est l'intervalle de répétition de l'impulsion d'un signal en impulsion. Une impulsion se produit à chaque ligne verticale en fonction de l'échelle de temps de l'affichage (partie supérieure de la figure).

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.

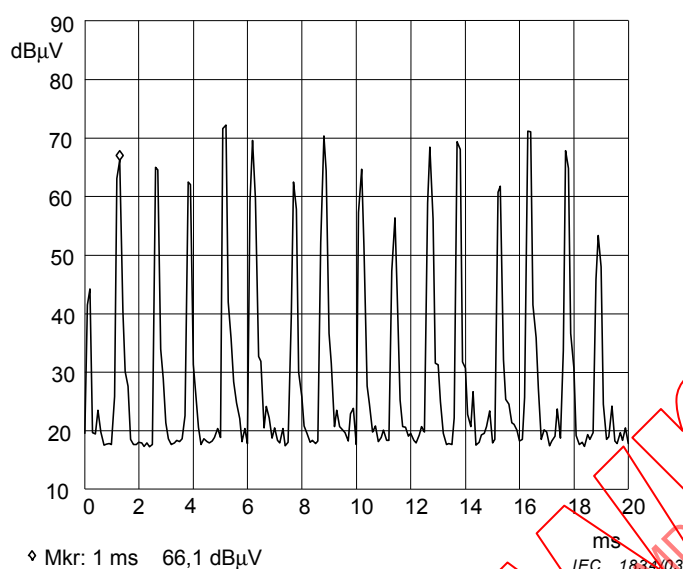


T_p is the pulse-repetition interval of the impulsive signal. A pulse occurs at each vertical line of the spectrum-vs.-time display (upper part of the figure).

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.

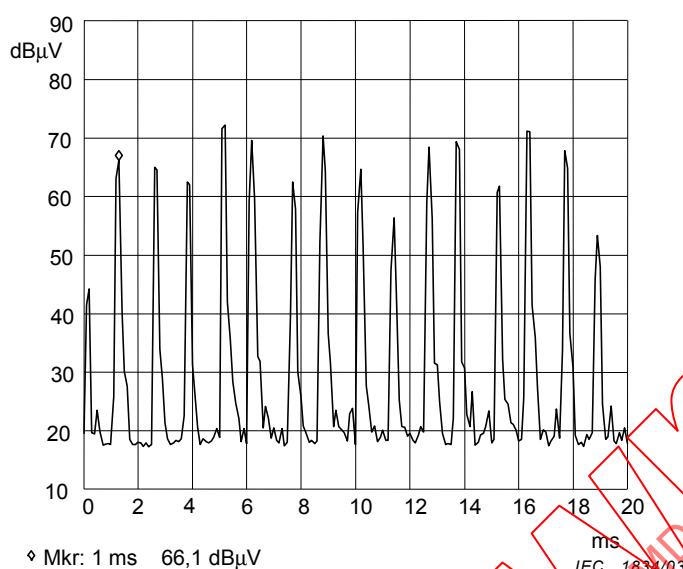


Perturbation d'un collecteur de moteur à courant continu: compte tenu du nombre de segments du collecteur, la fréquence de répétition des impulsions est élevée (environ 800 Hz) et l'amplitude des impulsions varie fortement. En conséquence, pour cet exemple, le temps de mesure (de maintien) avec un détecteur 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 utilisée pour un échantillonnage du spectre d'émission. Dans ce cas la connaissance du type de perturbation est utilisée pour dessiner une courbe en lignes brisée 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.

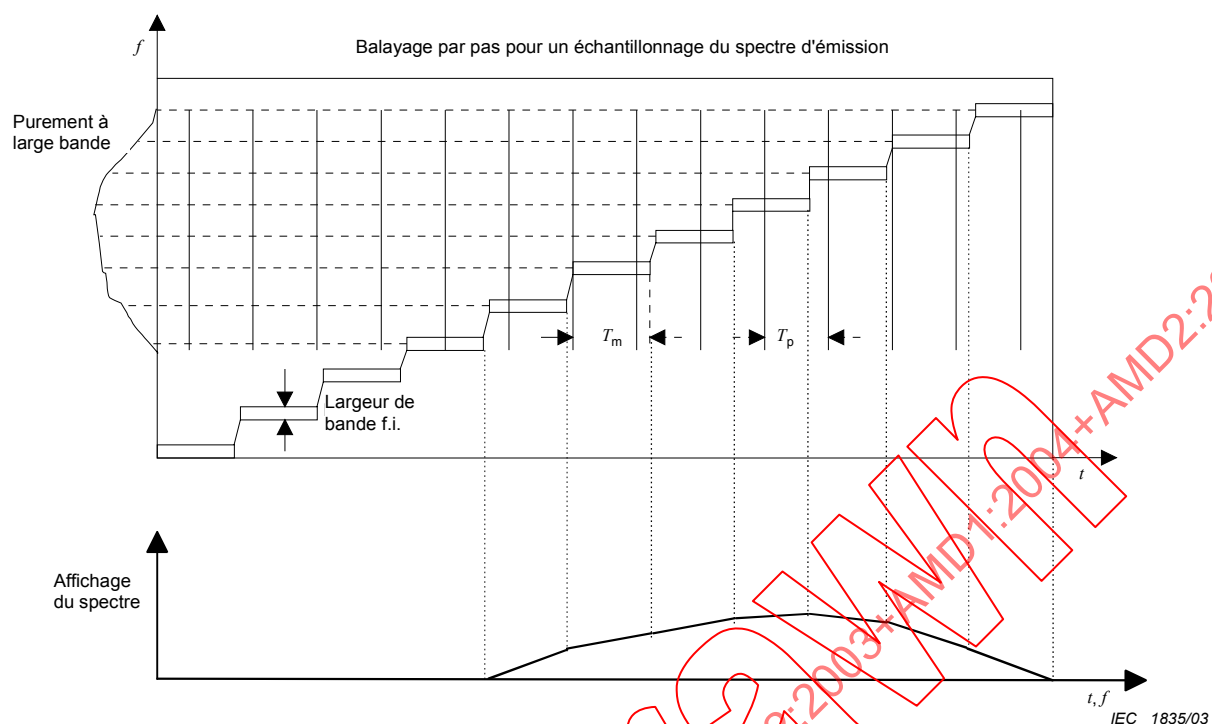


Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier

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.

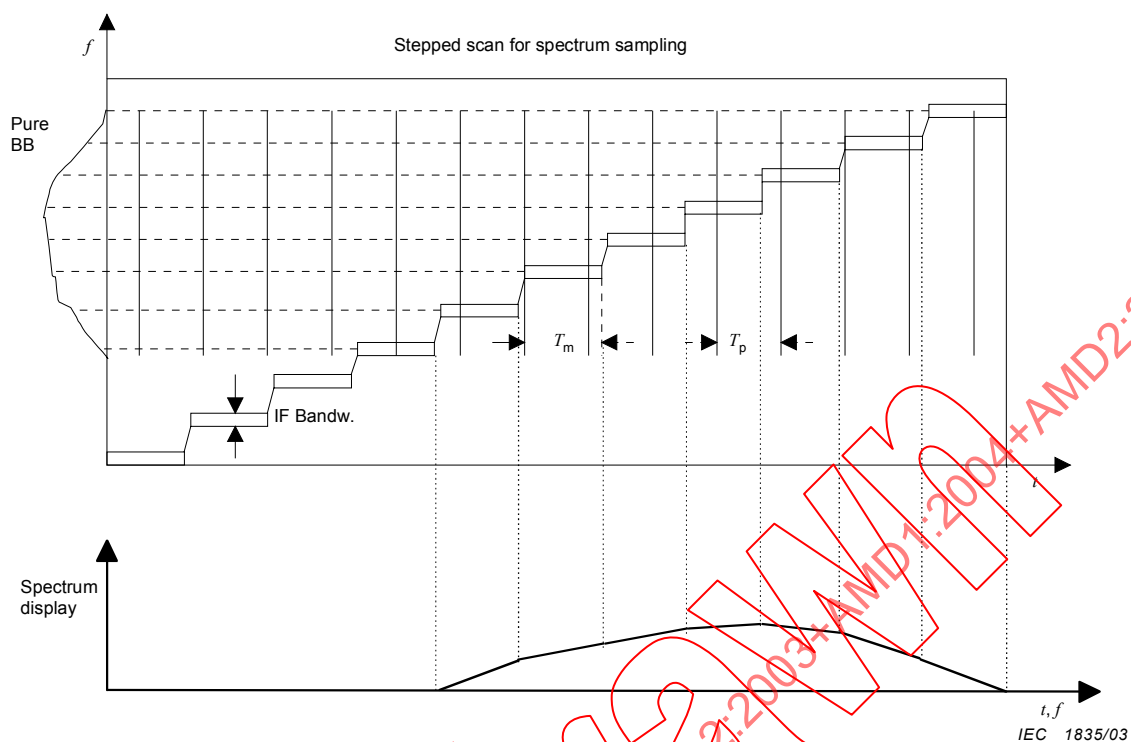


Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver

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.

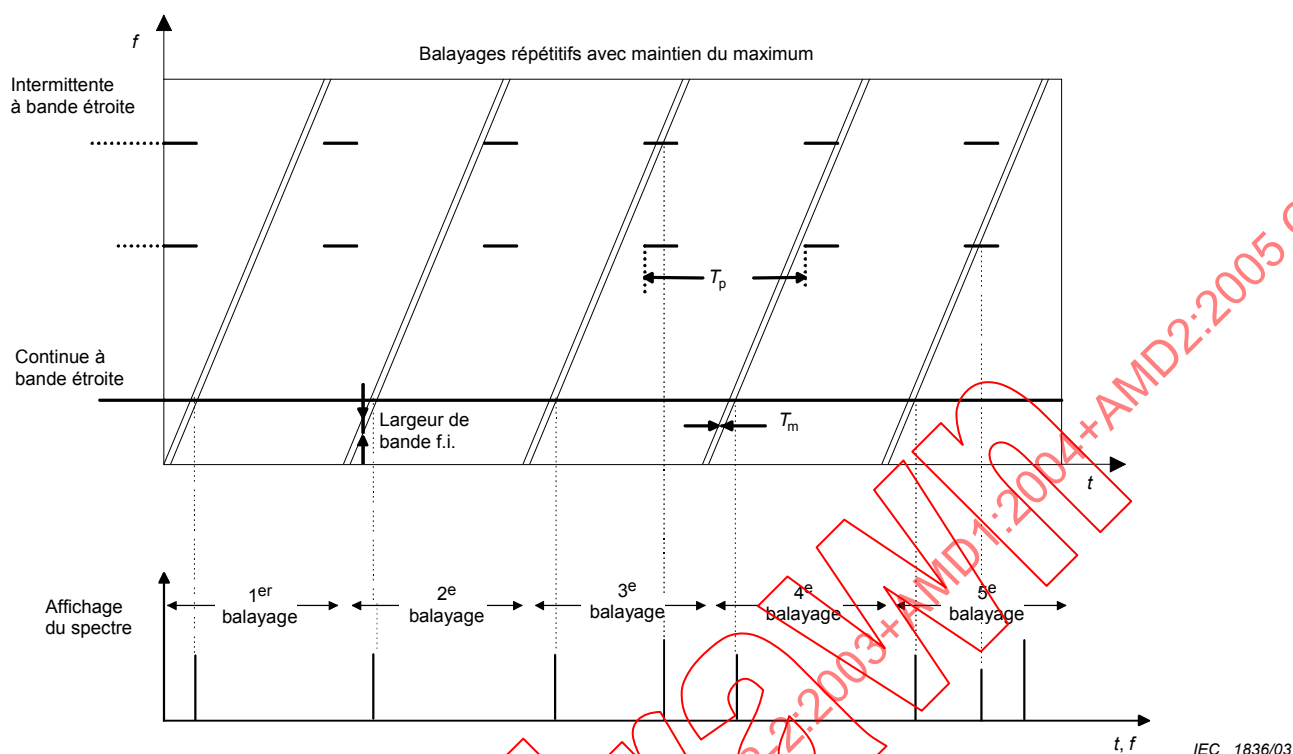


Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction "maintien du maximum" pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission

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.

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 Mesures à l'aide d'une pince absorbante

7.1 Introduction

Pour les petits appareils en essai (EUTs) raccordés uniquement par un cordon d'alimentation ou un autre type de câble, la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM) offre une alternative à la méthode de mesure des émissions rayonnées. L'ACMM détermine la puissance perturbatrice en utilisant une pince absorbante. Les avantages de l'ACMM par rapport à l'essai d'émission rayonnée sont principalement la réduction du temps de mesure et la réduction du coût du site d'essai.

L'ACMM se base sur la reconnaissance du fait que les émissions rayonnées provenant d'appareils de faible puissance électrique (voir 7.2.2) peuvent essentiellement être attribuées aux courants de mode commun circulant par exemple dans le cordon d'alimentation fixé à l'appareil. Le pouvoir perturbateur d'un appareil en essai ayant un câble externe peut être assimilé à la puissance qu'il pourrait fournir au câble se comportant comme une antenne rayonnante. Cette puissance est supposée être presque équivalente à celle fournie par l'appareil en essai à la pince absorbante placée autour du câble en essai (LUT) à l'endroit où le courant de mode commun mesuré est maximal. Il n'existe pas de modèle exact de l'ACMM. Cela rend difficiles les considérations d'incertitude et la comparaison entre la méthode de mesure des émissions rayonnées et l'ACMM. Le contexte historique de la pince absorbante est décrit en détail à l'Annexe A.

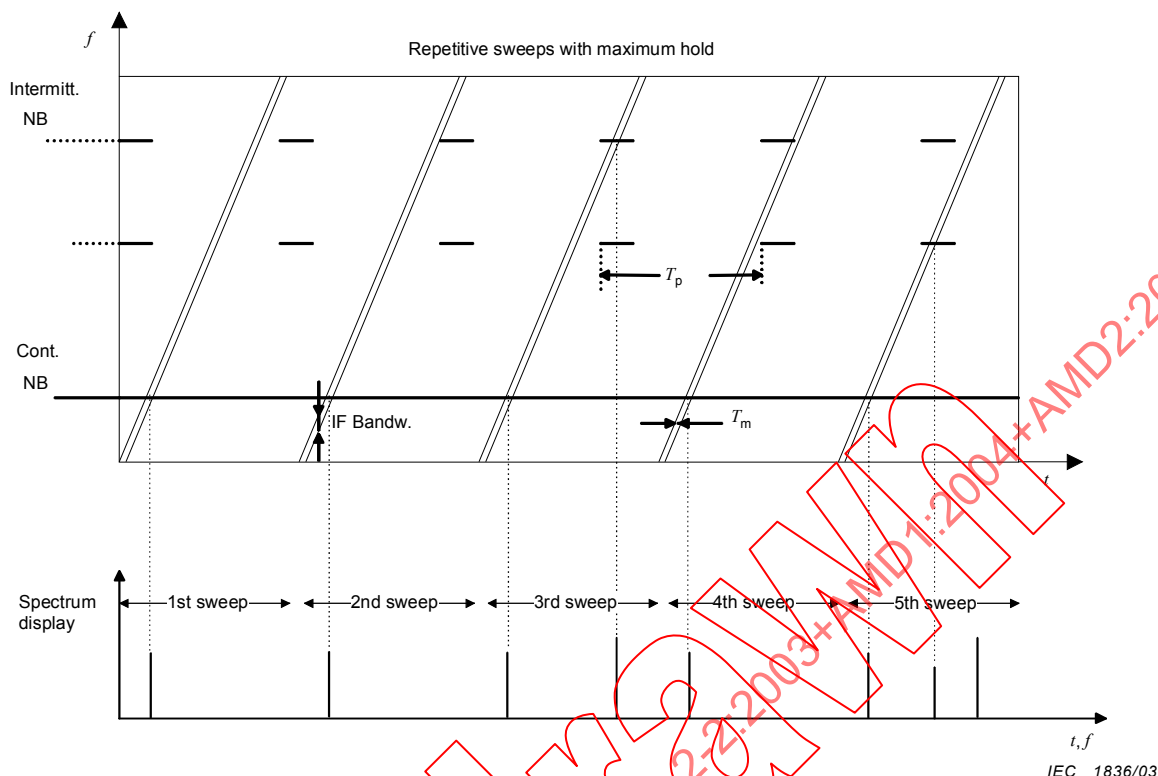


Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum

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.

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

7 Measurements using the absorbing clamp

7.1 Introduction

For small equipments under test (EUTs) connected only by one mains lead, or another type of lead, the absorbing clamp measurement method (ACMM) offers an alternative to the radiated emission measurement method. The ACMM determines the disturbance power by using an absorbing clamp. The advantages of the ACMM with respect to the radiated emission test are mainly the reduced measurement time and reduced cost of the test site.

The basis of the ACMM is the recognition that radiated emissions from electrically small equipment (see 7.2.2) can primarily be attributed to common mode currents flowing on e.g., the mains lead attached to the equipment. The disturbance potential of an EUT having one external lead may be taken as the power it could supply to its lead acting as a radiating antenna. This power is assumed to be nearly equal to that supplied by the EUT to the absorbing clamp placed around the lead under test (LUT) at the position where the measured common mode current is maximum. An exact model of the ACMM is not available. This makes the uncertainty considerations and the comparison between the radiated emission measurement method and the ACMM difficult. The historical background of the absorbing clamp is described in detail in Annex A.

Le présent article établit les exigences générales relatives à la mesure de la puissance perturbatrice produite au niveau des câbles d'un appareil en essai. Pour des produits spécifiques, des procédures de mesure et des conditions de mise en œuvre plus spécifiques peuvent être nécessaires. Les limitations de l'ACMM sont indiquées en 7.2. Les méthodes d'étalonnage et de validation relatives à l'ACMM sont données à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3. Les considérations d'incertitude de mesure instrumentale de l'ACMM sont décrites dans la CISPR 16-4-2.

7.2 Application de la méthode de mesure par pince absorbante

L'applicabilité (domaine d'application) de cette ACMM est limitée. Il appartient aux comités de produits de décider de l'applicabilité de l'ACMM à certaines catégories de produits, en prenant en compte les limitations données dans les paragraphes suivants. La procédure précise de mesure et son applicabilité doivent être spécifiées pour chaque catégorie de produits dans la norme de produit.

7.2.1 Gamme de fréquences

L'ACMM décrite dans le présent article peut être appliquée pour mesurer la puissance perturbatrice d'un appareil en essai entre 30 MHz et 1 000 MHz.

7.2.2 Dimensions d'un module d'un équipement en essai

Le module d'un équipement en essai est constitué du boîtier de l'équipement en essai sans ses câbles d'interconnexion. L'ACMM est plus précise pour les modules dont les dimensions sont typiquement inférieures au quart de la longueur d'onde de la fréquence mesurée la plus élevée et dont un ou plusieurs câbles constituent la source principale du rayonnement perturbateur. Si les dimensions du module en essai se rapprochent du quart de la longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus élevée, alors il est possible que le module en essai produise un rayonnement direct. Dans ce cas, l'ACMM peut ne pas être adaptée à l'évaluation de l'ensemble des propriétés de rayonnement de l'appareil en essai. En général, cette méthode est surtout utile pour les appareils en essai de petite taille, et dans la gamme de fréquences comprise entre 30 MHz et 300 MHz. L'ACMM est applicable à la fois aux appareils portatifs et à ceux destinés à reposer sur le sol.

7.2.3 Exigences relatives au LUT

Initialement, l'ACMM s'applique aux appareils en essai munis d'un cordon d'alimentation unique (voir Annexe A). Lorsque l'appareil en essai a des câbles externes autres que le cordon d'alimentation, ces câbles peuvent également rayonner des perturbations. Ces câbles auxiliaires peuvent être raccordés à un module auxiliaire. L'ACMM peut également être utilisée pour mesurer ces câbles. La contribution perturbatrice de tels câbles auxiliaires raccordés à un matériel auxiliaire dépend de la longueur du câble auxiliaire par rapport à la longueur d'onde. Si la longueur du câble auxiliaire est supérieure à une demi-longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus élevée, la contribution de ce câble auxiliaire doit alors être prise en compte dans la procédure de mesure. Les normes de produits doivent donner des informations spécifiques sur le traitement des câbles auxiliaires (comme l'extension en longueur de ces câbles), ainsi que le montage de ces câbles auxiliaires et du matériel auxiliaire, afin de permettre la reproductibilité de la mesure des perturbations.

Si le câble auxiliaire est fixé en permanence à l'appareil et au matériel auxiliaire et si la longueur du câble auxiliaire est inférieure à une demi-longueur d'onde de la fréquence la plus élevée, alors les mesures sur ces câbles ne sont pas nécessaires.

7.3 Exigences relatives à l'instrumentation de mesure et au site d'essai

Un schéma de l'ACMM est donné à la Figure 5. Les exigences suivantes s'appliquent aux différents éléments de l'instrumentation et au site d'essai.

This clause establishes the general requirements for the measurement of disturbance power produced at the leads of a EUT. For specific products, more specific measurement procedures and operating conditions may be necessary. The limitations of the ACMM are stated in 7.2. The calibration and validation methods related to the ACMM are given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. Measurement instrumentation uncertainty considerations on the ACMM are described in CISPR 16-4-2.

7.2 Application of the absorbing clamp measurement method

The applicability (scope) of this ACMM is limited. The applicability of the ACMM for certain categories of products shall be decided by the product committees, by taking into account the limitations given in the following subclauses. The precise measuring procedure and its applicability has to be specified for each category of products in the product standard.

7.2.1 Frequency range

The ACMM as described in this clause may be applied to measure the disturbance power of an EUT between 30 MHz and 1 000 MHz.

7.2.2 EUT unit dimensions

The EUT unit is the housing of the EUT without its connecting leads. The ACMM is most accurate for EUT units having dimensions typically smaller than a quarter of a wavelength of the highest measured frequency and with one or more leads as the main source of disturbance radiation. If the dimensions of the EUT unit approach a quarter of a wavelength of the highest measuring frequency, then direct radiation of the EUT unit may occur. Then, the ACMM may not be suitable to assess the full radiation properties of the EUT. In general, the method is most useful for small EUTs and in the frequency range of 30 MHz to 300 MHz. The ACMM is applicable to both tabletop and floor standing EUTs.

7.2.3 LUT requirements

Initially, the ACMM is applied for EUTs with a single mains lead (see Annex A). When the EUT has external leads other than a mains lead, also those leads can radiate disturbances. These auxiliary leads may be connected to an auxiliary unit. The ACMM can also be used to measure these leads. The disturbance contribution of such auxiliary leads connected to auxiliary apparatus depends on the length of the auxiliary lead with respect to the wavelength. If length of the auxiliary lead is larger than half a wavelength of the highest measurement frequency, then the contribution of this auxiliary lead shall be taken into account in the measurement procedure. Product standards shall give specific information on the treatment of auxiliary leads (like extension of these leads), the set-up of these auxiliary leads and auxiliary apparatus in order to enable reproducibility of the disturbance measurement.

If the auxiliary lead is permanently attached to the appliance and to the auxiliary apparatus and if the length of the auxiliary lead is less than a half wavelength at the highest frequency, then measurements are not to be made on these leads.

7.3 Requirements for measurements instrumentation and test site

A schematic drawing of the ACMM is given in Figure 5. The following requirements apply for the various parts of the instrumentation and for the test site.

7.3.1 Récepteur de mesure

Le récepteur de mesure doit être conforme aux exigences de la CISPR 16-1-1. Dans le cas d'utilisation d'analyseurs de spectre ou de récepteurs à balayage, les recommandations données à l'Annexe B doivent être prises en considération.

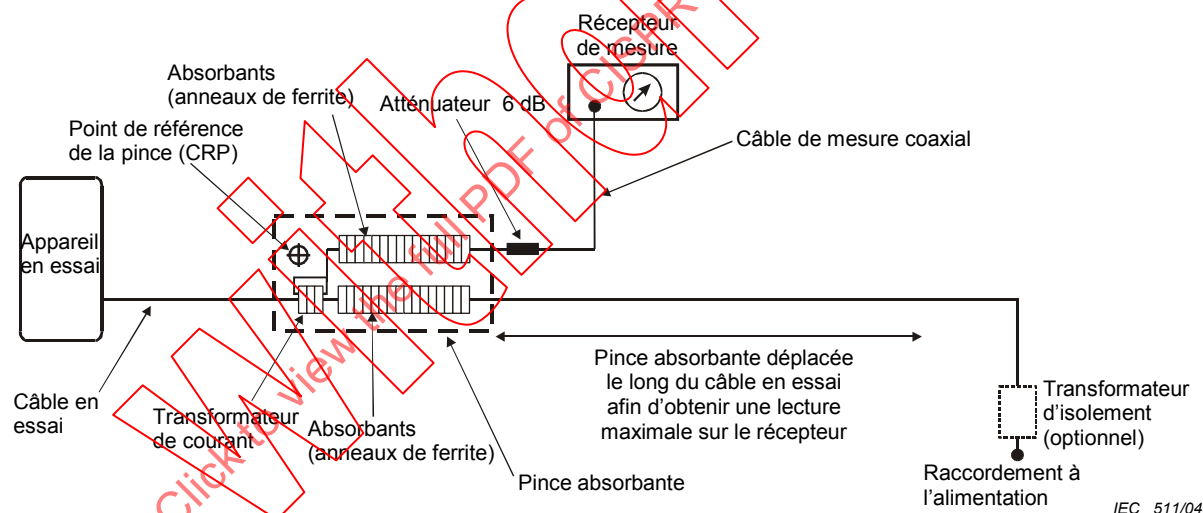
7.3.2 Ensemble pince absorbante

L'ensemble pince absorbante se compose des éléments suivants:

- une pince absorbante (incluant en interne le transformateur de courant et des absorbants le long du LUT et du câble de mesure; voir Figure 5);
- un atténuateur de 6 dB;
- un câble de mesure.

L'ensemble pince absorbante doit être conforme aux exigences données à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3. Le facteur de pince (CF) de cet ensemble pince absorbante doit être déterminé conformément à la procédure de mesure donnée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3. Les facteurs de découplage de l'ensemble pince absorbante doivent également être vérifiés conformément aux procédures de mesure données à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3.

Le point de référence de la pince (CRP) indique la position longitudinale du bord avant du transformateur de courant dans la pince. Ce point de référence est utilisé pour définir la position de la pince pendant la procédure de mesure. Le CRP doit être indiqué sur le boîtier extérieur de la pince absorbante.



NOTE 1 L'atténuateur de 6 dB et le câble de mesure font partie intégrante de la pince absorbante et il faut les étalonner ensemble.

NOTE 2 L'atténuateur de 6 dB peut être incorporé dans la pince absorbante.

Figure 5 – Schéma de la méthode de mesure par pince absorbante

7.3.1 Measuring receiver

The measuring receiver shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1. When using spectrum analyzers or scanning receivers, the recommendations given in Annex B shall be considered.

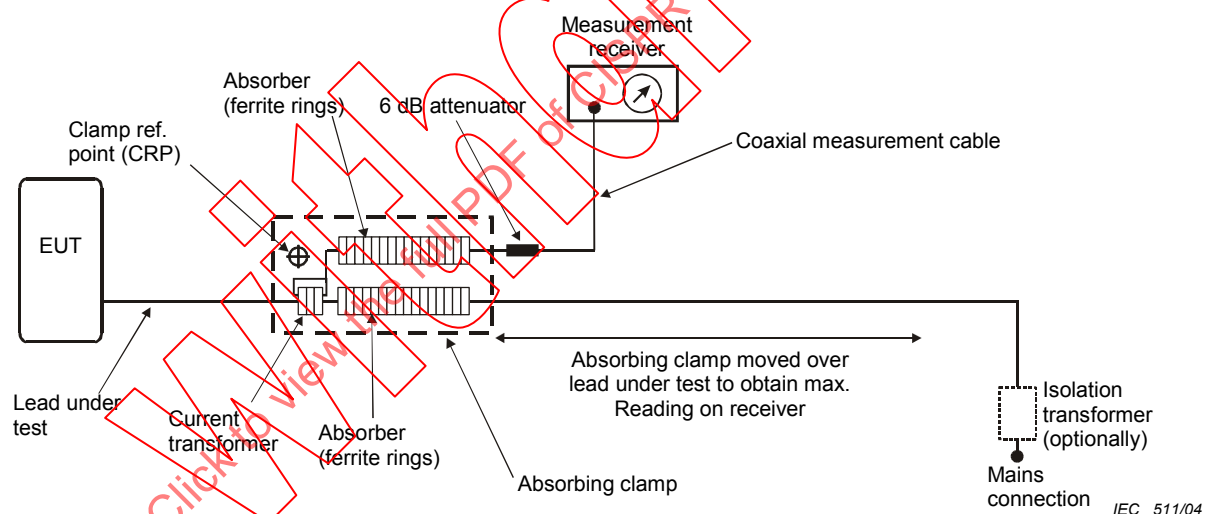
7.3.2 Absorbing clamp assembly

The absorbing clamp assembly consists of the following parts:

- absorbing clamp (includes internally the current transformer and absorbers along the LUT and measurement cable; see Figure 5);
- 6 dB attenuator;
- measurement cable.

The absorbing clamp assembly shall comply with the requirements given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. The clamp factor (CF) of this absorbing clamp assembly shall be determined in accordance with the measurement procedure given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. Also the decoupling factors of the absorbing clamp assembly shall be checked in accordance with the measurement procedures given in Clause 4 of CISPR 16-1-3.

The clamp reference point (CRP) indicates the longitudinal position of the front edge of the current transformer within the clamp. This reference point is used to define the position of the clamp during the measurement procedure. The CRP shall be indicated on the outside housing of the absorbing clamp.



NOTE 1 The 6-dB attenuator and the measurement cable are integral parts of the absorbing clamp and shall be calibrated together.

NOTE 2 The 6-dB attenuator may be located inside the absorbing clamp unit.

Figure 5 – Schematic drawing of the absorbing clamp measurement method

7.3.3 Exigences relatives au site d'essai au moyen d'une pince absorbante

Le site d'essai au moyen d'une pince absorbante (ACTS) est un emplacement utilisé pour l'application de l'ACMM. L'ACTS est spécifié en détail à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3, et ses performances doivent être validées conformément à la procédure donnée dans la CISPR 16-1-3. L'ACTS peut être une installation intérieure ou extérieure et il inclut les éléments suivants (Figure 6):

- une table non métallique comme support de l'appareil en essai;
- la glissière de pince comme support du LUT et de la pince absorbante;
- un support mobile ou système à crochets pour le câble de mesure de la pince absorbante;
- des moyens auxiliaires comme une corde pour déplacer la pince absorbante.
- Les éléments de l'ACTS ci-dessus doivent être inclus dans la procédure de validation de l'ACTS.

L'extrémité la plus proche de la glissière de pince (sur le côté de l'appareil en essai) est désignée comme le point de référence de la glissière (SRP, voir Figure 6). Ce SRP est utilisé pour définir la distance horizontale jusqu'au CRP. Certaines des exigences relatives aux éléments de l'ACTS cités ci-dessus qui sont spécifiées en détail à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3 sont répétées ci-dessous dans un souci de commodité.

- a) La longueur de la glissière de pince doit garantir que la pince absorbante pourra être déplacée sur une distance telle que la puissance perturbatrice maximale soit mesurée à la fréquence la plus basse de 30 MHz. La longueur de la glissière de pince doit être de $(6 \pm 0,05)$ m.

NOTE 1 En théorie, la longueur de la glissière de pince est déterminée par la somme de la longueur de glissement maximale théorique (supérieure à une demi-longueur d'onde = 5 m à 30 MHz), la distance entre le SRP et le CRP (0,1 m), et la longueur de la pince absorbante (0,7 m) plus une marge pour la fixation des dispositifs de câbles à l'extrémité (0,1 m). Cela donne une longueur totale de 5,9 m pour la glissière de pince. Pour des raisons de reproductibilité, la longueur de la glissière de pince est fixée à 6 m (et non à 6 m au minimum).

- b) La longueur de cheminement de la pince absorbante doit être de 5 m. Par conséquent, le CRP doit se déplacer sur une distance comprise entre 0,1 m et 5,1 m depuis le SRP.
- c) La hauteur de la glissière de pince doit être de $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ à la fois pour les appareils portatifs et pour ceux destinés à reposer sur le sol. Par conséquent, la hauteur du LUT doit être proche de 0,8 m au-dessus du sol du site. Cela implique qu'à l'intérieur de la pince absorbante, la hauteur du LUT au-dessus du sol sera supérieure de quelques centimètres.
- d) La table supportant l'appareil en essai, la glissière de pince et les moyens auxiliaires (corde) doivent être non réfléchissants et non conducteurs, et leurs propriétés diélectriques doivent être proches de celles de l'air. De cette manière, ces éléments (support de l'appareil en essai, glissière de pince et autres moyens auxiliaires proches de l'appareil en essai et du LUT) sont transparents (neutres) d'un point de vue électromagnétique. A part les propriétés du matériau, la quantité de matériau (épaisseur et assemblage) joue également un rôle. Généralement, le bois sec est un matériau adéquat pour la construction de la table supportant l'appareil en essai et de la glissière de pince entre 30 MHz et 300 MHz.

NOTE 2 Les exigences et les méthodes de validation pour les supports de positionnement de l'appareil en essai et les mâts d'antenne sont présentés dans la CISPR 16-1-3 Ed.2¹. Il est suggéré d'utiliser un matériau de permittivité relative $\epsilon_r < 1,5$. L'influence du matériau et l'assemblage de la table supportant l'appareil en essai et de la glissière de pince peuvent être significatifs aux fréquences supérieures à 300 MHz. Se référer à la CISPR 16-1-3 Ed.2 pour des informations et indications supplémentaires.

¹ CISPR 16-1-3:2004, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice*

7.3.3 Absorbing clamp test site requirements

The absorbing clamp test site (ACTS) is a site that is used for application of the ACMM. The ACTS is specified in detail in Clause 4 of CISPR 16-1-3, and its performance shall be validated in accordance with the procedure given in CISPR 16-1-3. The ACTS can be either an outdoor or indoor facility and includes the following elements (Figure 6):

- a non-metallic table for support of the EUT unit;
- the clamp slide to support the LUT and the absorbing clamp;
- a moveable support or hook system for the absorbing clamp measurement cable;
- auxiliary means such as a rope to move the absorbing clamp.

The above ACTS elements shall be included in the ACTS validation procedure.

The near end of the clamp slide (at the side of the EUT) is denoted as the slide reference point (SRP, see Figure 6). This SRP is used to define the horizontal distance to the CRP. Some of the requirements for the above mentioned elements of the ACTS that are specified in detail in Clause 4 of CISPR 16-1-3 are repeated below for convenience.

- a) The length of the clamp slide shall ensure that the absorbing clamp can be moved over such a distance that the maximum disturbance power is measured at the lowest frequency of 30 MHz. The length of the clamp slide shall be $(6 \pm 0,05)$ m.

NOTE 1 In theory, the length of the clamp slide is determined by the sum of the theoretical maximum scanning length (over a half wavelength = 5 m at 30 MHz), the distance between the SRP and the CRP (0,1 m), and the length of the absorbing clamp (0,7 m) and a margin to accommodate lead fixtures at the end (0,1 m). This gives a total length of 5,9 m for the clamp slide. For reproducibility reasons, the length of clamp slide is fixed to 6 m (and not minimally 6 m).

- b) The scanning distance of the absorbing clamp shall be 5 m. Consequently, the CRP shall move between 0,1 m and 5,1 m from the SRP.
- c) The height of the clamp slide shall be $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ for both tabletop and floor standing EUTs. Consequently, the height of the LUT shall be nearly 0,8 m above the floor of the site. It should be noted that within the absorbing clamp, the height of the LUT above the floor will be a few centimetres larger.
- d) The EUT table, the clamp slide and the auxiliary means (rope) shall be non-reflecting, non-conducting and the dielectric properties shall be close to the dielectric properties of air. In this way, these items (EUT table, clamp slide and other auxiliary means close to the EUT and LUT) are electromagnetically transparent (neutral). In addition to material properties, the material (thickness and construction) is of importance as well. Typically, dry wood is an adequate material for the construction of the EUT table and the clamp slide between 30 MHz and 300 MHz.

NOTE 2 The requirements and validation methods for EUT positioning tables and antenna masts are presented in CISPR 16-1-3 Ed.2¹. It is suggested to apply material with a relative permittivity $\epsilon_r < 1,5$. The influence of the material and construction of the EUT table and the clamp slide may be significant for frequencies above 300 MHz. See CISPR 16-1-3 Ed.2 for further information and guidance.

¹ CISPR 16-1-3:2004, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power*

7.4 Exigences d'environnement ambiant

Le niveau de bruit ambiant présent au niveau de l'ACTS doit être conforme aux exigences données en 6.1.

La puissance perturbatrice ambiante doit être évaluée conformément à 7.8.1. Le niveau de bruit ambiant doit être d'au moins 6 dB inférieur à la limite applicable.

7.5 Exigences relatives aux câbles de l'appareil en essai

La puissance perturbatrice doit être mesurée pour chacun des câbles (voir également 7.2.3), un par un. La procédure de mesure est donnée en 7.8. Les exigences relatives aux câbles sont les suivantes.

7.5.1 Câble en essai

Le LUT doit avoir une longueur au moins égale à une demi-longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus basse, augmentée d'une longueur supplémentaire pour raccorder le câble à une prise d'alimentation électrique au sol. Cela signifie que la longueur du câble doit généralement être d'au moins 7,5 m.

NOTE 1 La longueur du câble est déterminée par la longueur minimale de la glissière de pince de 6 m + 1 m (chute du LUT au sol) plus une marge de 0,5 m = 7,5 m. Une longueur supplémentaire peut être requise pour la partie du LUT comprise entre l'appareil en essai et le point de référence de la pince.

NOTE 2 En général, les câbles d'origine raccordés à l'appareil en essai ont une longueur bien inférieure à 7,5 m, et il faut que le câble soit rallongé ou complètement remplacé par un câble de la longueur requise et du même type et de même conception que le câble d'origine de l'appareil en essai. La prolongation des câbles n'est généralement pas réalisable en pratique, parce qu'en général les raccords ne passent pas au travers de la pince absorbante.

NOTE 3 Le type de distribution basse tension peut différer d'un pays à l'autre, et les laboratoires d'essai peuvent avoir différentes topologies de réseau ou différentes philosophies de raccordement de l'alimentation électrique. Pour certains appareils en essai, les propriétés de perturbation peuvent dépendre fortement du type de raccordement de l'alimentation électrique. Le raccordement de l'alimentation électrique peut être asymétrique (phase à terre) ou symétrique (à l'aide d'un transformateur d'isolement). Cela peut expliquer les problèmes de reproductibilité notoire. On notera ici que ces problèmes de reproductibilité « induits par le raccordement de l'alimentation électrique » sont génériques. Il ne s'agit pas spécifiquement d'un problème lié à l'ACMM. Le problème de la reproductibilité peut être évalué en utilisant un raccordement à l'alimentation électrique au travers d'un transformateur d'isolement.

7.5.2 Câbles non soumis à l'essai

Si l'appareil en essai a plus d'un câble (voir 7.2.3), les câbles non soumis à la mesure (y compris le matériel auxiliaire raccordé) doivent être retirés, si le fonctionnement du matériel le permet, lorsque les mesures sont effectuées sur un autre câble. On doit isoler les câbles que l'on ne peut pas retirer au moyen d'un dispositif absorbant en mode commun (CMAD). Un CMAD peut être constitué d'un certain nombre d'anneaux de ferrite absorbants ou d'un autre dispositif absorbant, placés autour du câble à proximité immédiate du boîtier de l'appareil en essai. Les câbles isolés doivent être placés près de l'appareil en essai sur la table supportant l'appareil en essai. Les exigences de performance relatives au CMAD sont à l'étude.

7.6 Exigences relatives au montage d'essai

7.6.1 Généralités

Les exigences générales relatives au montage d'essai suivantes s'appliquent:

- a) Le montage d'essai de l'appareil en essai et le LUT sur l'ACTS sont représentés sur les Figures 6 et 7;

7.4 Ambient requirements

The ambient noise level present at the ACTS shall comply with the requirements given in 6.1.

The ambient disturbance power shall be evaluated in accordance with 7.8.1. The ambient noise level shall be at least 6 dB below the applicable limit.

7.5 EUT leads requirements

The disturbance power shall be measured for each of the leads (see also 7.2.3), one at a time. The measurement procedure is given in 7.8. The requirements for the leads are as follows.

7.5.1 Lead under test

The length of the LUT shall be at least a half-wavelength at the lowest frequency of measurement, plus an additional length to connect the lead to a mains connection on the floor. This means that the lead length shall be typically at least 7,5 m.

NOTE 1 The lead length is determined by the minimum length of the clamp slide $6\text{ m} + 1\text{ m}$ (drop of the LUT to floor) + 0,5 m margin = 7,5 m. Additional length may be required for the LUT section between the EUT and the clamp reference point.

NOTE 2 In general, the original leads connected to the EUT are much shorter than 7,5 m, and the lead must be extended or completely replaced by a lead of the required length and of the same type and construction as the original lead of the EUT. Extension of leads is generally not practical, because in general the extension plugs will not pass through the absorbing clamp.

NOTE 3 The type of low voltage distribution may differ in different countries, and test laboratories may have different mains network topologies or different mains connection philosophies. For certain EUTs, the disturbance properties may depend very much on the type of mains connection. The mains connection may be asymmetric (phase to ground) or symmetric (using an isolation transformer). This may be the reason for significant reproducibility problems. It is noted here that these 'mains-connection induced' reproducibility problems are generic, and are not specific to the ACMM. The reproducibility problem can be evaluated by connection of the mains through an isolating transformer.

7.5.2 Leads not under test

If the EUT has more than one lead (see 7.2.3), the leads that are not subject to measurement (including the connected auxiliary apparatus) shall be removed if operationally possible, at the time when another lead is measured. A lead that cannot be removed shall be isolated by means of a common-mode absorbing device (CMAD). A CMAD may consist of a number of lossy ferrite rings or another absorbing device put around the lead immediately adjacent to the housing of the EUT. The isolated leads shall be positioned near the EUT on the EUT table. The performance requirements for the CMAD are under consideration.

7.6 Test set-up requirements

7.6.1 General

The following general requirements for the test set-up apply:

- a) the test set-up of the EUT and the LUT on the ACTS are shown in Figures 6 and 7;

- b) La distance entre le montage d'essai de la pince (appareil en essai, LUT, pince) et tout objet (y compris personnes, parois et plafond, à l'exclusion du sol) doit être d'au moins 0,8 m;
- c) La configuration de l'ACTS doit être la même que pendant la vérification des performances de l'ACTS.

7.6.2 Montage d'essai de l'appareil en essai

Le montage d'essai de l'appareil en essai doit être conforme aux exigences suivantes:

- a) l'appareil en essai doit être placé sur une table support. La hauteur de la table doit être de $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ pour les appareils en essai. La hauteur du support pour les appareils destinés à reposer principalement sur le sol doit être de $(0,1 \pm 0,01) \text{ m}$;
- b) l'appareil en essai doit être placé sur la table dans sa position habituelle de fonctionnement, dans la mesure du possible. Le LUT doit être aligné en direction du SRP de la glissière de pince. Dans le cas où une position habituelle d'usage n'est pas définie, l'appareil en essai doit alors être placé de telle sorte que son LUT soit aligné en direction de la glissière de pince. La distance entre le dispositif en essai et le SRP doit être aussi courte que possible.

NOTE Pour certains types de produits comme les machines à laver ou les cafetières, la position habituelle de fonctionnement est évidente. Cependant, pour des produits comme les sèche-cheveux ou les perceuses, cela est moins évident et l'appareil en essai sera simplement posé sur la table. L'importance du présent paragraphe est d'améliorer la reproductibilité de l'essai. Les comités de produits peuvent décider de donner des indications particulières pour garantir un positionnement reproductible de l'appareil en essai.

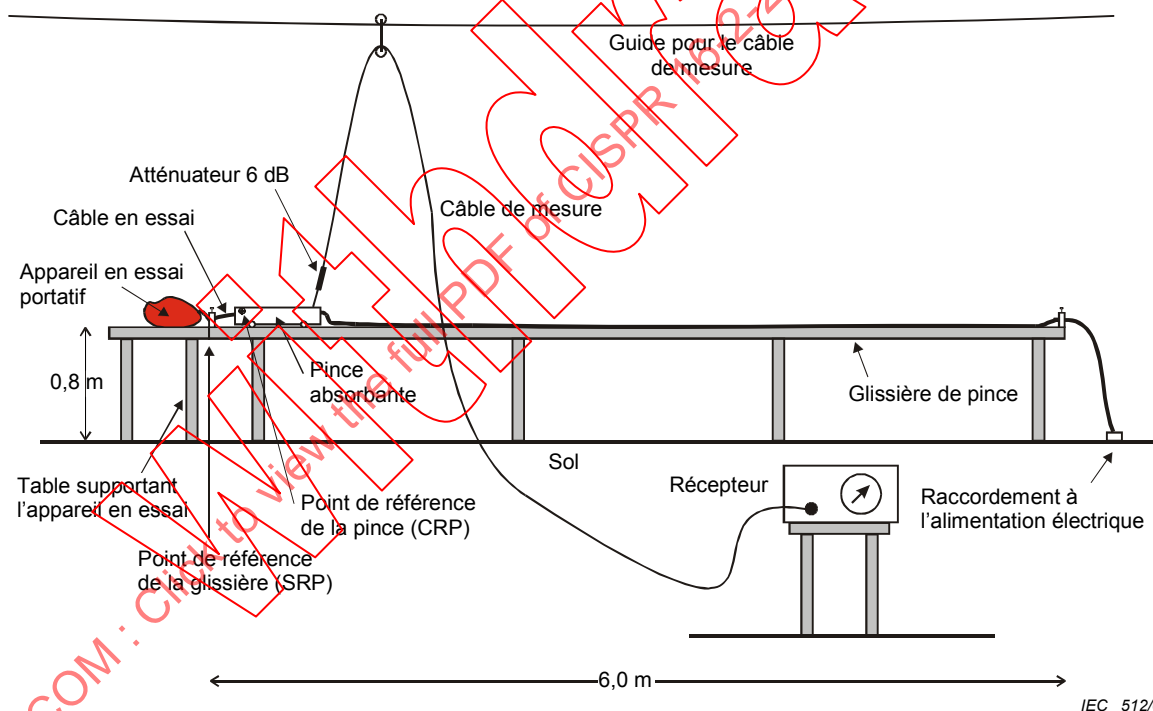


Figure 6 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai portatifs

IEC 512/04

- b) the distance between the clamp test set-up (EUT, LUT, clamp) and any objects (including persons, walls and ceiling, but floor excluded) shall be at least 0,8 m;
- c) the configuration of the ACTS shall be the same as during the ACTS performance validation.

7.6.2 EUT set-up

The set-up of the EUT shall comply with the following requirements:

- a) the EUT shall be placed on a support table. The height of the table shall be $0,8\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$ for table top EUTs. The support for equipment designed for use primarily on a floor, shall be $(0,1 \pm 0,01)\text{ m}$ high;
- b) the EUT shall be positioned on the EUT table in its normal operating position as far as possible. The LUT shall run directly towards the SRP of the clamp slide. In case a normal position is not defined, the EUT shall be positioned such that its LUT runs directly towards the clamp slide. The distance from EUT unit to the SRP shall be as short as possible.

NOTE For certain types of products like a washing machine or a coffee maker, the normal operating position is obvious. However, for products like a hairdryer or a drill, this is less obvious and the EUT will just be laid on the table. The importance of this subclause is to enhance the reproducibility of the test. Product committees may decide to give specific guidance to assure reproducible positioning of the EUT.

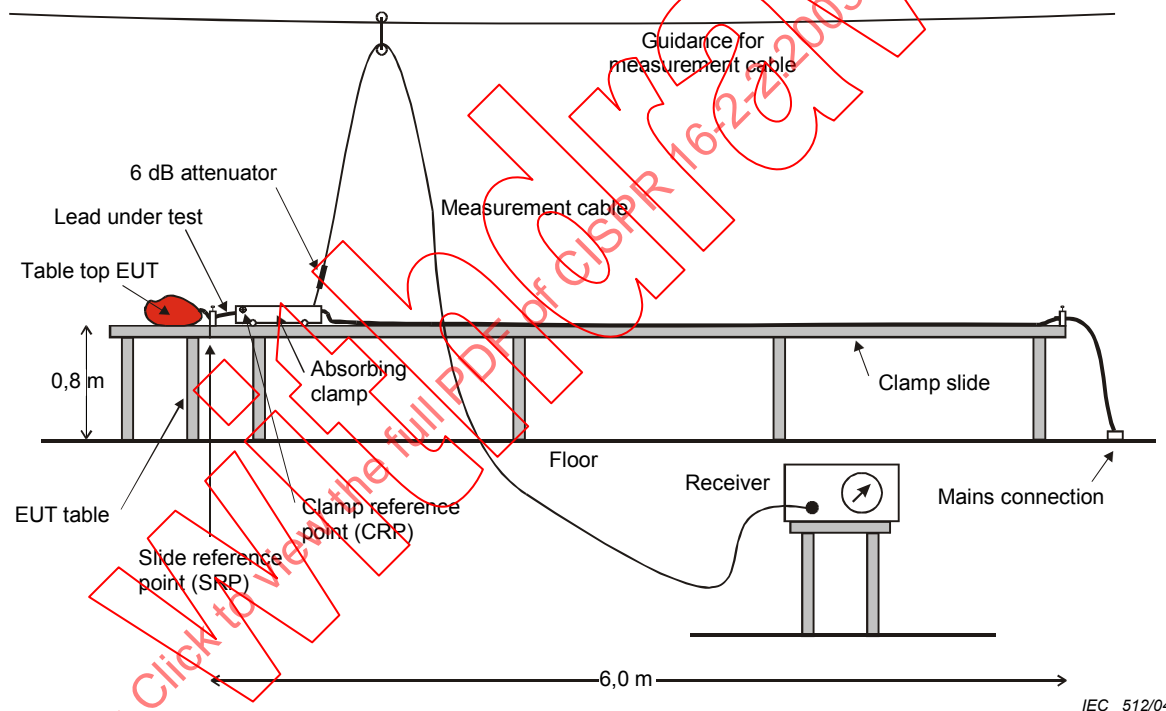


Figure 6 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for table top EUTs

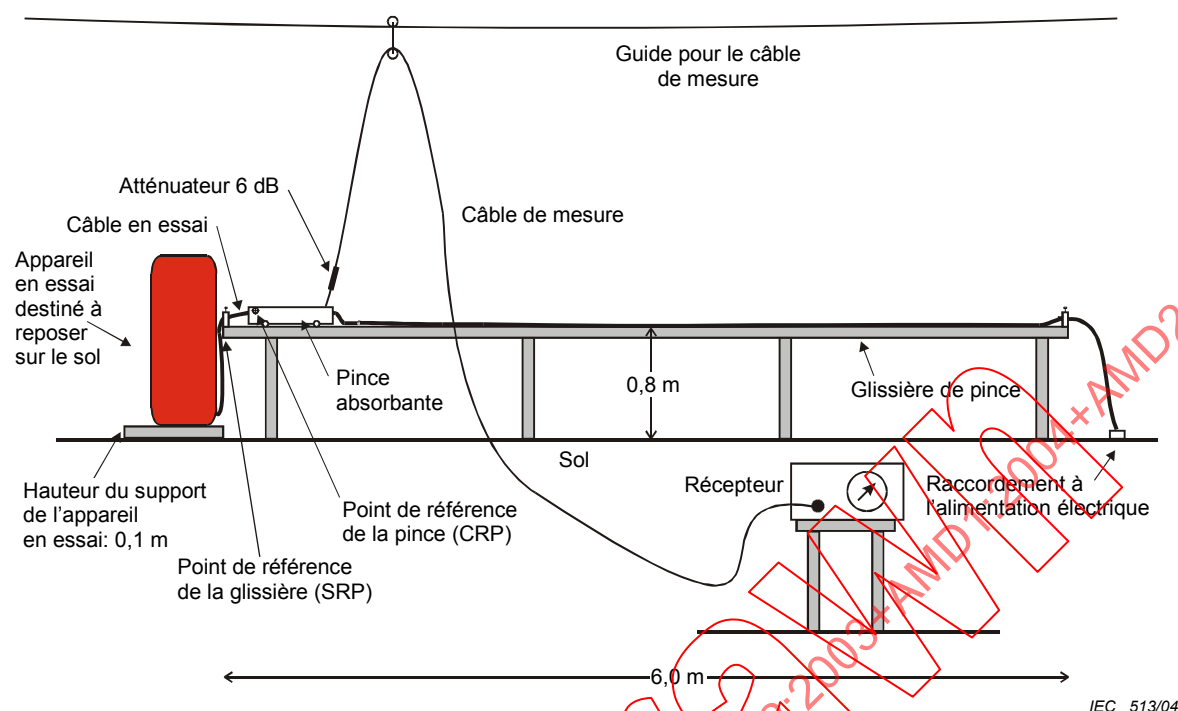


Figure 7 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai destinés à reposer sur le sol

7.6.3 Montage du câble en essai (LUT)

Le LUT est tendu horizontalement au-dessus de la glissière de pince, afin de permettre de faire varier la position de la pince absorbante le long du câble pour rechercher la valeur de puissance maximale. À l'extérieur de la pince absorbante, la hauteur du LUT au-dessus du sol doit être aussi proche que possible de 0,8 m. Pour une meilleure fixation du LUT au cours de la procédure de glissement de la pince, il convient de fixer le LUT aux extrémités de la glissière de pince à l'aide d'attaches rapides.

7.6.4 Pince absorbante

Les exigences de placement suivantes concernant la pince absorbante s'appliquent.

- La pince absorbante est placée autour du LUT, comme représenté à la Figure 6. La pince absorbante doit être placée sur la glissière de pince, le transformateur de courant faisant face à l'appareil en essai.
- Au cours du déplacement de la pince, la distance horizontale minimale entre le CRP et le SRP doit être de (10 ± 1) cm. Cette distance de 10 cm est nécessaire afin de s'adapter à différents types de pinces, en raison des différentes positions possibles du CRP. Les résultats d'essai dépendent fortement de cette position initiale. Pour des raisons de reproductibilité, il est essentiel d'inclure cette spécification supplémentaire afin de s'assurer que toutes les positions initiales pourront être identiques.
- Le LUT doit être maintenu au centre de la pince absorbante à l'endroit du transformateur de courant, c'est-à-dire au niveau du CRP. La plupart des pinces disposent d'un support de centrage à cet effet.

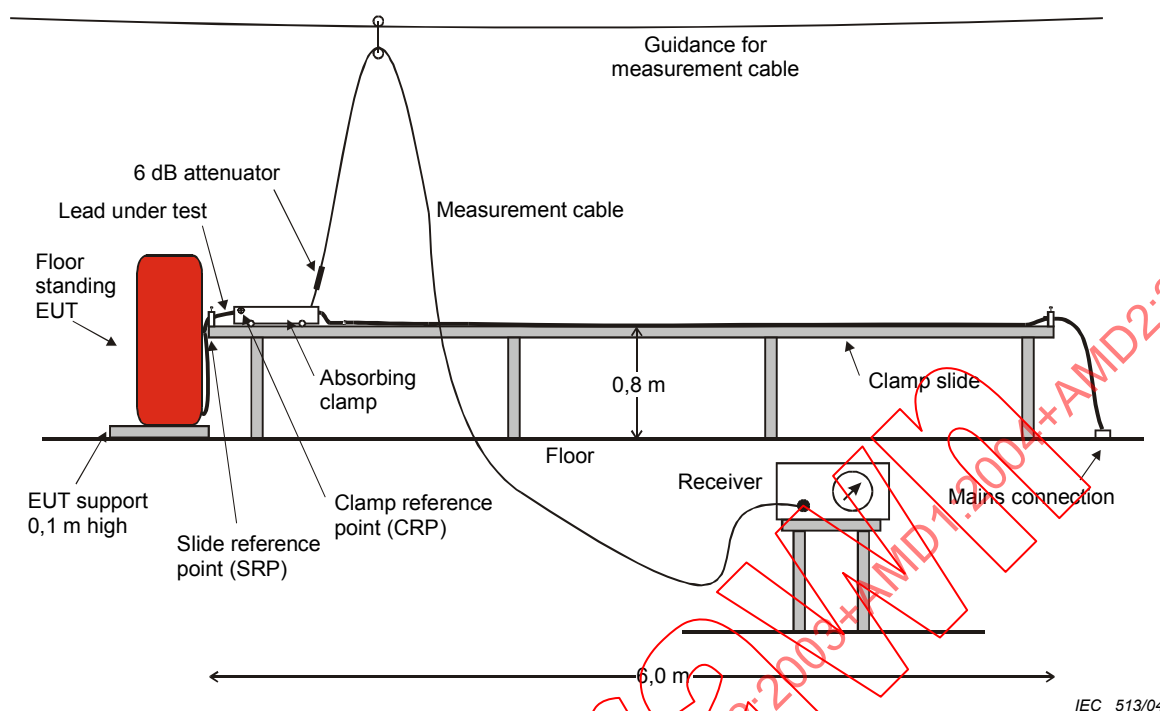


Figure 7 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for floor standing EUTs

7.6.3 LUT set-up

The LUT is positioned horizontally straight above the clamp slide, to permit variation of the position of the absorbing clamp along the lead to find the maximum reading. Outside the absorbing clamp, the height of the LUT above the floor shall be as close to 0,8 m as possible. For better attachment of the LUT during the clamp sliding procedure, it is convenient to fix the LUT at the near end and the far end of the clamp slide by using quick release locks.

7.6.4 Absorbing clamp

The following positioning requirements relating to the absorbing clamp apply.

- The absorbing clamp is placed around the LUT as shown in Figure 6. The absorbing clamp shall be positioned on the clamp slide with the current transformer facing the EUT.
- During the clamp scanning, the minimal horizontal distance between the CRP and the SRP shall be (10 ± 1) cm. This distance of 10 cm is required to accommodate different types of clamps, due to the possible different positions of the CRP. The test results very much depend on this initial position. For reproducibility purposes, it is essential to include this additional specification to ensure that all initial positions can be identical.
- The LUT shall be kept in the centre of the absorbing clamp at the location of the current transformer, i.e., at the CRP. Most clamps have a centering support for this purpose.

7.6.5 Câble de mesure

Le câble de mesure de la pince absorbante doit répondre aux exigences suivantes.

- a) Au cas où l'atténuateur de 6 dB n'est pas intégré dans l'ensemble pince absorbante, il est alors important de raccorder l'atténuateur externe de 6 dB près du connecteur de mesure de la pince. Noter que l'atténuateur de 6 dB doit être un atténuateur coaxial avec un rapport d'ondes stationnaires en tension (VSWR) de 1,12 et une tolérance maximale sur l'atténuation de $\pm 0,3$ dB (voir l'Article 4 de la CISPR 16-1-3).
- b) Le câble de mesure est raccordé au récepteur de mesure ou à l'analyseur de spectre.
- c) Le câble de mesure doit passer au-dessus d'une poulie de glissement, de telle sorte que le câble de mesure soit presque à angle droit avec la pince absorbante et ne touche pas le sol.

7.7 Conditions de fonctionnement de l'appareil en essai

Durant la réalisation des mesures de puissance perturbatrice, l'appareil en essai doit être mis en fonctionnement dans ses modes opératoires normaux, y compris le mode veille. Une procédure de pré-scrutation (7.8.2 a) est utilisée pour déterminer le mode de fonctionnement qui produit le niveau d'émission le plus élevé. Les conditions de fonctionnement général de l'appareil en essai données à l'Article 6 doivent être satisfaites. Des conditions supplémentaires spécifiques au produit peuvent être nécessaires. Le cas échéant, les conditions de fonctionnement spécifiques au produit doivent être précisées dans la norme de produit.

7.8 Procédure de mesure

7.8.1 Procédure de mesure de l'environnement ambiant

Les signaux ambiants doivent être mesurés avant l'essai réel sur l'appareil en essai à l'aide du LUT (le cordon d'alimentation ou, si cela n'est pas possible, un autre câble). Le pouvoir perturbateur ambiant est mesuré lorsque l'appareil en essai est hors tension. Les signaux ambiants doivent être mesurés alors que la pince absorbante est déplacée conformément à la procédure de scrutation finale décrite en 7.8.2 b). La puissance perturbatrice ambiante calculée à l'aide de l'Equation (4) doit être inférieure d'au moins 6 dB à la limite applicable.

7.8.2 Procédure de mesure de l'appareil en essai

Pour chaque câble raccordé à l'appareil en essai (voir 7.5), la procédure de mesure suivante doit être appliquée.

a) Pré-scrutation en position fixe

La pince doit être distante horizontalement de 0,1 m du SRP. L'appareil en essai doit être mis sous tension et les conditions de fonctionnement telles que précisées en 7.7. Pour cette position fixe et pour chacun des modes de fonctionnement correspondants de l'appareil en essai, un balayage en fréquence doit être réalisé afin de trouver les modes de fonctionnement qui produisent les niveaux d'émission les plus élevés. Dans le mode de fonctionnement pour lequel l'émission maximale se produit, la procédure de scrutation finale doit être réalisée. Un détecteur de crête peut être utilisé dans cette procédure de pré-scrutation. La procédure de pré-scrutation est également utilisée pour obtenir des informations sur le type de perturbations (bande étroite, large bande).

7.6.5 Measurement cable

The absorbing clamp measurement cable shall meet the following requirements.

- a) In case the 6 dB attenuator is not integrated into the absorbing clamp assembly, it is important to connect the separate 6 dB attenuator close to the measurement connector of the clamp. Note that the 6 dB attenuator shall be a coaxial attenuator with a maximum VSWR of 1,12 and a maximum attenuation tolerance of $\pm 0,3$ dB (see Clause 4 of CISPR 16-1-3).
- b) The measurement cable is connected to the measuring receiver or spectrum analyzer.
- c) The measurement cable shall run over a gliding pulley such that the measurement cable runs at almost a right angle to the absorbing clamp and does not touch the ground.

7.7 Operating conditions of the EUT

When measurements of the disturbance power are performed, the EUT shall be operated in its normal modes of operation, including the standby mode. A pre-scan procedure (7.8.2 a)) is used to determine the mode of operation that causes the highest emission. The general operating conditions of the EUT as given in Clause 6 shall be met. Additional product-specific conditions may be necessary. If applicable, product-specific operational conditions shall be specified in the product standard.

7.8 Measurement procedure

7.8.1 Ambient measurement procedure

Ambient signals shall be measured prior to the actual test of the EUT by using the LUT (the main lead, or, if not applicable, another lead). The ambient disturbance power is measured while the EUT is switched off. Ambient signals shall be measured while the absorbing clamp is moved in accordance with the final scan procedure described in 7.8.2 b). The ambient disturbance power calculated using Equation (4), shall be at least 6 dB below the applicable limit.

7.8.2 EUT measurement procedure

For each lead connected to the EUT (see 7.5), the following measurement procedure shall be applied.

- a) Pre-scan at a fixed position

The clamp shall be positioned at a horizontal distance of 0,1 m from the SRP. The EUT shall be switched on and the operating conditions shall be as specified in 7.7. For this fixed position and for each of the relevant operating modes of the EUT, a frequency scan shall be performed to find the operating modes that yield the highest emission levels. For the mode of operation at which the maximum emission occurs, the final-scan procedure shall be performed. A peak detector may be used in this pre-scan procedure. The pre-scan procedure is also used to gain information about the type of disturbances (narrowband, broadband).

b) Scrutation finale

La procédure pour la scrutation finale dépendra du type de perturbations rencontrées au cours de la pré-scrutation. On peut trouver des indications sur les procédures pour les perturbations bande étroite, large bande, continues et discontinues en 6.2 et 6.4 et dans la CISPR 14-1. En fonction du type de perturbations rencontrées au cours de la procédure de pré-scrutation, les deux procédures alternatives suivantes peuvent être appliquées pour la scrutation finale.

1) Mesure à des fréquences fixes et balayage de la pince en continu

La position du CRP de la pince absorbante le long du câble doit être modifiée continuellement sur une distance correspondant à au moins une demi-longueur d'onde (espace libre) de la fréquence considérée. Pour chaque fréquence, l'indication maximale obtenue sur le récepteur de mesure raccordé à la pince absorbante doit être déterminée. La vitesse de déplacement de la pince doit être telle que le temps de mesure à une certaine fréquence corresponde à un pas de déplacement de la pince inférieur à 1/15 de la longueur d'onde.

2) Mesure à des positions de pince fixes et scrutation du récepteur dans la bande de fréquences

Il peut être plus pratique de placer la pince absorbante le long de la glissière de pince à un nombre suffisant de positions discrètes en fonction de la fréquence supérieure considérée. Par exemple, un pas de déplacement de 0,02 m est suffisant si la fréquence maximale est de 1 000 MHz (le pas de déplacement représente 1/15 de la longueur d'onde). Le récepteur de mesure doit réaliser un balayage en fréquence pour chaque position de pince. Le récepteur de mesure doit conserver la valeur maximale lue pour toutes les positions. Un pas de déplacement constant le long de l'ensemble du câble en essai augmenterait le temps de mesure de façon significative. Dans la mesure où la distance entre l'appareil en essai et la pince absorbante augmente, un pas de déplacement progressif peut être utilisé. Cela réduit considérablement le nombre de pas. Les Tableaux 2 et 3 présentent les combinaisons d'échantillonnage qui peuvent être appliquées en fonction de la fréquence supérieure retenue. Une réduction supplémentaire du temps d'essai peut être obtenue en limitant le balayage en fréquence en fonction de la position de la pince. La limite supérieure de fréquence pour le récepteur peut être calculée à partir de la position de la pince qui correspond à une demi-longueur d'onde.

Tableau 2 – Combinaisons d'échantillonnage pour une mesure à la pince absorbante limitée à la fréquence supérieure de 300 MHz

Gamme de positions de la pince absorbante (CRP par rapport au SRP)	Pas de déplacement m	Nombre d'échantillons
SRP + 0,1 m à SRP + 0,40 m	0,06	5
SRP + 0,40 m à SRP + 0,90 m	0,10	5
SRP + 0,90 m à SRP + 1,8 m	0,15	6
SRP + 1,8 m à SRP + 3,0 m	0,20	6
SRP + 3,0 m à SRP + 5,1 m	0,30	8 (y compris le point d'extrémité)
Nombre total d'échantillons le long du câble en essai		30

b) Final scan

The procedure for the final scan will depend on the type of disturbance found during the pre-scan. Guidance on the procedures for narrowband, broadband, continuous and discontinuous disturbances can be found in 6.2 and 6.4 and in CISPR 14-1. Depending on the type of disturbance found during the pre-scan procedure, the following two alternative procedures can be applied for the final scan.

1) Measurement at fixed frequencies and clamp scanning continuously

The position of the CRP of the absorbing clamp along the lead shall be varied continuously over a distance corresponding to at least a half-wavelength (free space) of the frequency in question. At each frequency, the maximum indication obtained on the measurement receiver connected to the absorbing clamp shall be determined. The speed of movement of the clamp shall be such that the measurement time at a certain frequency corresponds to a distance step size of the clamp of less than 1/15 wavelength.

2) Measurement at fixed clamp positions and receiver scanning over the frequency band

It may be more convenient to position the absorbing clamp along the clamp slide at a sufficient number of discrete positions depending on the upper frequency applied. For instance, a distance step size of 0,02 m is sufficient if the maximum frequency is 1 000 MHz (step size is 1/15 wavelength). The measurement receiver shall perform a frequency scan at each clamp position. The measurement receiver shall maintain the maximum reading for all positions. A constant distance step size along the whole lead under test would increase the measurement time significantly. As the distance between the EUT and the absorbing clamp increases, a progressively larger step size may be used. This reduces the number of steps considerably. Tables 2 and 3 show the sample schemes that can be applied depending on the upper frequency used. A further reduction of test time may be achieved by limiting the frequency scan as a function of the position of the clamp. The upper frequency limit for the receiver can be calculated from the clamp position that corresponds to a half wavelength.

**Table 2 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement
with an upper frequency bound of 300 MHz**

Range of positions of the absorbing clamp (CRP with respect to the SRP)	Distance step size m	Number of samples
SRP + 0,1 m to SRP + 0,40 m	0,06	5
SRP + 0,40 m to SRP + 0,90 m	0,10	5
SRP + 0,90 m to SRP + 1,8 m	0,15	6
SRP + 1,8 m to SRP + 3,0 m	0,20	6
SRP + 3,0 m to SRP + 5,1 m	0,30	8 (incl. end point)
Total number of samples along lead under test		30

Tableau 3 – Combinaisons d'échantillonnage pour une mesure à la pince absorbante limitée à la fréquence supérieure de 1 000 MHz

Gamme de positions de la pince absorbante (CRP par rapport au SRP)	Pas de déplacement m	Nombre d'échantillons
SRP + 0,1 m à SRP + 0,2 m	0,02	5
SRP + 0,2 m à SRP + 0,4 m	0,04	5
SRP + 0,4 m à SRP + 0,8 m	0,05	8
SRP + 0,8 m à SRP + 1,4 m	0,10	6
SRP + 1,4 m à SRP + 3,0 m	0,20	8
SRP + 3,0 m à SRP + 5,1 m	0,30	8 (y compris le point d'extrémité)
Nombre total d'échantillons le long du câble en essai		40

7.9 Détermination de la puissance perturbatrice

A partir des données de mesure pour chacun des LUTs, la puissance perturbatrice doit être calculée à l'aide de l'équation (4). La puissance perturbatrice P correspondant à la tension maximale mesurée V à chaque fréquence d'essai est obtenue à l'aide du facteur de pince (CF) résultant de la procédure d'étalonnage de la pince absorbante décrite à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3.

$$P = V + CF \quad (4)$$

où

P est la puissance perturbatrice en dB(pW);

V est la tension mesurée en dB(μV);

CF est le facteur de pince en dB(pW/μV).

NOTE Le facteur de pince est déduit en incluant le facteur de 6 dB de l'atténuateur (voir 7.3.2).

7.10 Détermination de l'incertitude de mesure

Pour chaque installation de mesure par pince absorbante, la valeur réelle U_{lab} de l'incertitude de l'instrumentation de mesure doit être déterminée à l'aide des indications données dans la CISPR 16-4-2.

Il faut que les incertitudes de l'instrumentation de mesure soient prises en compte dans le critère de conformité (7.11) jusqu'à un certain niveau. Cela signifie que des incertitudes supérieures à une valeur admise U_{cispr} doivent être incorporées dans le critère de conformité. La valeur U_{cispr} pour la méthode d'essai par pince absorbante est de 4,5 dB (4.1 de la CISPR 16-4-2).

7.11 Critères de conformité

Pour chaque fréquence, on doit vérifier la conformité de la puissance perturbatrice P obtenue pour chacun des LUTs par rapport à la limite applicable P_L . Le critère de conformité doit incorporer la valeur additionnelle de l'incertitude de l'instrumentation de mesure $U_{cispr} = 4,5$ dB. Des indications sur l'application du critère de conformité sont données dans la CISPR 16-4-2.

**Table 3 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement
with an upper frequency bound of 1 000 MHz**

Range of positions of the absorbing clamp (CRP with respect to the SRP)	Distance step size m	Number of samples
SRP + 0,1 m to SRP + 0,2 m	0,02	5
SRP + 0,2 m to SRP + 0,4 m	0,04	5
SRP + 0,4 m to SRP + 0,8 m	0,05	8
SRP + 0,8 m to SRP + 1,4 m	0,10	6
SRP + 1,4 m to SRP + 3,0 m	0,20	8
SRP + 3,0 m to SRP + 5,1 m	0,30	8 (incl. end point)
Total number of samples along lead under test		40

7.9 Determination of disturbance power

From the measurement data for each of the LUTs, the disturbance power shall be calculated using equation (4). The disturbance power P corresponding to the maximum measured voltage V at each test frequency is determined by using the clamp factor (CF) obtained from the absorbing clamp calibration procedure described in Clause 4 of CISPR 16-1-3.

$$P = V + CF \quad (4)$$

where

P is the disturbance power in dB(pW);

V is the measured voltage in dB(μV);

CF is the clamp factor in dB(pW/μV).

NOTE The clamp factor is derived with the 6 dB factor of the attenuator included (see 7.3.2).

7.10 Determination of the measurement uncertainty

For each absorbing clamp test facility, the actual measurement instrumentation uncertainty value U_{lab} shall be determined using the guidance given in CISPR 16-4-2.

The measurement instrumentation uncertainties up to a certain level must be taken into account in the compliance criterion (7.11). This means that uncertainties in excess of an agreed value U_{cispr} shall be incorporated in the compliance criterion. The U_{cispr} value for the absorbing clamp test method is 4,5 dB (4.1 of CISPR 16-4-2).

7.11 Compliance criteria

At each frequency, the disturbance power P obtained for each of the LUTs shall be checked for compliance against the applicable limit P_L . The compliance criterion shall incorporate the measurement instrumentation uncertainty in excess of $U_{cispr} = 4,5$ dB. Guidance on the application of the compliance criterion is given in CISPR 16-4-2.

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.

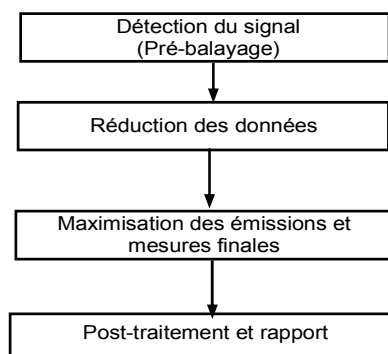
Par exemple, l'émission d'un appareil en essai à une fréquence proche d'un signal ambiant de niveau élevé ne peut pas être mesurée avec précision, si le signal ambiant est présent pendant l'essai automatique. Il est plus probable qu'un opérateur entraîné distingue la perturbation réelle et le signal 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 ambiants 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 ambiants 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 ambiants 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 soit 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:



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.

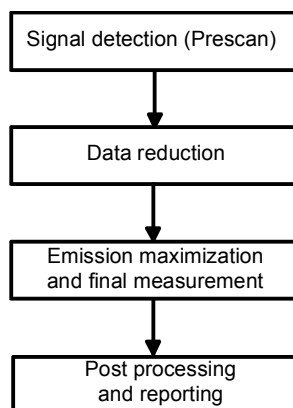
For example, an EUT emission adjacent in frequency to a high level ambient signal may not be measured accurately, if the ambient signal is present during the time of the automated test. A knowledgeable tester, however, is more likely to distinguish between the actual interference and the ambient signal; 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 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.

Pour les mesures **utilisant la pince absorbante**, le pré-balayage peut être effectué avec la pince absorbante près de l'appareil en essai.

Pour les émissions conduites ou les émissions mesurées avec une pince absorbante, on peut demander deux limites, avec détecteur de quasi-crête et détecteur de valeur moyenne. Dans ce cas, le pré-balayage peut comporter une mesure avec le détecteur de valeur moyenne si les données crêtes dépassent la limite en valeur moyenne, avant l'application de la réduction des données. Sinon les émissions à bande étroite dépassant la limite en valeur moyenne peuvent être cachées par une émission à large bande située en dessous de la limite quasi-crête; en conséquence une non conformité ne peut pas être détectée. Il convient de noter que les réponses en bande étroite ne correspondent pas nécessairement aux crêtes des émissions large bande.

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 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.

- For measurements **using the absorbing clamp**, prescan may be performed with the absorbing clamp close to the EUT.

For conducted emissions or emissions measured with the absorbing clamp, two limits, for quasi-peak and average detector, may be called out. In this case, prescan can include a measurement with the average detector if the peak data exceeds the average limit, before data reduction is applied. Otherwise narrowband emissions which exceed the average limit, may be hidden by broadband emission which are below the Quasi-Peak limit; therefore a non-compliance situation cannot be detected. It should be noted that narrowband responses do not necessarily correspond with broadband emission peaks.

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 a pour but de réduire d'avantage 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 ambiants 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 ambiants 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 avec la **pince absorbante**: maximisation de l'amplitude par variation de la position de la pince le long des câbles.

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, aident 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.

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 C of CISPR 16-2-1. 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 measurements with the **absorbing clamp**: amplitude maximization by variation of the clamp position along the leads.

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.

Annexe A (informative)

Contexte historique de la méthode de mesure du pouvoir perturbateur des appareils électrodomestiques et des appareils analogues dans la gamme des ondes métriques (voir paragraphe 7.1)

A.1 Historique

Bien que la mesure du champ rayonné soit, en théorie, méthode la plus appropriée pour déterminer le pouvoir perturbateur de tous les types de matériels à des fréquences supérieures à 30 MHz, les méthodes à mettre en œuvre ainsi que les précautions à prendre se sont avérées difficiles en pratique. En conséquence les techniciens ont utilisé pendant longtemps la méthode de la tension aux bornes, en attendant une solution plus satisfaisante. Plusieurs méthodes ont été envisagées pour remplacer celles mettant en œuvre les mesures du champ en espace libre par des mesures de rayonnement en laboratoire. Parmi les méthodes les plus intéressantes figurent la méthode du filtre d'arrêt et celle du courant de masse. Il s'agit de méthodes de substitution dans lesquelles un filtre coaxial à fente ayant des pertes négligeables est utilisé pour régler la longueur rayonnante du cordon d'alimentation de la source de perturbation afin d'obtenir le rayonnement maximal. Dans ces méthodes le pouvoir perturbateur d'un matériel est défini comme la puissance qu'un générateur doit injecter dans une antenne simple de caractéristiques connues pour obtenir le même effet sur une antenne connectée au matériel de mesure, que celui produit par la source de perturbation. Plusieurs méthodes plus appropriées ont été développées à partir de celles qui viennent d'être mentionnées.

La mesure des tensions aux bornes a été considérablement améliorée en remplaçant le réseau fictif en V par un réseau en Y, afin d'obtenir la tension en mode commun réelle produite par la source de perturbation. On a développé une méthode similaire en utilisant un filtre coaxial à fente réactif. Une méthode pour mesurer la puissance que la source de perturbation peut injecter dans le cordon d'alimentation a été également proposée. Cette méthode est basée sur la mesure du courant à l'entrée d'un dispositif coaxial *absorbant*.

L'avantage de cette dernière méthode par rapport à la méthode de la tension aux bornes réside dans le fait qu'il n'est pas nécessaire de déconnecter le cordon d'alimentation. Elle indique des valeurs de puissance perturbatrice correspondant bien à celles obtenues par les méthodes dans lesquelles le rayonnement du cordon d'alimentation est mesuré dans des conditions de résonance.

Bien que, compte tenu de leur facilité de mise en œuvre, les méthodes de la tension aux bornes et du dispositif coaxial absorbant, aient été utilisées de préférence aux méthodes du filtre d'arrêt et du courant de masse, il restait à montrer que les résultats qu'elles donnaient étaient conformes à ceux obtenus dans la pratique.

Des mesures statiques sur des sources de perturbation ont montré que les perturbations mesurées par la méthode du filtre d'arrêt correspondaient mieux que celles mesurées par la méthode de la tension aux bornes, à l'effet des mêmes sources perturbatrices mesurées à l'entrée de récepteurs situés dans le même bâtiment. Les mesures effectuées par la méthode du dispositif absorbant ont donné des résultats intermédiaires par rapport à ceux donnés par les deux méthodes précédentes. On a également comparé d'autres méthodes.

Annex A (informative)

Historical background to the method of measurement of the interference power produced by electrical household and similar appliances in the VHF range (see subclause 7.1)

A.1 Historical detail

Although measurement of field strength is, in theory, the most suitable method for determining the interference capability of all types of appliances at frequencies higher than 30 MHz, the methods involved together with the precautions to be taken prove troublesome in application. Consequently, engineers have for a long time used the terminal voltage method, while waiting for something more satisfactory. Several methods have been envisaged to replace those involving field measurements in open air by radiation measurements in the laboratory. Among the most interesting are the stop filter method and the ground current method. These are substitution methods, in which a slotted coaxial filter having negligible losses is used to adjust the radiating length of the supply lead of the source of interference in such a way as to obtain maximum radiation. In these methods, the interference capability of an appliance is defined as the power which a standard generator must inject into a simple aerial of known characteristics in order to obtain the same effect on an aerial connected to the measuring apparatus as that produced by the source of interference. Several more convenient methods have been developed from those just mentioned.

The measurement of terminal voltages has been considerably improved by replacing the artificial mains V-network by a Y-network, so as to obtain the true common mode voltage produced by the source of interference. A similar method using a reactive slotted coaxial filter was developed. A method for measuring the power which the source of interference may inject into the supply lead has also been proposed. This method is based on the measurement of the current at the input of an *absorbent* coaxial device.

The advantage of the latter over the terminal voltage method is that it is not necessary to disconnect the supply lead. It indicates values of the interference power corresponding closely with those obtained by the methods in which the radiation of the supply lead is measured in the resonant condition.

Although, through their ease of operation, the terminal voltage and the absorbing coaxial device methods were preferable to the stop filter and the ground current methods, it remained to be shown that the results which they gave conformed with those obtained in practice.

Statistical measurements on the disturbance sources have shown that the interference measured by the stop filter method agrees more closely than that measured by the terminal voltage method, with the effect of the same sources measured at the input of receivers located in the same building. Measurements made by the absorbent device method gave results intermediate between the two previous ones. Other methods have been compared.

A.2 Développement de la méthode

Dans la méthode du filtre d'arrêt, on mesure une valeur liée directement au courant au centre d'un doublet demi-onde. La chose la plus importante n'est pas le système rayonnant mais la puissance que la source de perturbation est capable de transmettre au système rayonnant. Le même principe s'applique à la méthode du courant de masse. S'il était possible de mesurer cette puissance sans mesurer un champ, tous les inconvénients provenant de l'influence des objets environnants sur la propagation entre l'élément rayonnant et l'antenne de réception seraient supprimés. Les tentatives de remplacement du filtre d'arrêt coaxial par un tube en ferrite ont montré qu'une grande partie de l'énergie produite par la source de perturbation était dissipée dans ce tube. On a pensé alors que la mesure du courant à l'entrée du tube en ferrite pouvait remplacer, au moins pour une partie, la mesure du champ par la méthode du filtre d'arrêt. Ceci a donné naissance aux dispositifs décrits en annexe B de la CISPR 16-1-3.

On étudia la question suivante: Comment peut-on comparer les différentes méthodes dans le cas particulier d'une *source de perturbation blindée* de puissance disponible donnée, ayant une impédance interne purement résistive lorsqu'elle transmet toute son énergie perturbatrice au cordon d'alimentation en mode commun et lorsque la taille de cette source varie? Les expériences ont montré le fait remarquable suivant: le nouveau dispositif donne des résultats pratiquement indépendants des dimensions de la source de perturbation (de 3,5 dm³ à 1700 dm³) et également plus cohérents que ceux obtenus par d'autres méthodes.

En fait, on peut ramener le système de mesure à dispositif absorbant au circuit suivant: une source de perturbation d'impédance interne Z_S alimentant une charge Z_C à travers une ligne à faible perte d'impédance caractéristique Z_L . Si l'on fait varier la longueur l de la ligne à partir de zéro, la puissance absorbée par l'impédance Z_C passe par des maxima et des minima (lorsque Z_C est différent de Z_L) correspondant à la résonance et à l'antirésonance du système.

En négligeant le rayonnement et les autres pertes de la ligne et dans le cas où la charge est placée à une distance correspondant au premier maximum, on considère le point sur la ligne pour lequel la source et la charge apparaissent comme des résistances pures R_S et R_C . Il peut alors être montré que si P_d est la puissance disponible de la source, P_C la puissance absorbée par la charge et

$$m = \frac{R_S}{R_C}$$

alors:

$$\frac{P_C}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

Ce qui donne pour:

$$m = 0,1 \quad 0,2 \quad 0,5 \quad 1 \quad 2 \quad 5 \quad 10 \quad 20 \quad 30$$

$$M = 10 \lg \frac{P_C}{P_d} = -4,8 \quad -2,5 \quad -0,5 \quad 0 \quad -0,5 \quad -2,5 \quad -4,8 \quad -7,4 \quad -9 \text{ dB}$$

A.2 Development of the method

In the stop filter method, a value directly related to the current at the centre of a resonant half-wave aerial is measured. The most important thing is not the radiating system but the power that the source of interference is capable of transmitting to the radiating system. The same principle applies to the ground current method. If it were possible to measure this power without measuring a field, all the disadvantages arising from the influence of surrounding objects on the propagation between the radiating elements and the receiving aerial would be removed. The attempt to replace the coaxial stop filter by a ferrite tube showed that a large part of the energy produced by the source of interference was dissipated in this tube. It was then thought that the measurement of the current at the input of the ferrite tube might replace, at least in part, the measurement of the field by the stop filter method. This gave rise to the devices described in annex B of CISPR 16-1-3.

The following question was then studied: how do the different methods of measurement compare in the particular case of a *shielded source* of interference of given available power, with a purely resistive internal impedance when transmitting all its interference energy to the supply lead in the common mode when the size of this source is varied? Experimental investigations showed the remarkable fact that the new device gave results which were practically independent of the dimensions of the source of interference (3.5 dm³ to 1700 dm³) and which were also more consistent than those obtained by other methods.

In fact, one can reduce the absorbing device measuring system to the following circuit: a source of interference of internal impedance Z_S supplying a load Z_C through a low-loss line of characteristic impedance Z_L . If the length of the line is varied from zero, the power absorbed by the load Z_C passes (when Z_C is different from Z_L) through maxima and minima corresponding to resonance and anti-resonance of the system.

Neglecting the radiation and other losses of the line, and discussing the case in which the load is located at a distance corresponding to the first maximum, we consider the point in the line at which the source and the load appear as pure resistance R_S and R_C . It can thus be shown that if P_d is the available power of the source, P_c the power absorbed by the load and

$$m = \frac{R_s}{R_c}$$

then

$$\frac{P_c}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

This gives for

$m =$	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	30
$M = 10 \lg \frac{P_c}{P_d} =$	-4,8	-2,5	-0,5	0	-0,5	-2,5	-4,8	-7,4	-9 dB

On constatera que l'adaptation de la source au cordon n'est pas très critique et que si on utilise une pince absorbante pour constituer une charge, par exemple de l'ordre de 200 Ω , les résultats obtenus ne sont pas très différents de ceux obtenus dans le cas où une charge, constituée d'une ligne amenée à la résonance par un filtre d'arrêt coaxial, est placée à la sortie de la source de perturbation.

Davantage de détails sur le développement et la théorie de fonctionnement de la pince absorbante sont décrits en [1] ².

A.3 Raisons pour l'amélioration de la méthode de mesure à la pince

Il a été prouvé que la méthode de mesure à la pince absorbante est une méthode appropriée pour les essais de conformité et elle est largement utilisée pour plusieurs types de matériels électroniques disponibles dans le commerce (CISPR 13 et CISPR 14-1). Cependant, cette méthode n'est pas exempte de critiques. Par exemple en [2], plusieurs inconvénients de la méthode et des suggestions d'amélioration ont été décrits. La validité du «modèle de ligne de transmission» de la méthode de mesure à la pince aux fréquences supérieures est également critiquée dans ce document.

La méthode de mesure à la pince est également utile pour les essais de préconformité. Cependant, la relation entre les résultats de mesure par pince absorbante et les résultats de mesure des émissions rayonnées n'est pas toujours claire, en raison d'incertitudes relativement importantes et de différents types de sources d'incertitude associées aux deux méthodes.

Ces dix dernières années, les incertitudes et la répétabilité des méthodes de mesure de CEM en général sont devenues un problème très important. Cela a découlé du fait que les mesures de CEM pâtissent d'une incertitude intrinsèque relativement grande et par le fait que les organismes de certification exigent l'inclusion des incertitudes dans les critères de conformité. De même, pour la méthode d'étalonnage de la pince et la méthode de mesure à la pince, cela a permis de susciter des améliorations, c'est-à-dire de réduire les incertitudes associées à la méthode de mesure par pince et la méthode d'étalonnage de la pince.

En [3] sont mentionnées les résultats d'une étude approfondie sur les incertitudes de l'étalonnage et l'utilisation de pinces absorbantes. Divers paramètres influents ont été examinés de façon expérimentale et des suggestions d'amélioration ont été données, telles que

- la mise en place d'un dispositif absorbant secondaire (SAD);
- le maintien du centrage du câble en essai à l'intérieur de la pince;
- le maintien d'un périmètre d'1 m autour du montage sans personnes physiques ni objets;
- la mise en place d'un atténuateur de 6 dB directement à la sortie de la pince.

Les trois dernières suggestions sont incorporées dans la méthode de mesure par pince et dans la méthode d'étalonnage de la pince. Le dispositif absorbant secondaire est appliqué pour l'étalonnage de la pince et pour la validation du site d'essai de la pince.

Il convient finalement de noter que l'absence d'un modèle valable de la méthode de mesure à la pince et le manque de connaissance des coefficients exacts de sensibilité associés à chaque paramètre influent rendent très difficile une évaluation d'incertitude basée sur le modèle.

² Les chiffres entre crochets se réfèrent aux documents de référence de l'Article A.4, à la fin de cette annexe.

It will be seen that the matching of the source to the lead is not very critical and that, if an absorbent clamp is used to constitute a load, for example of the order of $200\ \Omega$, the results obtained will not be very different from those obtained if a load is applied to the output of the source of interference in the form of a line brought to resonance by means of a coaxial stop filter.

More details on the development and theory of operation of the absorbing clamp are described in [1]².

A.3 Reasons for improvement of the clamp measurement method

The absorbing clamp measurement method has proven to be a convenient method for compliance testing and is widely used for several types of commercial electronic equipment (CISPR 13 and CISPR 14-1). However, the method is not without critics. For instance in [2] several drawbacks of the method and suggestions for improvement have been described. The validity of the 'transmission line model' of the clamp measurement method at higher frequencies is criticized in this paper as well.

The clamp measurement method is also useful for pre-compliance testing purposes. However, the relationship between absorbing clamp and radiated emission measurement results cannot always easily be determined, due to relatively large uncertainties and different types of uncertainty sources associated with both methods.

In the past decade, the uncertainties and repeatability of EMC measurement methods in general has become a very important issue. This was driven by the fact that EMC measurements suffer a relatively large intrinsic uncertainty and by the fact that accreditation bodies require inclusion of uncertainties in the compliance criteria. For the clamp calibration and clamp measurement method, this was also the impetus for improvements i.e., to reduce the uncertainties associated with the clamp measurement method and clamp calibration method.

In [3], the results of an extensive study on the uncertainties of the calibration and use of absorbing clamps are reported. Various influence quantities were investigated experimentally and suggestions for improvement were given, such as

- the application of a secondary absorbing device (SAD);
- keeping the lead under test central within the clamp;
- removal of objects and personnel 1 m away from the set-up;
- application of a 6 dB attenuator directly at the output of the clamp.

The latter three suggestions are incorporated in the clamp measurement method and in the clamp calibration method. The secondary absorbing device is applied for the clamp calibration and for the clamp test site validation.

Finally, it should be noted that the absence of a valid model of the clamp measurement method and the lack of knowledge of the true sensitivity coefficients associated with each influence quantity makes a model-based uncertainty assessment very difficult.

² Figures in brackets refer to the reference documents in Clause A.4 at the end of this annex.