

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
16-2-4

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
2003-11

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

**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**

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

**Part 2-4:
Methods of measurement of disturbances and
immunity – Immunity measurements**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 16-2-4:2003

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
16-2-4

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
2003-11

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

**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**

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

**Part 2-4:
Methods of measurement of disturbances and
immunity – Immunity measurements**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	12
4 Critères pour les essais d'immunité et procédures générales de mesure	16
5 Méthode de mesure de l'immunité pour les signaux conduits	24
6 Méthode de mesure de l'immunité au champ électrique perturbateur rayonné	30

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-4:2003

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Definitions	13
4 Immunity test criteria and general measurement procedures	17
5 Method of measurement of immunity for conducted signals	25
6 Method of measurement of immunity to radiated electric field interference.....	31

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-4:2003

**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 2-4: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesures de l'immunité**

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 16-2-4 a été établie par le sous-comité A du CISPR : Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Cette première édition de la CISPR 16-2-4, ainsi que les CISPR 16-2-1, CISPR 16-2-2 et CISPR 16-2-3, annule et remplace la seconde édition de la CISPR 16-2 publiée en 2003. Elle contient les articles en rapport avec la CISPR 16-2 sans modifications de leur contenu technique.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

**Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Immunity measurements**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard CISPR 16-2-4 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

This first edition of CISPR 16-2-4, together with CISPR 16-2-1, CISPR 16-2-2 and CISPR 16-2-3, cancels and replaces the second edition of CISPR 16-2, published in 2003. It contains the relevant clauses of CISPR 16-2 without technical changes.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-4:2003

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-4:2003

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 et 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 16-2-4 sont données dans le tableau qui suit cette introduction (TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES).

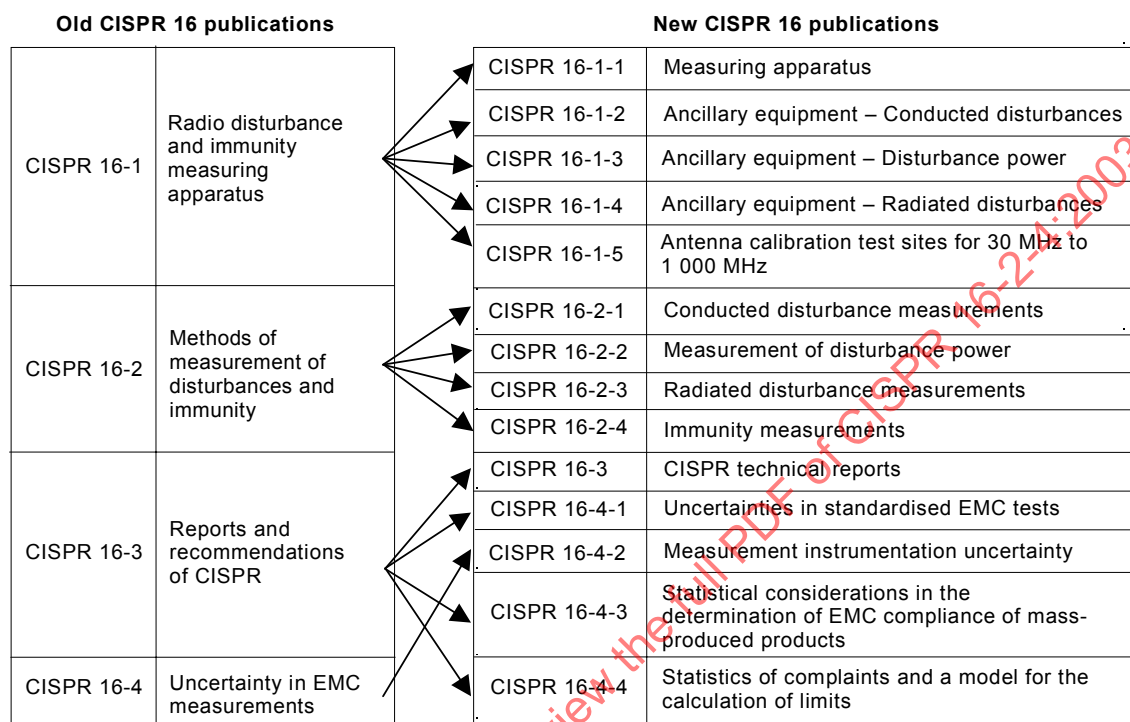
Les spécifications des appareils de mesure sont données dans les cinq nouvelles parties de la CISPR 16-1, alors que les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques sont désormais couvertes par les quatre nouvelles parties de la CISPR 16-2. Différents rapports avec des informations sur le contexte 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.



More specific information on the relation between the 'old' CISPR 16-2 and the present 'new' CISPR 16-2-4 is given in the table after this introduction (TABLE RECAPITULATING CROSS REFERENCES).

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

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

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

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Deuxième édition de la CISPR 16-2
Articles, paragraphes

1.1
1.2
1.3

3.1
3.2
3.3

Figures

25, ... 31

Première édition de la CISPR 16-2-4
Articles, paragraphes

1
2
3

4
5
6

Figures

1, ... 7

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-4:2003

TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES

Second edition of CISPR 16-2
Clauses, subclauses

1.1
1.2
1.3

3.1
3.2
3.3

Figures

25, ... 31

First edition of CISPR 16-2-4
Clauses, subclauses

1
2
3

4
5
6

Figures

1, ... 7

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of 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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie les méthodes de mesure de l'immunité aux phénomènes CEM dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz.

2 Références normatives

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

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

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

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

CISPR 16-1-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie du CISPR 16, les définitions suivantes sont applicables. Voir également les définitions de la CEI 60050(161).

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)

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the methods of measurement of immunity to EMC phenomena in the frequency range 9 kHz to 18 GHz.

2 Normative references

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

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

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

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

CISPR 16-1-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

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

3 Definitions

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

3.1 associated equipment

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

3.2

EUT

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

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'immunité

valeur minimale spécifiée du niveau d'immunité

[VEI 161-03-15]

3.5

masse de référence

connexion qui constitue une capacité parasite définie entre un matériel en essai et son environnement et qui est utilisée comme potentiel de référence

NOTE Voir également VEI 161-04-36.

3.6

émission (électromagnétique)

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

[VEI 161-01-08]

3.7

câble coaxial

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

3.8

mode commun (tension perturbatrice non symétrique)

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

tension en mode différentiel; tension différentielle

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

[VEI 161-04-08, modifié]

3.11

courant en mode différentiel

demi-différence vectorielle des courants circulant dans deux conducteurs quelconques d'un ensemble spécifié de conducteurs actifs à une intersection spécifiée entre ces conducteurs et un plan imaginaire

3.3**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**immunity limit**

the specified minimum immunity level

[IEV 161-03-15]

3.5**ground reference**

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

NOTE See also IEV 161-04-36.

3.6**(electromagnetic) emission**

the phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEV 161-01-08]

3.7**coaxial cable**

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

3.8**common mode (asymmetrical disturbance voltage)**

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

NOTE See also IEV 161-04-09.

3.9**common mode current**

the vector sum of the currents flowing through two or more conductors at a specified cross-section of a "mathematical" plane intersected by these conductors

3.10**differential mode voltage; symmetrical voltage**

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

[IEV 161-04-08, modified]

3.11**differential mode current**

half the vector difference of the currents flowing in any two of a specified set of active conductors at a specified cross-section of a "mathematical" plane intersected by these conductors

3.12

mode non symétrique (tension aux bornes d'un réseau en V)

tension entre un conducteur ou la borne d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système et une référence de sol spécifiée. Dans le cas d'un réseau à deux accès, les deux tensions non symétriques sont données par:

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

NOTE Voir également VEI 161-04-13.

3.13

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.

3.14

réseau fictif (AN)

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

3.15

chambre entièrement anéchoïque (FAC ou FAR)

enceinte blindée dont les surfaces intérieures sont revêtues de matériau absorbant les fréquences radioélectriques qui absorbent l'énergie électromagnétique dans la gamme de fréquences considérée. La chambre entièrement anéchoïque entièrement revêtue de matériau absorbant est destinée à simuler un environnement en espace libre où uniquement le rayonnement direct de l'antenne émettrice atteint l'antenne réceptrice. Toutes les ondes indirectes ou réfléchies sont réduites par l'utilisation de matériau absorbant approprié sur les parois, le plafond et le sol de la chambre.

4 Critères pour les essais d'immunité et procédures générales de mesure

Les mesures de l'immunité reposent sur l'appréciation du point où l'effet de perturbation sur le matériel en essai a atteint un niveau spécifié.

Les mesures de l'immunité sont effectuées généralement en appliquant un signal d'essai utile et un signal d'essai perturbateur au matériel en essai. La base fondamentale d'une mesure est exposée dans cet article avec la liste des conditions qui nécessitent d'être précisées dans les recommandations détaillées élaborées par les comités de produits du CISPR. L'article 5 traite des principes généraux des méthodes de mesure de l'immunité en conduction, et l'article 6 des méthodes en rayonnement.

4.1 Méthode générale de mesure

La figure 1 décrit le concept fondamental sur lequel reposent toutes les méthodes de mesure de l'immunité.

Le matériel en essai est installé, comme il a été spécifié, pour fonctionner dans des conditions normales. Le signal perturbateur est appliqué avec une sévérité croissante jusqu'à ce que la dégradation des performances prescrite soit détectée ou que le niveau d'immunité spécifié soit atteint. On retient la plus faible des deux valeurs.

3.12

unsymmetrical mode (V-terminal voltage)

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

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

NOTE See also IEV 161-04-13.

3.13

test configuration

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

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

3.14

artificial network (AN)

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

3.15

fully anechoic chamber (FAC) or fully anechoic room (FAR)

shielded enclosure, the internal surfaces of which are lined with radio frequency absorbing material (i.e. RAM), that absorbs electromagnetic energy in the frequency range of interest. The Fully Absorber-Lined Room is intended to simulate a free space environment where only the direct ray from the transmitting antenna reaches the receiving antenna. All indirect and reflected waves are minimised with the use of proper absorbing material on all walls, the ceiling and the floor of the FAR

4 Immunity test criteria and general measurement procedures

Immunity measurements are based upon a judgment of the point when the effect of interference on the EUT (equipment under test) has reached a specified level.

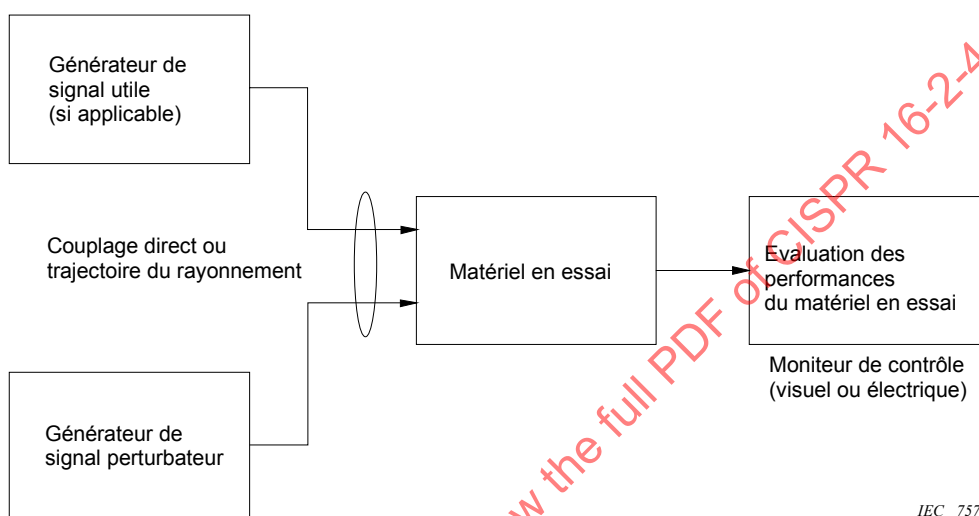
Immunity measurements are performed in general by the application of a wanted test signal and an unwanted signal to the EUT. The fundamental basis of the measurement is set out in this clause, together with a listing of conditions which need to be specified in the detailed recommendations produced by the CISPR product committees. Clause 5 deals with the general principals of conduction methods of measurement for immunity, and clause 6 with radiation methods.

4.1 General measurement method

Figure 1 sets out the fundamental concept upon which all methods of measurement of immunity are based.

The EUT is set up as specified to represent normal operating conditions. The unwanted signal is applied with increasing severity until the prescribed performance degradation is detected or the specified immunity level is reached, whichever is lower.

Le signal perturbateur peut être introduit par rayonnement direct ou par injection de courant ou de tension. Dans la plupart des cas, les techniques de rayonnement direct et d'injection sont nécessaires pour l'évaluation complète du potentiel d'immunité des matériels en essai. La méthode d'injection est plus utile pour des fréquences inférieures à 150 MHz, bien que les essais en rayonnement direct au-dessus de 30 MHz environ soient utilisés. Les essais en rayonnement direct peuvent être effectués en utilisant des champs produits par des antennes et interceptés par le matériel en essai. Dans certains cas, un champ « borné » est plus efficace pour des matériels en essai d'une hauteur inférieure à 1 m. On obtient des champs bornés par exemple avec les cellules TEM, des lignes à bandes et des enveloppes à mode confiné.



IEC 757/96

Figure 1 – Principe fondamental des mesures d'immunité

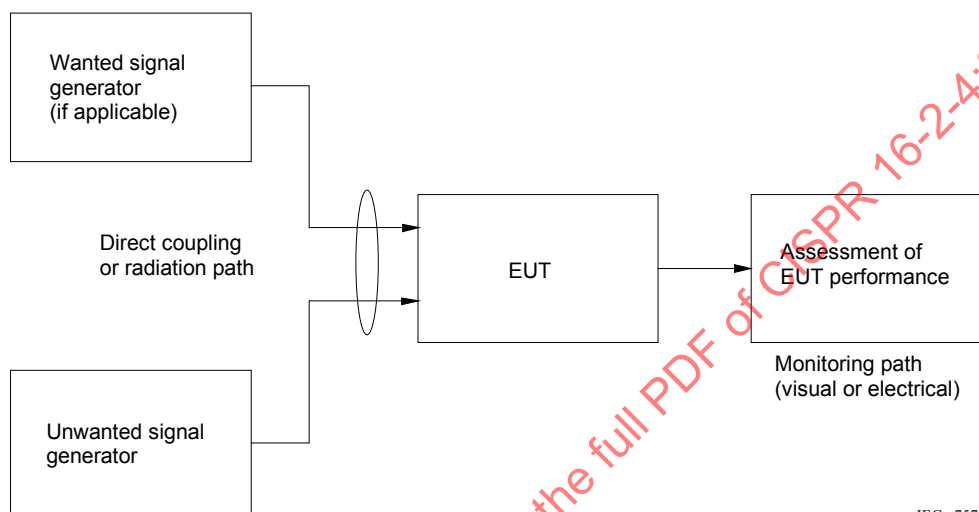
4.1.1 Evaluation objective de la dégradation des performances

Une évaluation objective de l'immunité du matériel en essai est effectuée en surveillant les tensions, courants, signaux spécifiques, niveaux audio, etc., qui peuvent être enregistrés à l'aide des techniques d'enregistrement analogique ou numérique.

Comme exemple d'une telle évaluation de la dégradation des performances, l'immunité des récepteurs de télévision aux perturbations RF modulées en amplitude est expliquée ci-dessous.

D'abord, seul le signal d'essai utile est appliqué au matériel en essai. Ceci produit un signal audio utile qui est mesuré. La commande du matériel en essai ou du dispositif d'essai est ajustée afin de régler ce signal audio au niveau requis. Le signal audio utile est ensuite retiré, en supprimant la modulation ou le signal d'essai audio. Le signal d'essai perturbateur est appliqué en plus, et son niveau ajusté pour obtenir un signal audio perturbateur au niveau spécifié inférieur au niveau du signal audio utile. Le niveau du signal perturbateur est la valeur de l'immunité du matériel en essai à la fréquence d'essai concernée. Il convient de veiller à ne pas endommager le matériel en essai par des niveaux trop élevés du signal perturbateur.

The unwanted signal may be introduced by direct radiation or by current/voltage injection. In most cases both the direct radiation and injection techniques will be needed to fully assess the immunity potential of EUTs. The injection method is most useful for frequencies under 150 MHz, although direct radiated tests above approximately 30 MHz are used. The direct radiated tests can be performed using fields launched by antennas and intercepted by the EUT. In some cases a "bounded" field is most efficient for EUTs of height less than 1 m. Examples of bounded fields occur with TEM cells, stripline antennas and mode-stirred enclosures.



IEC 757/96

Figure 1 – Fundamental concept of immunity measurement

4.1.1 Objective assessment of performance degradation

Objective assessment of EUT immunity is made by monitoring voltages, currents, specific signals, audio rectification levels, etc., which can be recorded using analogue or digital recording techniques.

As an example of one such assessment of performance degradation, the immunity of television receivers to AM modulated RF interference is presented below.

First the wanted test signal only is applied to the EUT. This produces a wanted audio signal which is measured. The control of the EUT or test set-up is adjusted to set this audio signal at the required level. The wanted audio signal is then removed either by switching off the modulation or the audio test signal. The unwanted signal is applied in addition and its level is adjusted to obtain an unwanted audio signal at the specified level below the wanted audio signal level. The level of the unwanted signal is the measure of immunity of the EUT at the test frequency concerned. Care should be taken in order not to damage the EUT by too high levels of the unwanted signal.

4.1.2 Evaluation subjective de la dégradation des performances

Une évaluation subjective de l'immunité du matériel en essai est effectuée par un contrôle visuel et/ou auditif de la dégradation des performances. Cette technique diffère de celle de 4.1.1 en ce que les signaux électriques spécifiques ou similaires et les niveaux ne sont pas directement enregistrés sous forme analogique ou numérique. Par contre, la dégradation des performances n'est pas formulée dans des termes mesurables mais en termes sensoriels, par exemple perception audio ou visuelle, par l'homme, d'un effet de nuisance. Les signaux perturbateurs peuvent être identiques ou similaires à ceux utilisés pour la mesure objective de l'immunité.

Comme exemple d'une telle évaluation subjective de la dégradation des performances, l'immunité des récepteurs de télévision à un signal perturbateur, perçue par l'homme comme des présentations visuelle et auditive dégradées, est indiquée ci-dessous.

Dans le cas de brouillage d'une image, le signal d'essai utile produit une image standard, et le signal perturbateur une dégradation de l'image. La dégradation peut prendre plusieurs formes: superposition, perturbation de synchronisation, distorsion géométrique, perte de contraste et de couleur de l'image, etc.

Il est nécessaire d'indiquer quel est le critère qui constitue la dégradation des performances et de spécifier les conditions dans lesquelles l'estimation subjective doit être effectuée.

D'abord, seul le signal utile est appliqué au matériel en essai. Les commandes du matériel en essai sont réglées pour obtenir une image de luminosité, de contraste et de saturation de couleurs normale. Le signal perturbateur est ensuite appliqué en plus, et son niveau réglé pour obtenir une dégradation de l'image telle qu'elle soit perçue par l'homme qui la regarde. Ce niveau est la mesure de l'immunité du matériel en essai à la fréquence d'essai concernée.

4.1.3 Mesure par rapport à une limite

La mesure réelle de l'immunité peut ne pas être requise, c'est-à-dire quand il suffit de savoir si le matériel en essai respecte une limite ou non. Le signal perturbateur, plutôt que d'être réglé à chaque fréquence d'essai, est maintenu au niveau de la limite, et sa fréquence balayée à l'intérieur de la gamme d'essai. Le matériel en essai est considéré comme respectant la limite si aucune dégradation, objective ou subjective, n'est observée à aucun moment. Cette procédure s'appelle l'essai «bon/mauvais».

4.2 Critères de dégradation pour l'immunité

Pour établir des critères d'immunité raisonnables, il est nécessaire de définir ce que signifie la dégradation des performances. La progressivité de la dégradation des performances peut se présenter comme suit:

- a) *pas de dégradation*: le matériel est conforme à ses spécifications de conception. Ce type de critère doit être adopté pour les matériels sensibles dans les domaines de la santé et de la sécurité, de même que pour les services ayant un impact sur un grand nombre de consommateurs. Il est également concevable de l'utiliser comme critère d'immunité pour certains processus critiques ou pour le fonctionnement de matériels;
- b) *dégradation détectable*: dans ce cas, les performances sont affectées par une perturbation électromagnétique. Une augmentation du bruit dans les circuits vidéo et audio, une diminution du rapport signal/bruit dans les circuits de commande, un taux d'erreurs dans les systèmes numériques avoisinant la limite admissible pour le système, ou des perturbations audio ou visuelles nuisibles sont des exemples de dégradation détectable. Il convient que l'intervention d'un opérateur ne soit pas nécessaire pour continuer d'utiliser le produit ou matériel électronique. Ce critère de dégradation est généralement utilisé pour les produits de grande série. La dégradation disparaît lorsqu'on supprime le signal d'immunité;

4.1.2 Subjective assessment of performance degradation

Subjective assessment of EUT immunity is made by visual and/or aural monitoring of performance degradation for EUTs with such visual or aural or both presentations. This technique differs from that in 4.1.1 in that specific electrical or similar signals and levels are not directly recorded with an analogue or digital format. Instead, performance degradation is not formulated in measurable terms but in human sensory terms, e.g., human audio or visual perception of an annoying effect. The unwanted immunity signals can be the same or similar to those used for objective immunity assessment measurements.

As an example of one such subjective assessment of performance degradation, the immunity of television receivers to an unwanted signal, as perceived by humans as degraded visual and aural presentations, is given below.

In the case of picture interference, the wanted test signal produces a standard picture and the unwanted signal produces a degradation of the picture. The degradation may be in a number of forms, such as a superposed pattern, sync disturbance, geometrical distortion, loss of picture contrast or colour, etc.

The criterion of what constitutes performance degradation needs to be prescribed, and the conditions under which the subjective assessment is to be made must be specified.

First the wanted signal only is applied to the EUT. The controls of the EUT are set to obtain a picture of normal brightness, contrast and colour saturation. The unwanted signal is then applied in addition and its level adjusted to obtain degradation of the picture as perceived by a human watching the picture. This level is the measure of immunity of the EUT at the test frequency concerned.

4.1.3 Measurement to a limit

The actual measurement of the immunity may not be required, i.e., when it is sufficient to know whether the EUT meets a limit or not. The unwanted signal, instead of being adjusted at each test frequency, is kept at the level of the limit and its frequency swept through the test range. The EUT is considered to meet the limit if no degradation, whether objective or subjective, is observed at any time. This procedure is called a "go/no-go" test.

4.2 Immunity degradation criteria

To establish reasonable immunity criteria will require defining what is meant by performance degradation. One such view of the progressiveness of performance degradation may be as follows:

- a) *no degradation*: equipment complies with its design specifications. This type of criterion shall be adopted for sensitive health and safety equipment, as well as services with impact on large populations of consumers. It might conceivably be used as an immunity criterion for some critical processes or equipment operation as well;
- b) *noticeable degradation*: in this case, the performance has been affected by an EM disturbance. Increased noise in video and audio circuits, decreased signal-to-noise ratio in control circuits, error rates in digital systems approaching an allowable system maximum, or annoying audio or visual disturbances are examples of noticeable degradation. No operator intervention should be required to continue use of the electronic product/equipment. This degradation is generally used for mass produced products. The degradation disappears when the immunity signal is removed;

- c) *dégradation sérieuse*: dans ce cas, les matériels ne peuvent plus fournir un fonctionnement continu satisfaisant. Pour corriger cela, l'équipe technique de terrain ou le service clientèle passeront un temps considérable sur place à essayer d'identifier et de corriger le problème. Le niveau d'immunité doit être choisi de sorte que cette dégradation se produise seulement en de très rares occasions. L'intervention d'un opérateur est nécessaire à la restauration du fonctionnement spécifique d'un produit ou matériel électronique, par exemple en cas de blocage système, de réinitialisation, d'écriture incontrôlée sur disquette et autre altération de la mémoire;
- d) *défaut/absence totale de fonctionnement*: c'est la catégorie la plus importante, où le produit est entièrement défectueux et ne peut pas être relancé pour fonctionner à nouveau. Il subira finalement un dommage mécanique. Aucune réparation sur le terrain ne peut être effectuée. Ceci entraîne la nécessité d'un remplacement complet du matériel avec un travail urgent de révision de la conception pour accroître son niveau d'immunité. Le service peut être interrompu pendant une durée indéterminée qui dépend de l'aptitude du fabricant à produire un matériel de remplacement qui soit satisfaisant.

Il appartient aux comités de produits de déterminer les critères de dégradation du produit dans les conditions mentionnées ci-dessus.

4.3 Détails à donner dans la spécification de produits

En plus de spécifier la méthode de mesure détaillée de l'immunité et les moyens de déterminer une dégradation acceptable des performances, les spécifications du produit doivent comporter d'autres détails utiles décrits ci-dessous.

4.3.1 Environnement pendant l'essai

Il faut prendre en considération les nécessités de l'environnement pendant l'essai. Il est nécessaire de spécifier l'environnement physique, par exemple les gammes de température et d'humidité. Il faut également spécifier l'environnement électromagnétique, en particulier le niveau maximal des signaux ambiants.

4.3.2 Conditions de fonctionnement du matériel en essai

Il faut spécifier les conditions de fonctionnement du matériel en essai, par exemple les caractéristiques du signal utile à l'entrée, les modes de fonctionnement du matériel en essai, etc.

4.3.3 Menace électromagnétique

Plusieurs formes de perturbations électromagnétiques sont susceptibles de provoquer des dysfonctionnements du matériel en essai. Le comité de produits doit décider s'il convient que la spécification de l'immunité couvre toutes les éventualités c'est-à-dire l'immunité aux ondes radioélectriques émises, aux signaux conduits, aux impulsions brèves, aux creux de tension, aux interruptions, aux distorsions de l'alimentation, aux décharges électrostatiques, aux tensions induites par la foudre, etc.

Pour chaque menace potentielle, il faut évaluer le mode de couplage afin que le matériel d'essai approprié puisse être spécifié avec la méthode de mesure couverte. Les comités de produits devront également adapter à leurs produits particuliers les principes généraux de mesures donnés dans cette section.

Il faut spécifier les caractéristiques du signal perturbateur, par exemple l'amplitude, la modulation, la direction, la polarisation, etc. Il faut définir la gamme de fréquences applicable pour chaque méthode; par exemple, la gamme de fréquences utiles de la cellule TEM dépend de sa largeur qui, à son tour, dépend de la taille du matériel en essai.

Il faut examiner le matériel en essai afin de déterminer s'il est particulièrement susceptible dans l'un de ses modes de fonctionnement ou à une fréquence particulière de signal perturbateur.

- c) *serious degradation*: in this category, products will not be able to provide continuous satisfactory operation. To correct this, field engineering or customer service representatives will spend considerable time in the field trying to identify and correct the problem. This immunity level should be set so that it occurs on very rare occasions. operator intervention is required to restore specific operation of electronic product/equipment such as system lockups, resets, indiscriminate writing on floppy disk, and other altering of memory;
- d) *failure/total inoperability*: this is the most serious category where the product totally fails and cannot be reset to regain operability. Eventually, mechanical damage will occur. No field repair can be accomplished. This creates a need for complete equipment replacement with an urgent redesign to increase its immunity level. Customer service could be interrupted for an indefinite time dependent on the capability of the manufacturer to produce a satisfactory replacement product.

It is the task of the product committees to determine the product degradation criteria for the above conditions.

4.3 Product specification details

In addition to specifying the detailed immunity measurement method and the means of determining the degradation of performance acceptable, the product specifications must include other relevant details as outlined below.

4.3.1 Test environment

The needs of the test environment must be considered. The physical environment needs to be specified, e.g., temperature or humidity ranges. Also the EM environment must be specified, in particular, the maximum level of ambient signals.

4.3.2 Working conditions of EUT

The working conditions of the EUT must be specified, e.g., the characteristics of the wanted input signal, the modes of operation of the EUT, etc.

4.3.3 EM threat

There are many forms of EM disturbances which may cause the EUT to malfunction. The product committee must consider whether the immunity specification should cover all eventualities, i.e., immunity from transmitted radio waves, from conduction of signals, from spikes/dips/outages/distortions on the mains, from electrostatic discharge, from lightning induced surges, etc.

For each potential threat, the mode of coupling must be evaluated so that the appropriate specialized test equipment can be specified together with the covered method of measurement. It will thus be necessary for the product committees to adapt the general measurement principles set out in this clause to their particular product.

The characteristics of the unwanted signal must be specified, e.g., amplitude, modulation, direction, polarization, etc. The frequency range of applicability of each method must be defined, e.g., the useful frequency range of the TEM cell is dependent on its width and this in turn is dependent upon the size of the EUT.

The EUT must be examined to determine whether it is particularly susceptible in any mode of operation or for a particular frequency of unwanted signal.

4.3.4 Etalonnage

La spécification du produit doit faire référence aux besoins d'étalonnage, soit en se référant à une norme fondamentale, soit en incluant une procédure d'étalonnage dans la spécification de produits ou de famille de produits. Il convient d'y faire figurer à la fois l'étalonnage périodique du matériel d'essai utilisé et les paramètres d'étalonnage tels que l'amplitude et l'homogénéité du signal perturbateur, utilisé dans les méthodes de rayonnement direct ou d'injection.

4.3.5 Evaluation statistique

La spécification du produit doit établir la signification de la limite CISPR. En particulier, il convient de s'interroger sur l'application de la règle 80/80 de la recommandation 46/1 pour les essais et, dans ce cas, sur la méthode d'échantillonnage à utiliser.

Pour les essais d'immunité effectués jusqu'à ce qu'une dégradation des performances se produise, il est possible de juger la conformité à une limite d'immunité définie par le CISPR à l'aide d'un échantillon de taille appropriée, telle qu'une partie de l'échantillon puisse dépasser la limite autorisée. Pour des essais d'immunité effectués à la limite de l'immunité afin de déterminer la conformité, par exemple des essais bon/mauvais, sans mesurer la marge d'immunité, les techniques statistiques peuvent ne pas s'appliquer.

5 Méthode de mesure de l'immunité pour les signaux conduits

La méthode de base consiste à injecter le signal perturbateur sur un câble et à augmenter son niveau jusqu'à ce que l'on observe le niveau spécifié de dégradation ou que l'on atteigne le niveau d'immunité spécifié, en retenant le phénomène qui se manifeste en premier. Le câble peut être un câble de signalisation, de commande ou d'alimentation. Il y a deux variantes à cette méthode: l'injection de courant, qui sert à estimer l'immunité aux signaux de mode commun (non symétriques), et l'injection de tension, qui sert à estimer l'immunité aux signaux de mode différentiel (symétriques). En général, l'injection de courant est effectuée comme essai minimal puisque ce mode est plus vulnérable aux environnements RF rayonnés.

Le principe général de mesure de l'injection est illustré par la figure 2. Les effets des signaux brouilleurs induits sur le câble d'un matériel en situation réelle sont simulés par l'injection d'un signal perturbateur, par un boîtier de couplage approprié.

Dans le cas d'une injection de courant pour câbles non blindés, le courant perturbateur est injecté en mode commun dans les conducteurs. Dans le cas de câbles coaxiaux ou blindés, le courant perturbateur est injecté sur le conducteur extérieur ou le blindage du câble également en mode commun (voir figure 2). Le courant passe dans le matériel en essai et retourne au générateur par la capacité par rapport à la masse, en parallèle sur les impédances de charge des autres bornes fournies par les boîtiers de couplage. A noter que dans certains cas une partie du signal de mode commun est convertie en mode différentiel, masquant ainsi la véritable réponse en mode commun. Il peut s'agir d'une combinaison de courants en mode commun affectant les différences de potentiel RF aux extrémités opposées du câble et provoquant une dégradation du signal utile en signaux perturbateurs.

Dans le cas d'une injection de tension, le signal est appliqué entre deux fils. A noter que lorsque les fréquences avoisinent 100 MHz ou plus, l'injection pour l'immunité en conduction par les deux méthodes est rendue difficile, à cause des impédances et des conditions de résonance des câbles et des charges du matériel en essai.

5.1 Boîtiers de couplage

Les boîtiers de couplage comportent des inductances d'arrêt, des condensateurs et des réseaux résistifs pour l'injection de signaux perturbateurs. L'impédance de la source de tension du signal perturbateur et les impédances de charge sont normalisées; les boîtiers de couplage sont choisis pour fournir cette impédance. Ils permettent également le passage du signal utile d'essai, d'autres signaux et de l'alimentation secteur. Les détails de construction et les vérifications des performances des boîtiers de couplage se trouvent dans la CISPR 16-1-2.

4.3.4 Calibration

The product specification must address calibration needs, either by referring to a basic standard or including the calibration procedure within the product or product family specification. This should include both the periodic calibration of the test equipment used and particularly the means of calibrating said parameters as the amplitude and homogeneity of the unwanted signal as it is used in direct radiation or injection methods.

4.3.5 Statistical assessment

The product specification must state the significance of the CISPR limit. In particular, it should address the question of whether the testing should conform to the 80/80 rule of Recommendation 46/1, and if so, which of the sampling methods should be used.

For immunity testing until a performance degradation occurs, compliance with a CISPR limit for immunity may be judged using a suitable sample size such that a portion of the sample may exceed the permissible limit. For immunity testing performed at the immunity limit to determine compliance, e.g. go/no-go testing, without measuring the margin of immunity, statistical techniques may not apply.

5 Method of measurement of immunity for conducted signals

The basic method is to inject the unwanted signal into a lead and increase the level until the specified level of degradation is observed or the specified immunity level is reached, whichever is first. The lead may be a signal, a control or mains lead. There are two variants of the method. Current injection is used to assess immunity to common mode (asymmetric) signals, the voltage injection method to assess immunity from differential mode (symmetric) signals. In general current injection is performed as a minimum since that mode is most vulnerable to radiated RF environments.

The general principle of the injection measurement is illustrated in figure 2. The effects of interference signals induced into a lead of an equipment in an actual situation are simulated by the injection of an unwanted signal through a suitable coupling unit.

In the case of current injection for unshielded leads, the unwanted current is injected in common mode into the conductors. In the case of coaxial or shielded cables the unwanted current is injected into the outer conductor or the shield of the cable also in common mode (see figure 2). The current flows through the EUT returning to the generator through the ground capacitance in parallel with the load impedances of the other terminals provided by coupling units. Note that in some cases a portion of the common mode signal is converted into differential mode, thus masking the true common-mode response. This may be a combination of common mode currents which affect the RF potential differences at opposite ends of the lead and cause a degradation of the wanted signal to unwanted signal ratios.

In the case of voltage injection, the signal is applied between two wires. Note that at frequencies approaching 100 MHz or greater, conducted immunity injection by both methods is difficult due to the impedances and resonant conditions of the EUT leads and loads.

5.1 Coupling units

The coupling units contain RF chokes, capacitors, and resistive networks for the injection of unwanted signals. The impedance of the unwanted signal voltage source and the load impedances are standardized and the coupling units are designed to provide this impedance. They also permit the passage of the wanted test signal, other signals, and mains supply. Construction details and performance checks of coupling units are contained in CISPR 16-1-2.

5.2 Installation de mesure

Il convient de spécifier de manière appropriée la disposition utilisée pour la mesure de l'immunité conduite, afin d'assurer la précision et la répétabilité. Il convient notamment de spécifier les points particuliers suivants:

- a) hauteur d'un matériel en essai au-dessus d'un plan de masse spécifié;
- b) disposition des câbles excédentaires pour les signaux et l'alimentation;
- c) longueur des câbles reliant le boîtier de couplage aux cordons de signalisation et d'alimentation;
- d) contrôle de la disposition de tous les composants utilisés c'est-à-dire du matériel en essai, de ses câbles, du boîtier de couplage, du plan de masse, des cordons d'interconnexion, de la source du signal, etc.;
- e) qualité des câbles c'est-à-dire des connexions de blindage, de l'impédance de transfert, etc.

On donne ci-dessous des détails supplémentaires pour de telles spécifications dans le cas de la mesure de l'immunité de récepteurs de télévision, à titre d'exemple.

Le récepteur de télévision est placé à 100 mm au-dessus du plan de masse métallique de 2 m sur 1 m. Les boîtiers de couplage sont insérés dans les différents câbles. Les câbles reliant les boîtiers de couplage au matériel en essai doivent être aussi courts que possible, particulièrement celui de l'entrée de l'antenne du matériel en essai, qui ne doit pas dépasser 300 mm.

Le cordon d'alimentation doit avoir une longueur de 300 mm. S'il dépasse cette dimension, il doit être replié en faisceau pour obtenir une longueur de 300 mm. Le cordon d'alimentation doit être fixé selon une disposition bien définie et notée dans le rapport d'essai. La distance entre les câbles et le plan de masse ne doit pas être inférieure à 30 mm.

Le nombre maximal de boîtiers de couplage utilisés lors d'un essai doit s'élever à six. Dans le cas des matériels en essai à plus de six bornes, les boîtiers de couplage doivent être utilisés pour au moins chacun des types de bornes présents.

NOTE Il convient que les comités de produits incluent ce type de détails dans la spécification de produits.

5.3 Méthode de mesure de l'immunité en entrée

Le signal perturbateur est appliqué aux bornes d'entrée du matériel en essai qui reçoivent normalement des signaux à fréquence radioélectrique de cette façon. Ce signal perturbateur est mélangé au signal utile. Les paragraphes suivants font ressortir les essais qui peuvent s'appliquer aux récepteurs de radiodiffusion sonore et de télévision, à titre d'exemple. Voir également la CISPR 13.

5.3.1 Mesure des récepteurs de radiodiffusion sonore

Pour ces mesures, la précision en fréquence de signaux perturbateurs et utiles doit être spécifiée, par exemple ± 1 kHz.

Le dispositif de mesure est représenté à la figure 3. Le générateur de signal perturbateur (1) et le générateur de signal utile (2) sont interconnectés au moyen d'un réseau de couplage (6). Afin d'éviter un brouillage mutuel entre les deux générateurs, la perte de couplage peut être accentuée avec des atténuateurs (7). La sortie du réseau de couplage, dont l'impédance de la source doit être spécifiée, doit être adaptée à celle de la borne d'entrée du matériel en essai par le réseau (8). La sortie audio est mesurée comme spécifié.

5.2 Measurement set-up

The arrangement used for conducted immunity measurements must be adequately specified to ensure accuracy and repeatability. Particular items to specify include:

- a) height of EUT above a specified ground plane;
- b) disposition of excess signal and power leads;
- c) length of leads connecting coupling unit to signal and power leads;
- d) control of lay-out of all components used, that is EUT, its leads, coupling unit, ground plane, interconnect leads, signal source, etc.;
- e) quality of leads, that is, shield connections, transfer impedance, etc.

More details on such specifications follow for the case of measuring the immunity of TV receivers, as an example.

The TV receiver is placed 100 mm above a metallic ground plane of dimensions 2 m by 1 m. The coupling units are inserted into the various leads, respectively. The leads linking the coupling units to the EUT shall be as short as possible, in particular the lead to the antenna input of the EUT shall be not longer than 300 mm.

The mains lead shall be 300 mm long. If longer, it shall be bundled to a length of 300 mm. The mains lead shall be fixed in a well-defined lay-out which shall be recorded in the test report. The distance between the leads and the ground plane shall be not less than 30 mm.

The maximum number of coupling units used in a test shall be six. In the case of EUTs with more than six terminals, coupling units shall be used for at least one of each type of terminals, if present.

NOTE Product committees should include such details in the product specification.

5.3 Method of measurement of input immunity

The unwanted signal is applied to the input terminals of EUTs that normally receive radio-frequency signals in that manner. This unwanted signal is mixed with the desired signal. The following subclauses highlight such tests as may apply to sound and television receivers, as examples. Also, see CISPR 13.

5.3.1 Measurement of sound receivers

For these measurements the wanted and the unwanted signal frequencies shall be specified in terms of accuracy, e.g., ± 1 kHz.

The measuring set-up is shown in figure 3. The unwanted signal generator (1) and the wanted signal generator (2) are interconnected by means of the coupling network (6). To avoid mutual interference between the two generators, the coupling loss can be increased with the attenuators (7). The output of the coupling network, the source impedance of which shall be specified, shall be matched to the input terminal of the EUT by the network (8). The audio output is measured as specified.

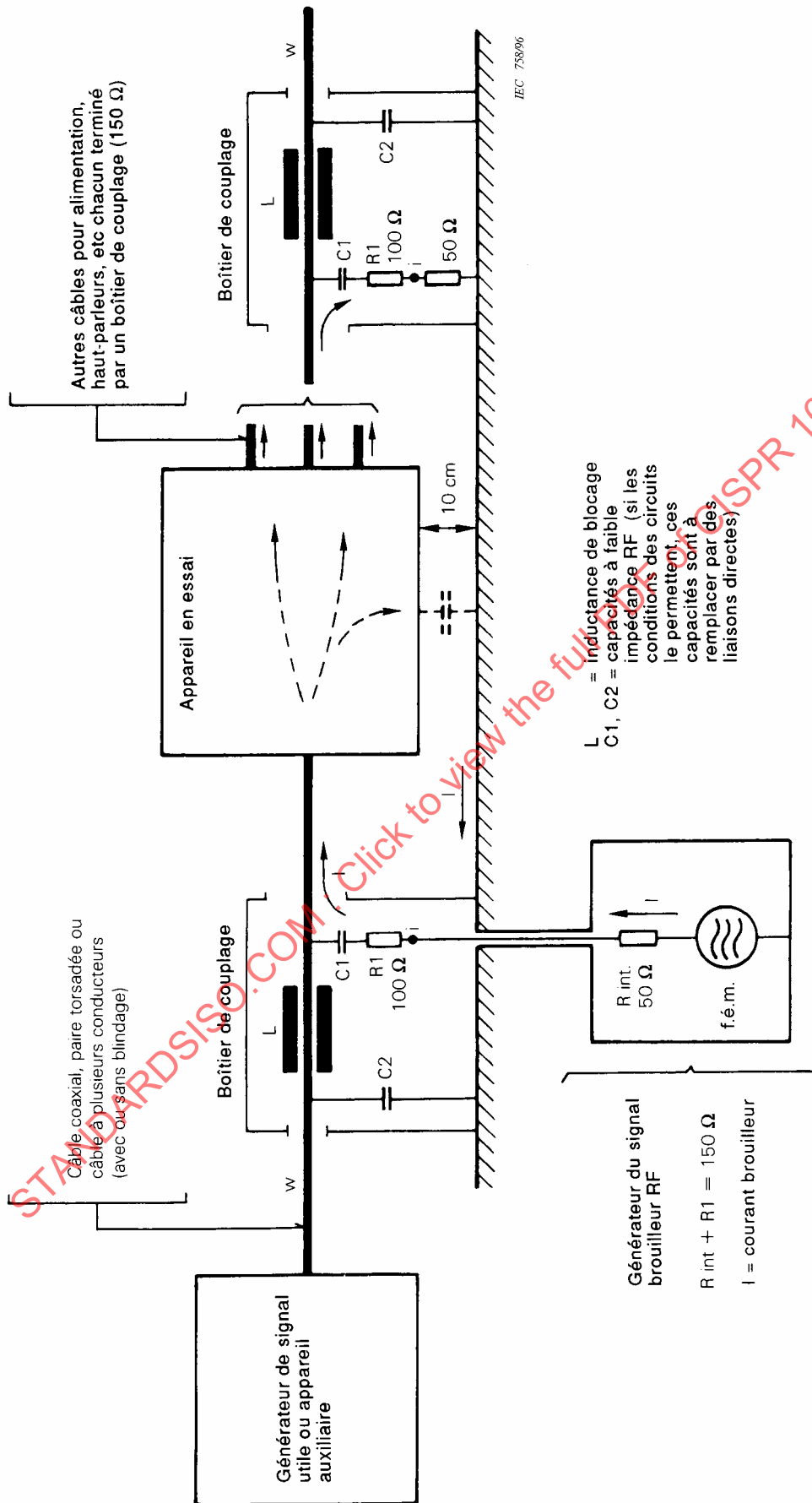


Figure 2 – Principe général de la méthode d'injection de courant

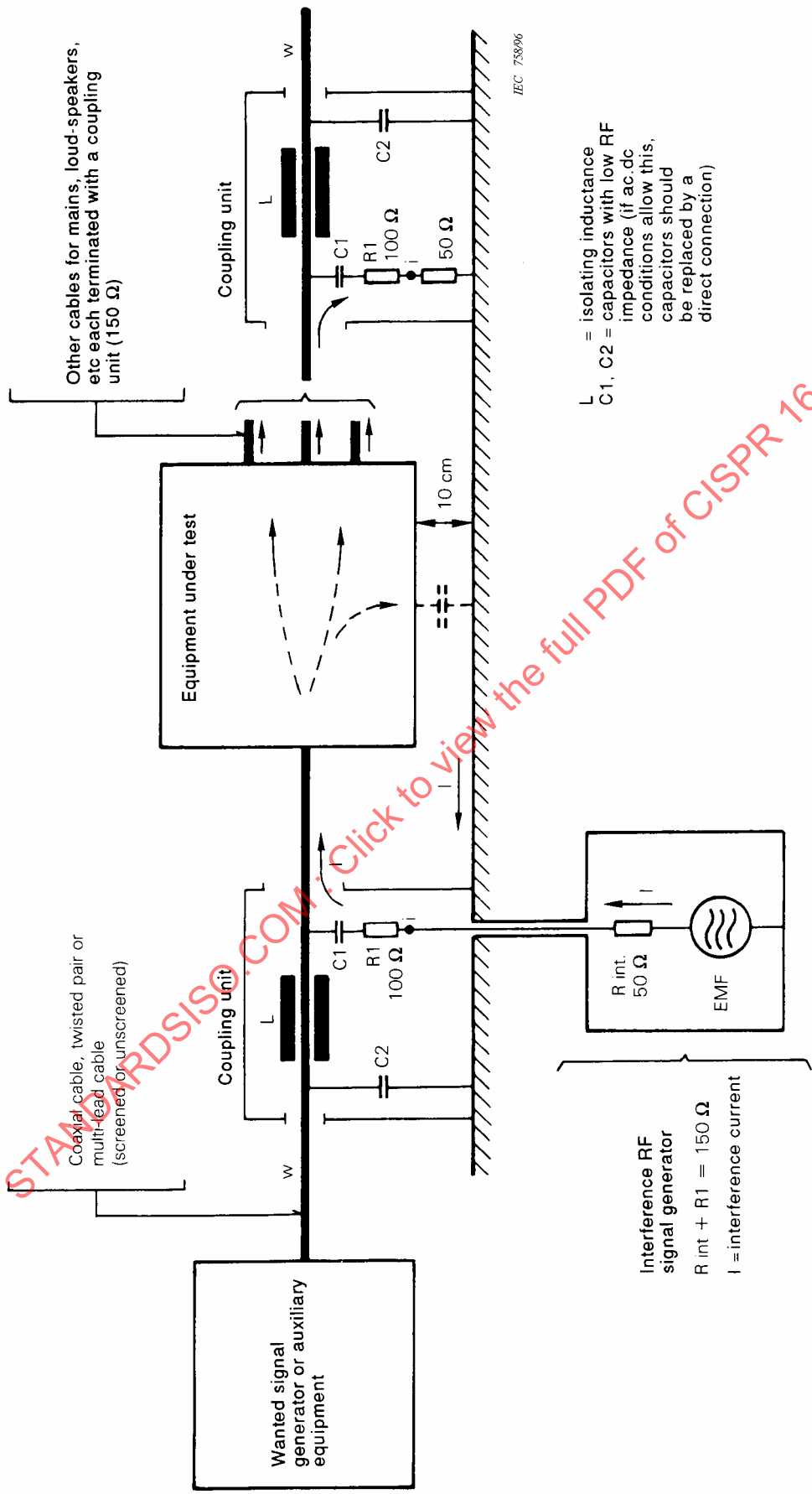


Figure 2 – General principle of the current-injection method

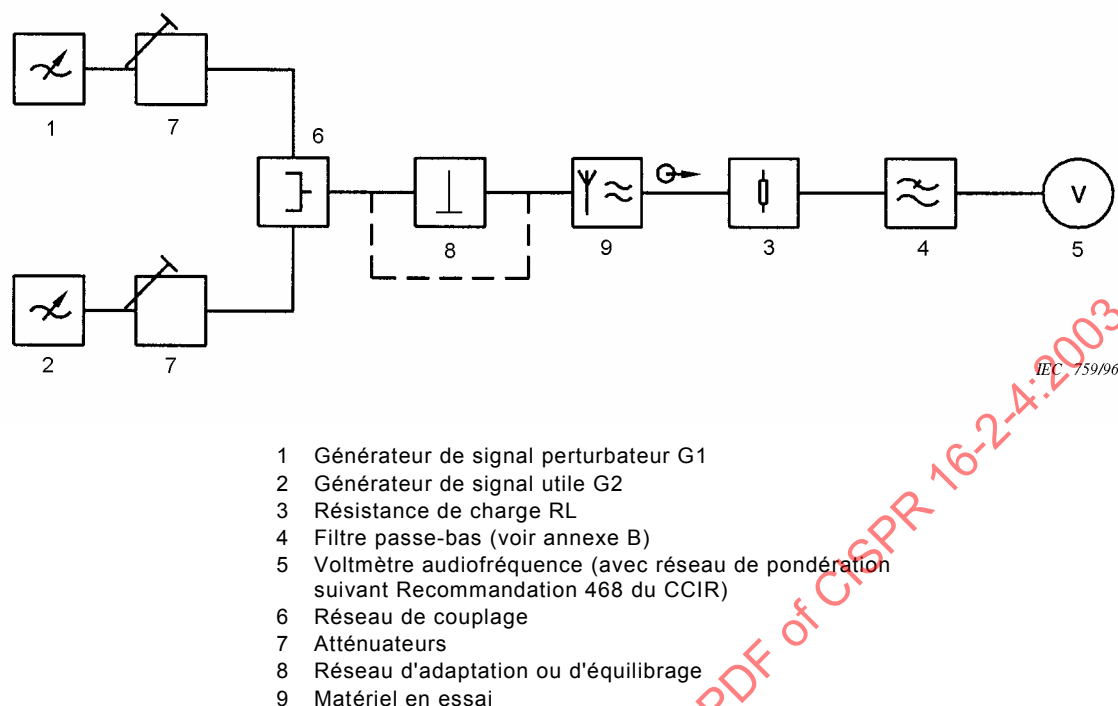


Figure 3 – Montage de mesure de l'immunité d'entrée des récepteurs de radiodiffusion sonore

5.3.2 Mesure des récepteurs de télévision

Le dispositif de mesure est représenté à la figure 4. Son principe de fonctionnement est similaire à celui de la figure 3 et les remarques du 5.3.1 s'appliquent. Le filtre passe-bas (10) est ajouté pour éviter l'influence des harmoniques des générateurs de signaux perturbateurs sur les résultats de mesure.

6 Méthode de mesure de l'immunité au champ électrique perturbateur rayonné

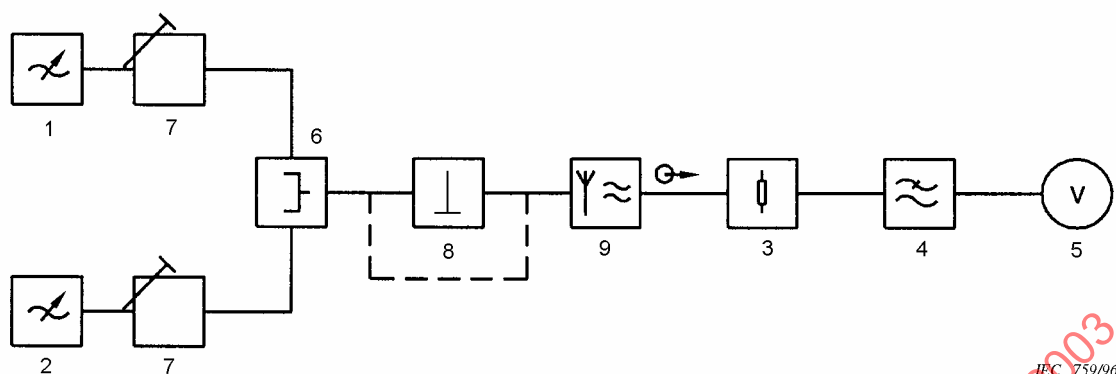
Les articles suivants définissent plusieurs méthodes de mesure de l'immunité au champ électrique perturbateur rayonné.

6.1 Mesure utilisant le mode TEM

Une onde électromagnétique homogène en espace libre peut être simulée par une onde guidée en mode TEM (électromagnétique transverse) se déplaçant entre deux surfaces plates conductrices parallèles. Dans ce cas, la composante électrique du champ est perpendiculaire aux conducteurs, et la composante magnétique est parallèle. Les dispositifs TEM peuvent être des lignes TEM ouvertes à plaques ou être de construction fermée, par exemple dispositif TEM ou GTEM. Des détails concernant les dispositifs TEM et lignes TEM ouvertes à plaques sont donnés dans la CISPR 16-1-2. La description du dispositif GTEM est à l'étude.

6.1.1 Installation de mesure utilisant la ligne TEM ouverte à plaques

La ligne TEM ouverte se compose de deux plaques parallèles suffisamment espacées pour correspondre à deux fois la hauteur électrique du matériel en essai. La structure métallique du matériel en essai dans le plan vertical constitue sa hauteur électrique. Les matériels en essai d'une hauteur électrique supérieure à la moitié de la distance entre les plaques parallèles peuvent charger la ligne TEM et introduire un effet significatif sur la valeur du champ électrique appliqué. Au-delà de la fréquence de coupure de la ligne TEM, il convient de noter la présence simultanée des composantes perpendiculaire et horizontale du champ électrique.



- 1 Unwanted signal generator G1
- 2 Wanted signal generator G2
- 3 Load resistor R_L
- 4 Low-pass filter (see annex B)
- 5 Audio-frequency voltmeter (with weighting network according to CCIR Recommendation 468)
- 6 Coupling network
- 7 Attenuators
- 8 Matching and/or balancing network
- 9 Equipment under test (EUT)

Figure 3 – Measuring set-up for input immunity measurement of sound broadcast receivers

5.3.2 Measurement of television receivers

The measuring set-up is shown in figure 4. The principle of operation is similar to the measuring set-up of figure 3 and the remarks in 5.3.1 apply. The low-pass filter (10) is added to prevent influence of the measuring results by harmonics of the unwanted signal generators.

6 Method of measurement of immunity to radiated electric field interference

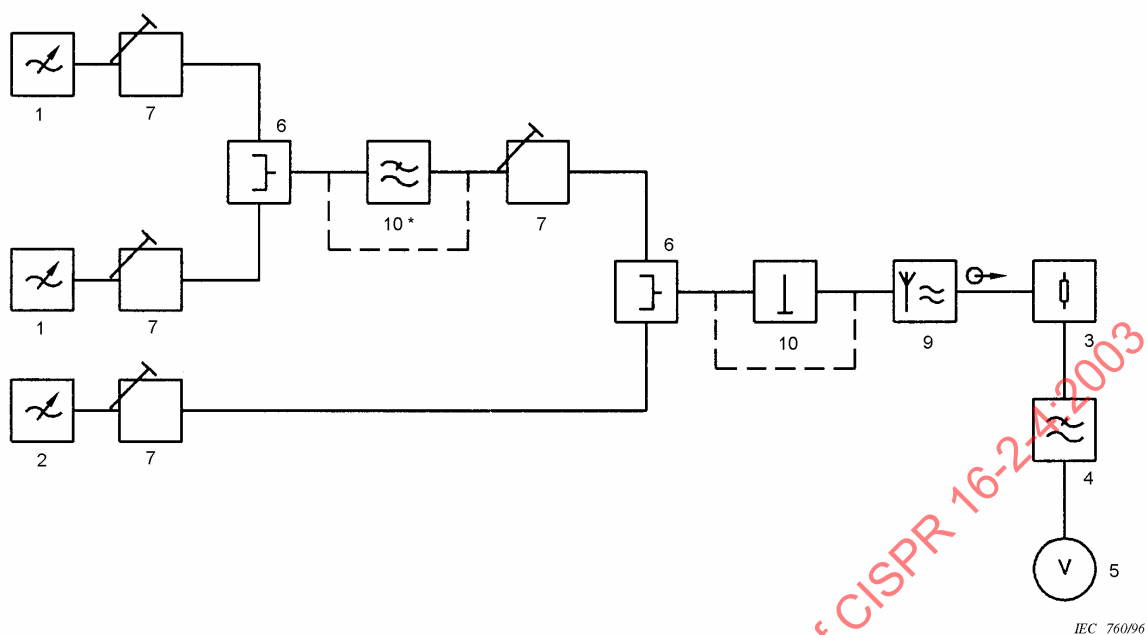
The following clauses delineate various methods of measurement of immunity to radiated electric field interference.

6.1 Measurements using the TEM mode

A homogeneous, electromagnetic wave under the free space conditions can be simulated by a guided wave of the TEM (transverse electromagnetic) mode travelling between two flat parallel conducting surfaces. In this case the electric field component is perpendicular, and the magnetic field component parallel, to the conductors. TEM devices may be of the open stripline or the closed construction, e.g. TEM or GTEM device. Details of the TEM and stripline devices are given in CISPR 16-1-2. The description of the GTEM device is under consideration.

6.1.1 Measurement set-up using the open stripline

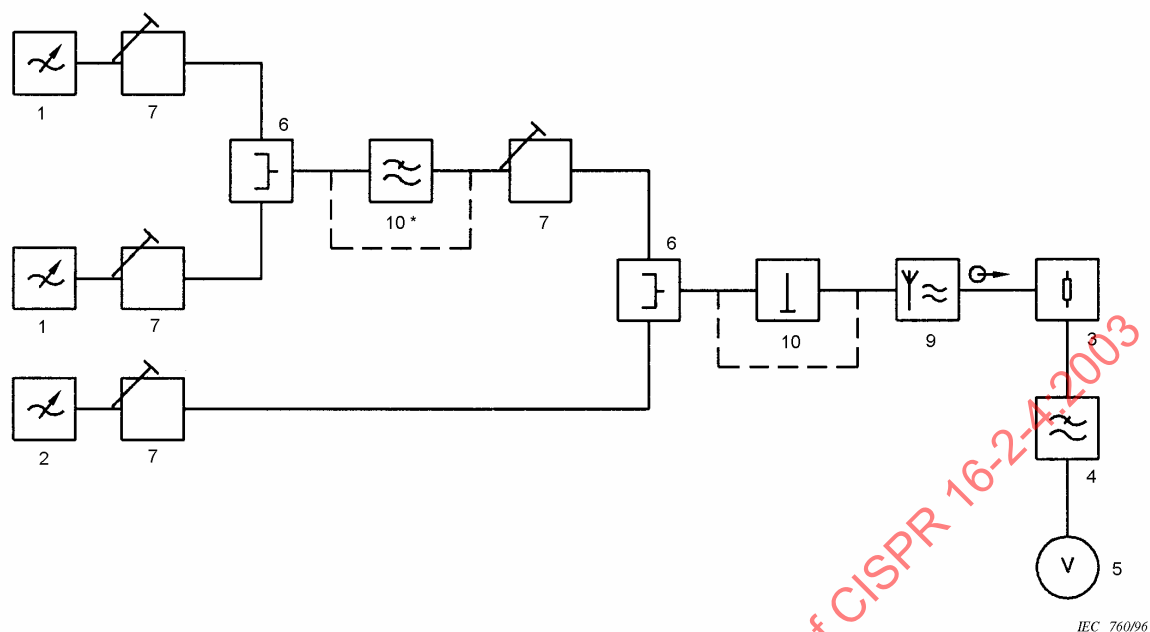
The open stripline consists of two parallel plates sufficiently spaced apart to accommodate twice the electrical height of an EUT. The metallic structure of the EUT in the vertical plane constitutes the electrical height of the EUT. EUTs whose electrical height is greater than half the parallel plate separation may load the stripline and introduce a significant effect on the applied electric field strength. It should be noted that above the cut-off frequency of the stripline, both perpendicular and horizontal electric field strength components are present.



- 1 Générateur de signal perturbateur G1
- 2 Générateur de signal utile G2
- 3 Résistance de charge RL
- 4 Filtre passe-bas
- 5 Voltmètre audiofréquence (avec réseau de pondération suivant Recommandation 468 du CCIR)
- 6 Réseaux de couplage
- 7 Atténuateurs
- 8 Réseau d'adaptation ou d'équilibrage
- 9 Matériel en essai
- 10 Filtre passe-bas*

* Pour éviter que les harmoniques du signal perturbateur n'influencent les mesures

Figure 4 – Montage de mesure de l'immunité d'entrée des récepteurs de télévision (voir 5.3.2)



- 1 Unwanted signal generators G1
- 2 Wanted signal generators G2
- 3 Load resistor RL
- 4 Low-pass filter
- 5 Audio-frequency voltmeter (with weighting network according to CCIR Recommendation 468)
- 6 Coupling networks
- 7 Attenuators
- 8 Matching and/or balancing network
- 9 Equipment under test (EUT)
- 10 Low-pass filter*

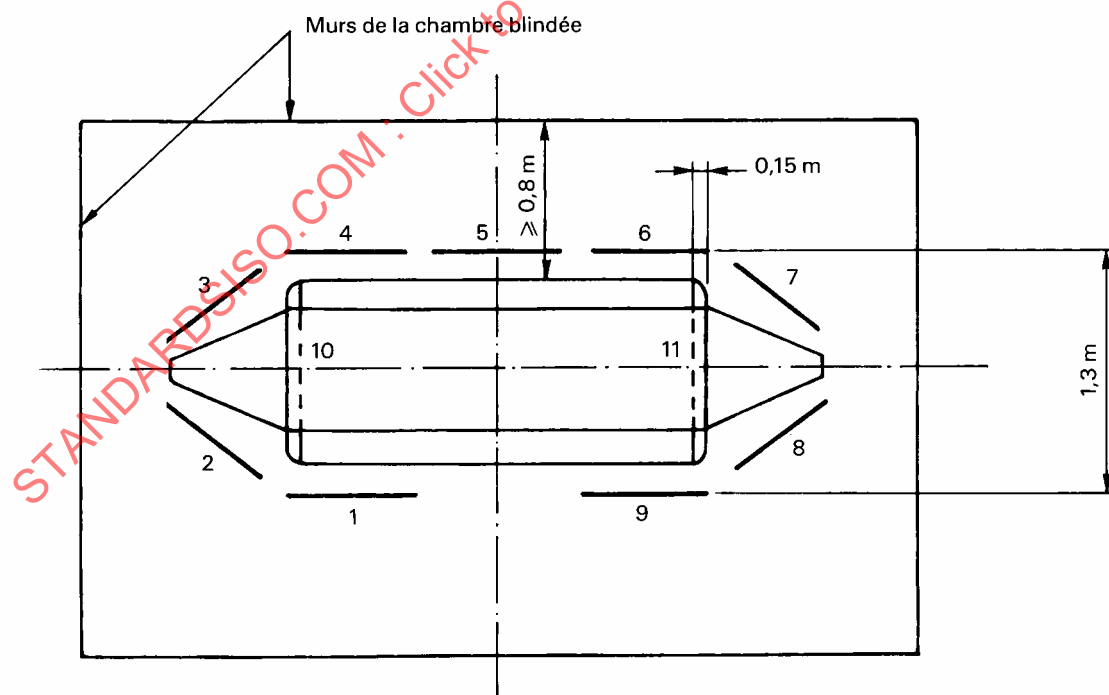
* To prevent influence of the measuring results by harmonics of the unwanted signal frequency

Figure 4 – Measuring set-up for input immunity measurement of television broadcast receivers (see 5.3.2)

Pour les matériels en essai qui satisfont aux limites de hauteur données ci-dessus et pour des essais généralement en dessous de 150 MHz, la disposition et les distances de ligne TEM suivantes sont recommandées:

- la base de la ligne TEM doit être placée sur des supports non métalliques à 0,80 m minimum au-dessus du sol, et la plaque conductrice supérieure doit être placée au minimum à 0,80 m du plafond;
- utilisée dans une salle, les bords latéraux de la ligne TEM doivent être placés au minimum à 0,80 m du mur ou d'autres objets. Utilisé dans une cage de Faraday, un matériau absorbant doit être placé dans l'espace situé entre les côtés de la ligne TEM et les murs de la cage de Faraday. La figure 5 montre la disposition de base;
- le matériel en essai est placé sur un support non métallique, à une hauteur de 100 mm, au centre de la ligne TEM (voir figure 6);
- les câbles de connexion du matériel en essai sont insérés par des trous dans la plaque conductrice de base de la ligne TEM. Les longueurs de câbles à l'intérieur d'une ligne TEM doivent être aussi courtes que possible et complètement entourées d'anneaux de ferrite, pour atténuer les courants induits. L'impédance de transfert des câbles coaxiaux utilisés ne doit pas être supérieure à 50 mΩ /m à 30 MHz;
- les transformateurs symétriques/non symétriques doivent être connectés au matériel en essai par des câbles aussi courts que possible;
- les bornes du matériel en essai non utilisées pendant la mesure doivent être fermées par des résistances blindées adaptées à l'impédance nominale de la borne.

Si un matériel en essai nécessite un autre matériel pour fonctionner correctement, ce matériel additionnel doit être considéré comme faisant partie du matériel de mesure et des précautions doivent être prises pour s'assurer qu'il n'est pas exposé à un signal perturbateur. Ces précautions peuvent comprendre une mise à la masse des blindages coaxiaux, un blindage et une insertion de filtre RF ou l'application d'anneaux de ferrite aux câbles de connexion.



1 à 11: plaques absorbantes de dimensions approximatives 0,8 m x 0,4 m

IEC 761/96

Figure 5 – Exemple de disposition d'une cellule TEM ouverte utilisant des panneaux absorbants à l'intérieur d'une chambre blindée de 3 m x 3,5 m

For the EUTs that meet the above height restriction and for testing generally under 150 MHz, the following arrangement and stripline distances are recommended:

- the base of the stripline shall be placed on non-metallic supports at least 0,8 m from the floor, and the top conductor plate shall be no closer than 0,8 m from the ceiling;
- when used in a room, the stripline shall be spaced at least 0,8 m from its open longitudinal sides to walls or other objects. When used inside a screened room, RF, absorbing material shall be placed in the space between the sides of the stripline and the walls of the screened room. Figure 5 shows the basic arrangements;
- the EUT is placed on a non-metallic support, 100 mm high, in the centre of the stripline (see figure 6);
- connecting leads to the EUT are inserted through holes in the base conductor plate of the stripline. The lengths of the leads inside the stripline shall be as short as possible and completely surrounded by ferrite rings to attenuate induced currents. The transfer impedance of coaxial cables used shall be not higher than 50 mΩ /m at 30 MHz;
- any balanced-to-unbalanced transformer used shall be connected to the EUT with leads as short as possible;
- terminals of the EUT not used during the measurement shall be terminated with shielded resistors matching the nominal terminal impedance.

If an EUT requires another apparatus in order to function properly that additional apparatus shall be considered as part of the measuring equipment and precautions shall be taken to ensure that the additional apparatus is not exposed to the unwanted signal. These precautions may include additional grounding of coaxial shields, shielding, and inserting of an RF filter on, or the application of ferrite rings to, the connecting cables.

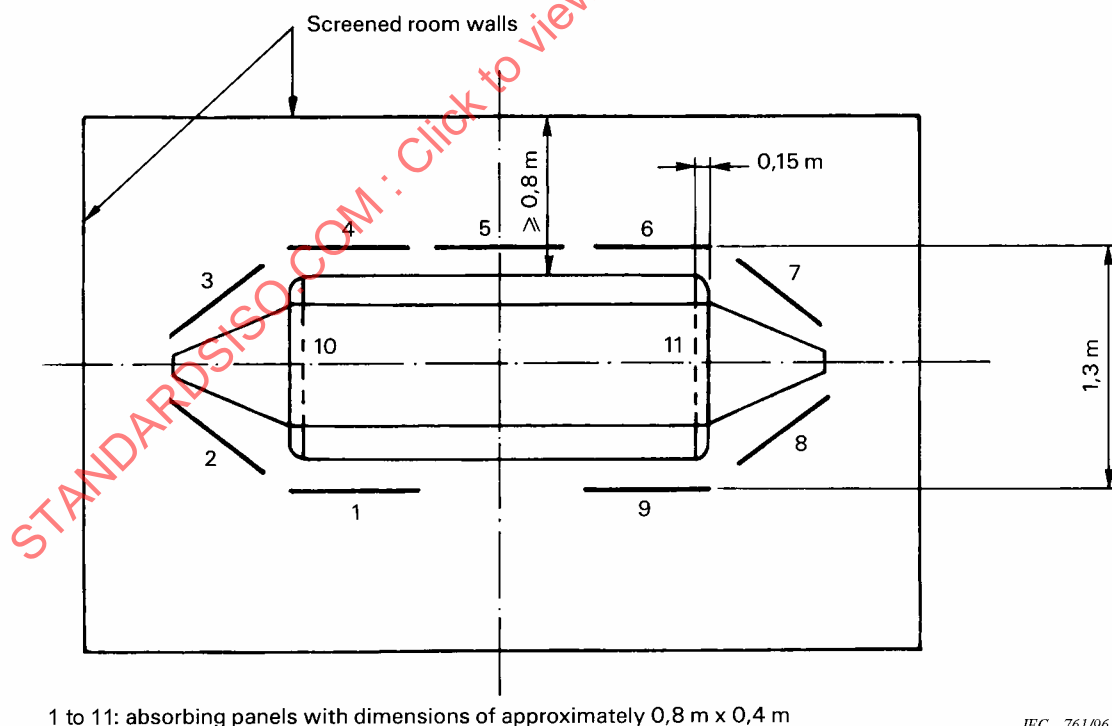


Figure 5 – Example of the arrangement of an open stripline TEM device in combination with absorbing panels inside a screened room with dimensions 3 m × 3.5 m

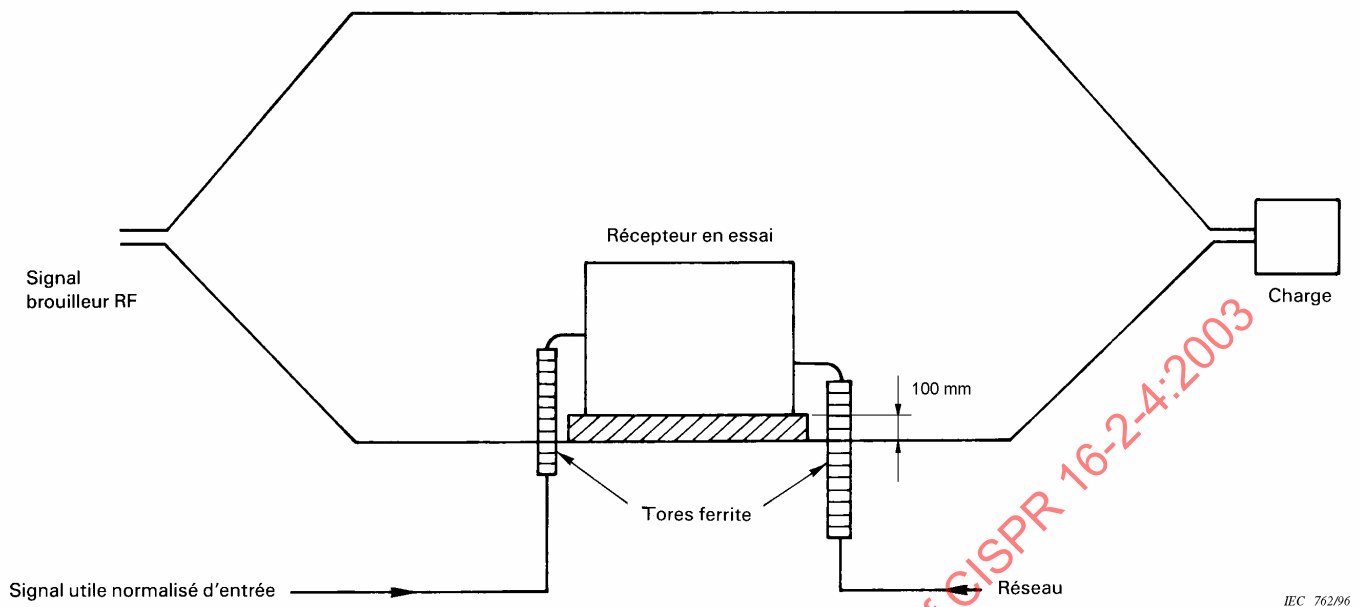


Figure 6 – Dispositif de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des récepteurs de radiodiffusion dans la gamme de fréquence 0,15 MHz – 150 MHz

6.1.1.1 Circuit de mesure pour les récepteurs

La figure 7 montre le circuit utilisé pour mesurer l'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore. Il s'agit là d'un exemple d'utilisation de la ligne TEM. Le signal d'essai utile est fourni par le générateur G2 connecté par un réseau adaptateur à l'entrée du matériel en essai.

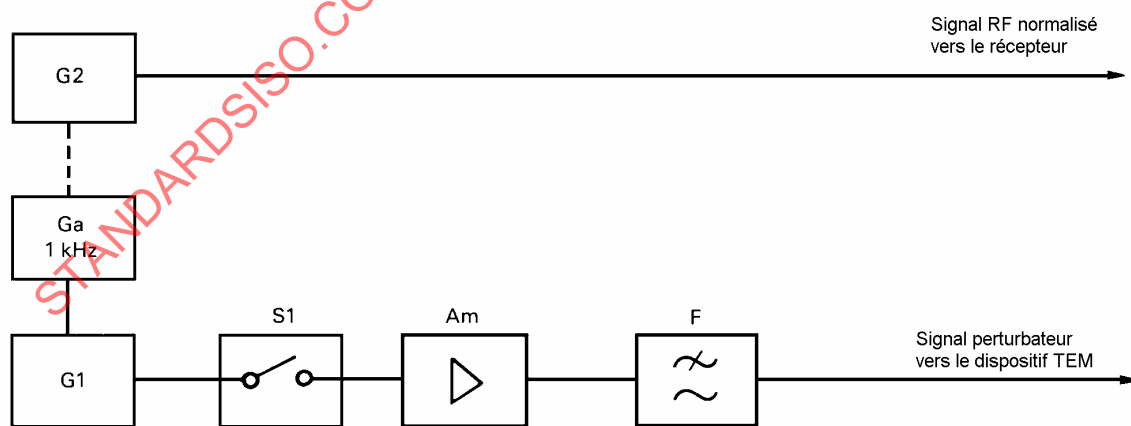


Figure 7 – Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des récepteurs de radiodiffusion sonore

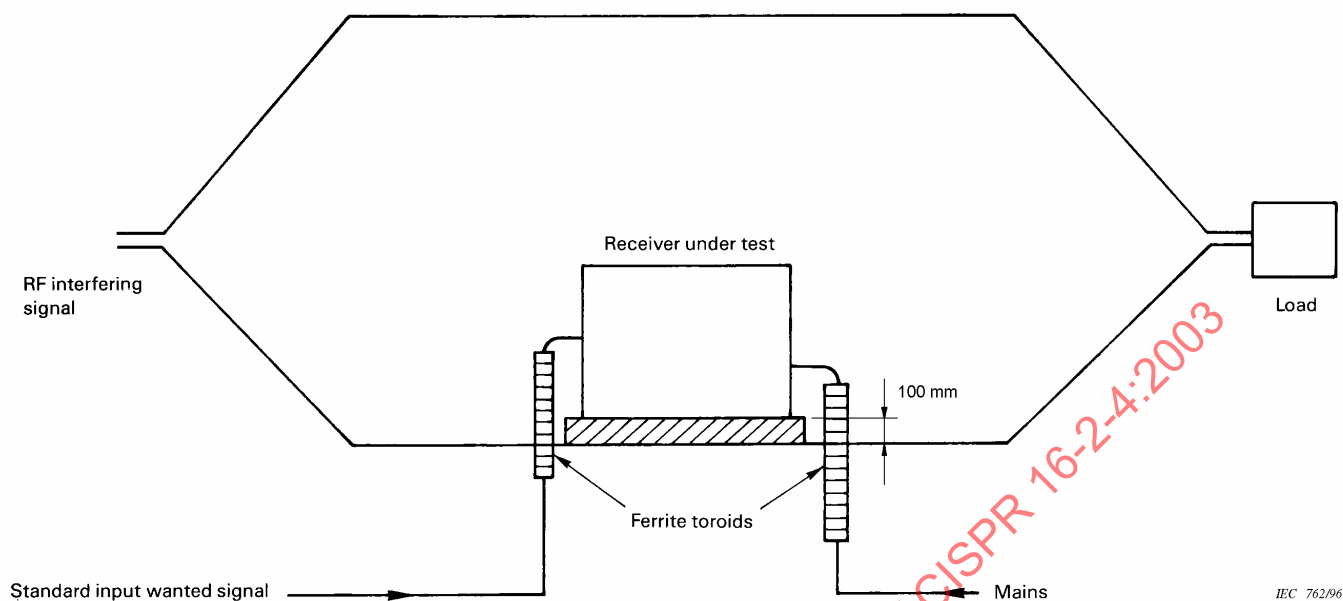


Figure 6 – Measuring set-up for the immunity of broadcast receivers to ambient fields in the frequency range of 0,15 MHz – 150 MHz

6.1.1.1 Measurement circuit for receivers

Figure 7 shows the circuit used for measuring the immunity of sound and broadcast receivers. This is an example of the use of the stripline. The wanted test signal is supplied by generator G2 and is connected through a matching network to the input of the EUT.

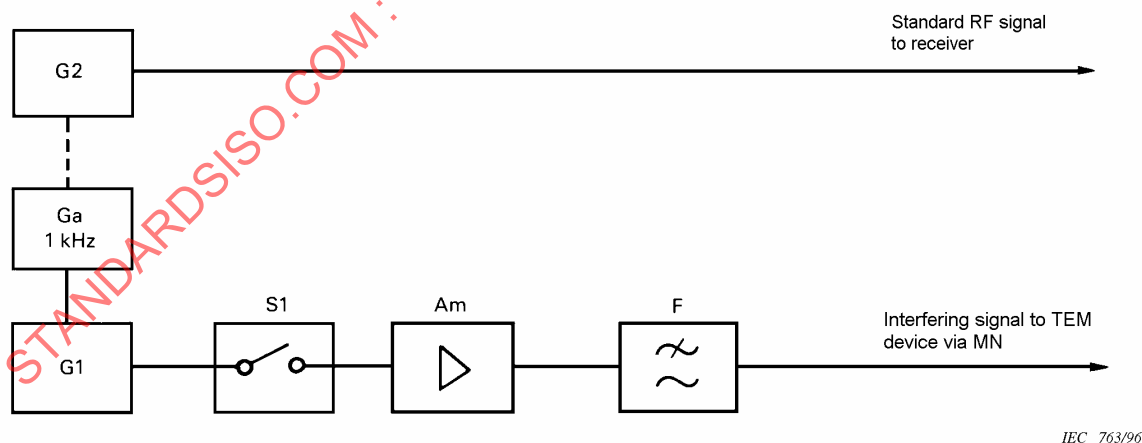


Figure 7 – Measuring circuit for the immunity of sound broadcast receivers to ambient fields

Le signal perturbateur est fourni par le générateur G1 connecté à un réseau adaptateur MN de la ligne TEM par l'interrupteur S1, l'amplificateur à large bande Am et le filtre passe-bas F. L'amplificateur à large bande Am peut être nécessaire pour obtenir la valeur de champ nécessaire. La ligne TEM est chargée par une impédance de terminaison.

On doit prendre soin de respecter le niveau d'harmoniques à la sortie RF du générateur G1, en particulier à la sortie de l'amplificateur à large bande Am. Les harmoniques sont susceptibles d'influencer la mesure s'ils coïncident avec d'autres réponses du matériel en essai. Dans le cas où le matériel en essai est un récepteur de télévision, les réponses à un harmonique peuvent se produire sur le canal d'accord ou à la fréquence intermédiaire du matériel en essai. Dans certains cas, des dispositions doivent être prises afin de réduire le niveau d'harmoniques de manière adéquate, en insérant un filtre passe-bas F qui puisse supporter la puissance d'entrée provenant de Am. Il convient de procéder à des vérifications spécifiques de l'aptitude de ces filtres.

Les niveaux de puissance de sortie audio doivent être mesurés comme spécifié dans les exigences relatives au produit.

6.1.2 Installation de mesure utilisant un dispositif TEM fermé

(A l'étude)

6.1.2.1 Circuit de mesure

(A l'étude)

6.2 Mesure utilisant des cages de Faraday avec absorbants

6.2.1 Introduction

Les cages de Faraday avec absorbants se composent d'une chambre standard blindée sur six côtés avec un matériau absorbant en RF appliqué aux quatre murs et au plafond. Généralement, le sol de la cage est non traité et agit comme plan de masse de référence pour les mesures. Pour assurer l'uniformité du champ, il peut être nécessaire d'ajouter un matériau absorbant au niveau du sol de la chambre. Le matériau absorbant se compose généralement de mousse imprégnée de carbone. On utilise également des tuiles de ferrite ou un mélange de tuiles de ferrite et de mousse imprégnée de carbone. Ces deux matériaux dissipent l'énergie indésirable incidente sur la surface sous forme de chaleur. Pour des niveaux d'immunité à forte puissance, il convient de se préoccuper de ne pas dépasser la dissipation de chaleur des matériaux. Des traitements ignifugeants spéciaux sont disponibles pour ces matériaux.

6.2.2 Taille

La taille des cages de Faraday avec absorbants dépend de plusieurs facteurs:

- a) l'espace d'essai nécessaire pour le matériel en essai;
- b) le volume nécessaire pour placer l'antenne émettrice et sa/ses hauteur(s) requise(s) au-dessus du plan de masse;
- c) la taille du matériau absorbant;
- d) la distance entre l'antenne et le matériel en essai;
- e) la distance entre le matériel en essai ou l'antenne et le matériau absorbant le plus proche;
- f) les dimensions nécessaires pour la chambre afin d'atteindre la précision et l'uniformité souhaitées du champ dans l'emplacement d'essai.

La taille du matériau absorbant nécessaire est fonction de l'atténuation à obtenir pour les réflexions parasites. Ce matériau, généralement de forme pyramidale pour la mousse de

The unwanted signal is supplied by generator G1 and is connected through switch S1, wide-band amplifier Am, and low-pass filter F to a matching network MN of the stripline. The wide-band amplifier Am may be required to provide the necessary field strength. The stripline is loaded with a terminating impedance.

Care shall be taken with respect to the harmonic level of the RF output of the generator G1 and in particular the output of the wide-band amplifier Am. Harmonics may influence the measurement if they coincide with other responses of the EUT. For the case where the EUT is a TV receiver, such responses from a harmonic may be at the tuned channel or the i.f. channel of the EUT. In some cases provisions shall be made to reduce the harmonic level adequately by inserting a suitable low-pass filter F that can handle the input power from the Am. Specific checks of the suitability of these filters should be made.

The audio output power levels shall be measured as specified in the product requirements.

6.1.2 Measurement set-up using a closed TEM device

(Under consideration)

6.1.2.1 Measurement circuit

(Under consideration)

6.2 Measurement using absorber-lined shielded rooms

6.2.1 Introduction

Absorber-lined shielded rooms are comprised of a standard six-sided shielded room which has some form of RF-absorbent material applied to the four walls and ceiling. Generally, the shielded room floor is untreated and acts as the reference ground plane for measurements. For field uniformity, the floor of the room may also require the addition of absorber material. The absorber material is generally comprised of carbon-impregnated foam. Other material includes ferrite tiles or combinations of ferrite tiles and carbon-impregnated foam. Both materials dissipate the undesirable energy impinging on its surface in the form of heat. For high power immunity levels, due concern for exceeding the heat dissipation rating of the absorbing material should be given. Special fire-retardant treatments are available for the material.

6.2.2 Size

The size of absorber-lined shielded rooms depends on several factors:

- a) test area needed for the EUT system;
- b) volume necessary to accommodate the transmitting antenna and its required height(s) above the ground plane;
- c) size of the absorber material;
- d) separation between the antenna and EUT;
- e) separation between the EUT and antenna from the closest absorbing material;
- f) the dimensional sizes of the chamber required to give the required accuracy and uniformity of immunity field in the test area.

The size of the absorber-lining material needed is a function of the amount of suppression required of the undesired reflections. Such material which is generally pyramidal in shape for