

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
20

Troisième édition
Third edition
1996-02

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

**Limites et méthodes de mesure des
caractéristiques d'immunité des récepteurs
de radiodiffusion et de télévision
et équipements associés**

**Limits and methods of measurement
of immunity characteristics of sound
and television broadcast receivers
and associated equipment**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 20: 1996

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

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

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027 ou CEI 60617, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications du CISPR

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les publications du CISPR.

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

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

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

Graphical and letter symbols

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

- IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027 or IEC 60617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

CISPR publications

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

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
20

Troisième édition
Third edition
1996-02

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

**Limites et méthodes de mesure des
caractéristiques d'immunité des récepteurs
de radiodiffusion et de télévision
et équipements associés**

**Limits and methods of measurement
of immunity characteristics of sound
and television broadcast receivers
and associated equipment**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
 Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Valeurs limites de l'immunité	8
4.1 Immunité externe	8
4.2 Immunité interne	16
4.3 Limite de l'efficacité du blindage	26
5 Méthodes de mesure	26
5.1 Généralités	26
5.2 Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	32
5.3 Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 MHz à 1 GHz	52
5.4 Mesure de l'immunité aux courants à RF induits dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	58
5.5 Mesure de l'immunité aux tensions à RF induites dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	64
5.6 Mesure de l'immunité interne	68
5.7 Mesure de l'efficacité du blindage	70
6 Interprétation des limites de l'immunité spécifiées par le CISPR	76
6.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR	76
6.2 Conformité aux limites sur base statistique	76
 Figures	 80
 Annexes	
A Etalonnage de la cellule TEM	114
B Dispositifs de couplage et filtre passe-bas pour la mesure de l'immunité aux courants RF dans la gamme de 150 kHz à 150 MHz	116
C Guide pour l'essai des récepteurs de télévision	124

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Limits of immunity	9
4.1 External immunity	9
4.2 Internal immunity	17
4.3 Limit of screening effectiveness	27
5 Methods of measurement	27
5.1 General	27
5.2 Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	33
5.3 Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 MHz to 1 GHz	53
5.4 Measurement of the immunity to RF induced currents in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	59
5.5 Measurement of the immunity to RF induced voltages in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	65
5.6 Measurement of internal immunity	69
5.7 Measurement of the screening effectiveness	71
6 Interpretation of CISPR immunity limits	77
6.1 Significance of a CISPR limit	77
6.2 Compliance with limits on a statistical basis	77
Figures	80
Annexes	
A Calibration of the TEM device	115
B Coupling units and low-pass filter for the measurement of the immunity to RF currents in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	117
C Guide to the testing of television receivers	125

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES
D'IMMUNITÉ DES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION ET
DE TÉLÉVISION ET ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels du CISPR en ce qui concerne les questions techniques, préparées par des sous-comités où sont représentés tous les Comités nationaux et les autres organisations membres du CISPR s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux et les autres organisations membres du CISPR.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, le CISPR exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte des recommandations du CISPR, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre les recommandations du CISPR et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CISPR 20 a été établie par le sous-comité E du CISPR: Perturbations relatives aux récepteurs radioélectriques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1990 ainsi que l'amendement 1 (1990), l'amendement 2 (1993) et l'amendement 3 (1994), et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition de la CEI CISPR 20, des amendements 1, 2 et 3 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/E/113A/FDIS	CISPR/E/126/RVD

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

Il est prévu de modifier cette norme ultérieurement, selon l'expérience acquise au cours de son application.

L'annexe B fait partie intégrante de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT OF
IMMUNITY CHARACTERISTICS OF SOUND AND TELEVISION
BROADCAST RECEIVERS AND ASSOCIATED EQUIPMENT**

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the CISPR on technical matters, prepared by sub-committees on which all the National Committees and other Member Organizations of the CISPR having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees and other Member Organizations of the CISPR in that sense.

3) In order to promote international unification, the CISPR expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the CISPR recommendations for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the CISPR recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

International Standard CISPR 20 has been prepared by CISPR sub-committee E: Interference relating to radio receivers.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1990, and amendment 1 (1990), amendment 2 (1993) and amendment 3 (1994) and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the second edition of IEC CISPR 20, amendments 1, 2 and 3 and the following documents.

FDIS	Report on voting
CISPR/E/113A/FDIS	CISPR/E/126/RVD

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

This standard is expected to be amended in the future, as dictated by experience gained from its use.

Annex B forms an integral part of this standard.

Annexes A and C are for information only.

LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES D'IMMUNITÉ DES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION ET DE TÉLÉVISION ET ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS

1 Domaine d'application et objet

La présente publication concerne l'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore et visuelle et des équipements associés vis-à-vis des champs électromagnétiques ambiantes, courants et tensions induits. La gamme de fréquences considérée s'étend de 150 kHz à 1 GHz.

La présente publication décrit les méthodes de mesure et spécifie des valeurs limites applicables aux récepteurs de radiodiffusion sonore et visuelle et aux équipements qui leur sont associés vis-à-vis de leurs caractéristiques d'immunité aux signaux brouilleurs.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CISPR 16: 1987, *Spécification du CISPR pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques*

CISPR 16-1: 1993, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CEI 50(161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 94-2: 1994, *Systèmes d'enregistrement et de lecture sur bandes magnétiques – Partie 2: Bandes magnétiques étalons*

CEI 96-1: 1986, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 1: Prescriptions générales et méthodes de mesure*
Amendement 2 (1993)

CEI 98: 1987, *Disques audio analogiques et appareils de lecture*

CCIR Recommandation 471: *Nomenclature et description des signaux de barres de couleur*

CCIR Recommandation 500: *Méthode d'évaluation subjective de la qualité des images de télévision*

LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT OF IMMUNITY CHARACTERISTICS OF SOUND AND TELEVISION BROADCAST RECEIVERS AND ASSOCIATED EQUIPMENT

1 Scope and object

This publication is applicable to the immunity of sound and television broadcast receivers and associated equipment to ambient electromagnetic fields, induced currents and voltages. The frequency range covered extends from 150 KHz to 1 GHz.

This publication describes the methods of measurement and specified limits applicable to sound and television receivers and to associated equipment with regard to their immunity characteristics to interfering signals.

2 Normative references

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

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

CISPR 16: 1987, *CISPR specification for radio interference measuring apparatus and measurement methods*

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

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electro-magnetic compatibility*

IEC 94-2: 1994, *Magnetic tape sound recording and reproducing systems – Part 2: Calibration tapes*

IEC 96-1: 1986, *Radio-frequency cables – Part 1: General requirements and measuring methods*
Amendment 2 (1993)

IEC 98: 1987, *Analogue audio disk records and reproducing equipment*

CCIR Recommendation 471: *Nomenclature and description of colour bar signals*

CCIR Recommendation 500: *Method for the subjective assessment of the quality of television pictures*

3 Définitions

Les définitions contenues dans la CEI (50)161 s'appliquent à cette publication.

3.1 Immunité externe: Aptitude d'un récepteur ou des équipements associés à fonctionner sans dégradation de qualité en présence de perturbations électromagnétiques autres que celles apparaissant aux bornes d'entrée d'antenne.

3.2 Immunité interne: Aptitude d'un récepteur ou des équipements associés à fonctionner sans dégradation de qualité en présence de perturbations électromagnétiques apparaissant aux bornes d'entrées d'antenne.

L'immunité d'un récepteur ou des équipements associés est caractérisée par le niveau du signal brouilleur qui, dans des conditions définies, produit une dégradation spécifiée de l'image ou de son du récepteur.

efficacité du blindage (la définition est à l'étude).

Pour des raisons pratiques dans la présente publication, la dégradation spécifiée de l'image est le brouillage juste perceptible; la dégradation spécifiée du son est définie par la mesure du rapport signal utile sur signal brouilleur. Pour ces raisons et pour un fonctionnement normal de l'équipement, il est généralement nécessaire d'appliquer au récepteur un signal d'entrée normalisé.

Dans l'immunité externe on peut distinguer:

- l'immunité aux champs ambiants;
- l'immunité aux courants induits;
- l'immunité aux tensions induites.

4 Valeurs limites de l'immunité

4.1 Immunité externe

NOTE - Les limites pour les équipements associés sont à l'étude.

4.1.1 Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquence de 0,15 MHz à 150 MHz

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.2.

Tableau 1 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction audio des récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μ V/m)
0,15 à 150	125

3 Definitions

For the purpose of this publication, the definitions contained in IEC 50(161) apply.

3.1 external immunity: Ability of a receiver or associated equipment to perform without degradation in the presence of electromagnetic disturbances entering other than via its antenna input terminals.

3.2 internal immunity: Ability of a receiver or associated equipment to perform without degradation in the presence of electromagnetic disturbances entering via its antenna input terminals.

The immunity of a receiver or associated equipment is characterized by the level of an interfering signal that under specified conditions produces a specified degradation of the picture or of the sound of the receiver.

screening effectiveness (the definition is under consideration).

For practical reasons the specified degradation of the picture in this publication is a just perceptible interference and the specified degradation of the sound is a measured signal-to-disturbance ratio. For these reasons and for normal operation of the equipment it is generally necessary to supply the receiver with a standard input signal.

The external immunity can be distinguished as:

- immunity to ambient fields;
- immunity to induced currents;
- immunity to induced voltages.

4 Limits of Immunity

4.1 External immunity

NOTE -- Limits for associated equipment are under consideration.

4.1.1 *Limits of immunity to ambient electromagnetic field in the frequency range 0,15 MHz to 150 MHz*

Measurements shall be made in accordance with 5.2.

Table 1 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields of audio functions of sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
0,15 to 150	125

Tableau 2 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction réception de la radiodiffusion sonore en bande métrique

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
0,15 à 150	125
Excepté les bandes de fréquence:	
$(f_i - 0,5)$ à $(f_i + 0,5)$	101
$(f_o - 0,5)$ à $(f_o + 0,5)$	109
$(f_{im} - 0,5)$ à $(f_{im} + 0,5)$	109
87,5 à 108 ¹⁾	109
Le canal reçu	A l'étude
¹⁾ La gamme de fréquence de 87,5 MHz à 108 MHz peut varier selon l'utilisation de la bande à modulation de fréquence sur le plan national. NOTE – f_i est la fréquence intermédiaire ($\approx 10,7$ MHz) $f_o = f_t \pm f_i$ est la fréquence de l'oscillateur local $f_{im} = f_t \pm 2f_i$ est la fréquence image f_t est la fréquence d'accord où le signe «+» s'applique quand $f_o > f_i$ le signe «-» s'applique quand $f_o < f_i$.	

Tableau 3 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction réception de la radiodiffusion sonore en bande métrique

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
0,15 à 47	125
Excepté les bandes de fréquence:	
$(f_c - 1,5)$ à $(f_c + 1,5)$	101
$(f_s - 0,5)$ à $(f_s + 0,5)$	101
$(f_i - 2)$ à $(f_v + 2)$ ¹⁾	101
$(f_v - 2)$ à $(f_i + 2)$ ²⁾	101
47 à 150 ³⁾	109 ⁴⁾ 125 ⁵⁾
Excepté le canal reçu	A l'étude
¹⁾ Pour les systèmes B, D, G, K, I, L, M. ²⁾ Seulement pour le système L. ³⁾ La fréquence de 47 MHz peut varier selon l'utilisation de cette bande de fréquence sur le plan national. ⁴⁾ Pour les récepteurs de télévision avec la fonction réception dans cette bande. ⁵⁾ Pour les récepteurs de télévision sans la fonction réception dans cette bande. NOTE – f_i fréquence intermédiaire son f_v fréquence intermédiaire image f_s fréquence porteuse son f_c fréquence de la sous-porteuse couleur	

Table 2 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields of VHF band II reception functions of sound receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
0,15 to 150	125
Except frequency bands:	
$(f_i - 0,5)$ to $(f_i + 0,5)$	101
$(f_o - 0,5)$ to $(f_o + 0,5)$	109
$(f_{im} - 0,5)$ to $(f_{im} + 0,5)$	109
87,5 to 108 ¹⁾	109
The tuned channel	Under consideration
¹⁾ The frequency range 87,5 MHz to 108 MHz can be varied depending on the use of the FM frequency band on a national basis. NOTE – f_i is the intermediate frequency ($\approx 10,7$ MHz) $f_o = f_t \pm f_i$ is the local oscillator frequency $f_{im} = f_t \pm 2f_i$ is the image frequency f_t is the tuned frequency where sign "+" applies when $f_o > f_t$; sign "-" applies when $f_o < f_t$.	

Table 3 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields reception functions of television receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
0,15 to 47	125
Except frequency bands:	
$(f_c - 1,5)$ to $(f_c + 1,5)$	101
$(f_s - 0,5)$ to $(f_s + 0,5)$	101
$(f_i - 2)$ to $(f_v + 2)$ ¹⁾	101
$(f_v - 2)$ to $(f_i + 2)$ ²⁾	101
47 to 150 ³⁾	109 ⁴⁾ 125 ⁵⁾
Except the tuned channel	Under consideration
1) For systems B, D, G, K, I, L, M. 2) Only for system L. 3) The frequency 47 MHz can be varied depending on the use of this frequency range on a national basis. 4) For television receivers with reception function in this frequency range. 5) For television receivers without reception function in this frequency range. NOTE – f_i sound intermediate frequency f_v vision intermediate frequency f_s intercarrier sound frequency f_c colour sub-carrier frequency	

4.1.2 Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquence de 150 MHz à 1 GHz

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.3.

Tableau 4 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction audio des récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
150 à 1 000	A l'étude

Tableau 5 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction réception de la radiodiffusion sonore en bande magnétique

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
150 à 1 000	A l'étude

Tableau 6 – Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction réception des récepteurs de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
150 à 1 000	A l'étude

4.1.3 Limites de l'immunité aux courants à RF induits dans la gamme de fréquence de 0,15 MHz à 150 MHz

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.4.

Tableau 7 – Limites de l'immunité aux courants à RF induits aux bornes du réseau, haut-parleur et casque pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m) (f.é.m.)
0,15 à 1,6	A l'étude
1,6 à 30	A l'étude
30 à 85	A l'étude
85 à 150	A l'étude

4.1.2 Limits of immunity to ambient electromagnetic field in the frequency range 150 MHz to 1 GHz

Measurements shall be made in accordance with 5.3.

Table 4 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields of audio functions of sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
150 to 1 000	Under consideration

Table 5 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields of VHF Band II reception functions of sound receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
150 to 1 000	Under consideration

Table 6 – Limits of immunity to ambient electromagnetic fields reception functions of television receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m)
150 to 1 000	Under consideration

4.1.3 Limits of immunity to RF induced currents in the frequency range 0,15 MHz to 150 MHz

Measurements shall be made in accordance with 5.4.

Table 7 – Limits of immunity to RF Induced currents of mains, loudspeaker, and headphone terminals for sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μV/m) (e.m.f.)
0,15 to 1,6	Under consideration
1,6 to 30	Under consideration
30 to 85	Under consideration
85 to 150	Under consideration

Tableau 8 – Limites de l'immunité aux courants à RF induits aux bornes de l'antenne pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m) (f.é.m.)
0,15 à 26	A l'étude
26 à 30	126
30 à 150	A l'étude

4.1.4 Limites de l'immunité aux tensions à RF induites dans la gamme de fréquence de 0,15 MHz à 150 MHz

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.5, à l'exclusion du canal reçu et des bandes de fréquence indiquées «excepté» dans le tableau 2 ou le tableau 3, selon le cas.

Tableau 9 – Limites de l'immunité aux courants à RF induits aux bornes d'entrée et sortie audio (excepté les bornes haut-parleur et casque) pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m) (f.é.m.)
0,15 à 1,6	A l'étude
1,6 à 30	A l'étude
30 à 150	A l'étude

Tableau 10 – Limites de l'immunité aux tensions à RF induits aux bornes du réseau, haut-parleur et casque pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m) (f.é.m.)
0,15 à 30	130
30 à 100	120
100 à 150 ¹⁾	120-110
¹⁾ Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence.	

Tableau 11 – Limites de l'immunité aux tensions à RF induits aux bornes d'entrée et sortie audio (excepté les bornes haut-parleur et casque) pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m) (f.é.m.)
0,15 à 1,6 ¹⁾	80-90
1,6 à 20 ¹⁾	90-120
20 à 100	120
100 à 150 ²⁾	120-110
¹⁾ Augmentant linéairement avec le logarithme de la fréquence.	
²⁾ Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence.	

Table 8 – Limits of immunity to RF induced currents of antenna terminals for sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μ V/m) (e.m.f.)
0,15 to 26	Under consideration
26 to 30	126
30 to 150	Under consideration

4.1.4 Limits of immunity to RF induced currents in the frequency range 0,15 MHz to 150 MHz

Measurements shall be made in accordance with 5.5, excluding the tuned channel and the frequency bands indicated under "Except" in table 2 or table 3, as appropriate.

Table 9 – Limits of immunity to RF Induced currents of audio input and output terminals (except loudspeaker and headphone terminals) for sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μ V/m) (e.m.f.)
0,15 to 1,6	Under consideration
1,6 to 30	Under consideration
30 to 150	Under consideration

Table 10 – Limits of immunity to RF induced voltage of mains loudspeaker and headphone terminals for sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μ V/m) (e.m.f.)
0,15 to 30	130
30 to 100	120
100 to 150 ¹⁾	120-110
¹⁾ Decreasing linearly with the logarithm of the frequency.	

Table 11 – Limits of immunity to RF induced voltage of audio input and output terminals (except loudspeaker and headphone terminals) for sound and television receivers

Frequency MHz	Level dB(μ V/m) (e.m.f.)
0,15 to 1,6 ¹⁾	80-90
1,6 to 20 ¹⁾	90-120
20 to 100	120
100 to 150 ²⁾	120-110
¹⁾ Increasing linearly with the logarithm of the frequency.	
²⁾ Decreasing linearly with the logarithm of the frequency.	

4.2 Immunité interne

L'immunité des appareils mesurés doit être égale ou supérieure aux limites indiquées en 4.2.1 à 4.2.4 quand ces mesures sont faites en utilisant les méthodes indiquées en 5.6.

Aux fréquences de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.

Les valeurs limites correspondent à une valeur nominale d'impédance d'antenne de 75 Ω. Pour les récepteurs ayant une impédance nominale d'antenne différente de 75 Ω, ces valeurs limites et le niveau du signal utile aux bornes de l'antenne sont modifiées conformément à la formule suivante:

$$L_z = L + 10 \log_{10} (Z/75) \text{ dB}(\mu\text{V})$$

où

L_z = limites pour récepteurs avec une impédance nominale d'entrée Z ;

L = limites données dans les tableaux 12 à 16 ($Z = 75 \Omega$);

Z = impédance nominale d'entrée (Ω) du récepteur en essai.

NOTE - Le niveau du signal non désiré est le niveau aux bornes de l'antenne quand elle est adaptée au générateur du signal non désiré, c'est-à-dire la moitié de la valeur de la f.é.m.

4.2.1 Récepteurs de télévision

Les récepteurs de télévision doivent être mesurés selon 5.6.2 après réglage sur un canal utile de télévision N et soumis à un signal non désiré dans le canal M, du type décrit ci-après (A, B, C, D), comme indiqué dans les tableaux 12 et 13, et un signal non désiré hors des bandes de télévision du type E, comme indiqué dans le tableau 14:

- A: un signal non modulé à la fréquence de la porteuse image du canal considéré M;
 - B: deux signaux non modulés, chacun avec un niveau donné dans les tableaux, dont l'un est à la fréquence de la porteuse image +0,5 MHz et l'autre à la fréquence de la porteuse image -0,5 MHz;
 - C: un signal à la fréquence de la porteuse son du canal considéré, modulé en fréquence à 1 kHz avec une excursion de 30 kHz.
- Pour les récepteurs de télévision destinés à des pays où la réception des systèmes B et G avec deux porteuses audio modulées en fréquence est prévue;

- C1: un signal à la fréquence de la première porteuse modulé en fréquence à 1 kHz avec une déviation de 30 kHz, et
- C2: un signal à la fréquence de la seconde porteuse modulé en fréquence à 1 kHz avec une déviation de 30 kHz;

D: un signal à la fréquence de la porteuse image, modulé en amplitude avec une profondeur de modulation de 80 % à 1 kHz;

E: un signal modulé en amplitude avec une profondeur de modulation de 80 % à 1 kHz.

Pour les signaux C, C1, C2, D et E, le niveau se réfère à la valeur efficace de la porteuse non modulée.

NOTE - Les limites pour les récepteurs de télévision pour des systèmes différents des systèmes B, G, I et L sont à l'étude.

4.2 Internal immunity

The immunity of tested equipment shall be equal to or better than the specified limits given in 4.2.1 to 4.2.4 when measured using the methods given in 5.6.

At transition frequencies the more stringent limit shall apply.

The limits values correspond to a nominal antenna impedance of 75 Ω . For receivers with nominal antenna impedance other than 75 Ω , these limits values and the level of the wanted signals on the antenna terminals are modified, according to the following formula:

$$L_z = L + 10 \log_{10} (Z/75) \text{ dB}(\mu\text{V})$$

where

L_z is the limits for receivers with a nominal input impedance Z ;

L is the limits given in tables 12 to 16 ($Z = 75 \Omega$);

Z is the nominal input impedance (Ω) of the receiver under test.

NOTE – The level of the unwanted signal refers to the level at the antenna terminal when this is matched to the unwanted signal generator, i.e. half the e.m.f. value.

4.2.1 Television receivers

Television receivers shall be tested according to 5.6.2 at a tuned frequency of the wanted television channel N and subjected to an unwanted signal in channel M and of the following type (A, B, C, D), as specified in tables 12 and 13, and an unwanted signal of type E outside the television bands as specified in table 14:

- A: an unmodulated signal at the picture carrier frequency of the relevant channel M;
- B: two unmodulated signals each at the level as given in the table, one at the relevant picture carrier frequency +0,5 MHz and the other at the picture carrier frequency –0,5 MHz;
- C: a modulated signal at the relevant sound carrier frequency, 1 kHz FM at 30 kHz deviation.

For television receivers for countries in which the systems B and G with two frequency modulated sound carriers can be received;

C1: a modulated signal at the relevant frequency of the first sound carrier, 1 kHz FM at 30 kHz deviation, and

C2: a modulated signal at the relevant frequency of the second sound carrier, 1 kHz FM at 30 kHz deviation;

D: a modulated signal at the relevant picture carrier frequency, 1 kHz AM at 80 % depth;

E: a modulated signal 1 kHz AM at 80 % depth.

For signal types C, C1, C2, D and E, the level refers to the r.m.s. value of the unmodulated carrier.

NOTE – Limits for television receivers for systems different from systems B, G, I and L are under consideration.

Tableau 12 – Limites de l'immunité interne des récepteurs de télévision pour les systèmes B, G et I aux signaux non désirés dans les bandes de télévision

Canal utile	Signal non désiré dans le canal M						Type	
	Niveau dB(μV)							
	N	M = N - 5	N - 1	N + 1	N + 5	N + 9		N + 11
N_i	-	73	73	-	-	-	A	
	-	61	61	-	-	-	B	
	N_{iii}	70	73-x	73-x	70	-	68	C ou C1
	-	73-y	73-y	-	-	-	C2	
N_{iv}	70	-	-	70	-	68	D	
	-	77	77	80	68	-	A	
	-	65	65	68	56	-	B	
	74	77-x	77-x	80-x	68-x	-	C ou C1	
N_v	-	77-y	77-y	80-y	68-y	-	C2	
	74	-	-	-	-	-	D	
	80	77	77	80	-	-	A	
	68	65	65	68	-	-	B	
N_v	80-x	77-x	77-x	80-x	62	-	C ou C1	
	80-y	77-y	77-y	80-y	-	-	C2	
	-	-	-	-	62	-	D	
	Pour les systèmes B et G							x = 13 dB
Pour le système I (monophonique uniquement)							y = 20 dB	
							x = 10 dB	

NOTES

- 1 x est le niveau relatif (dB) de la première porteuse son (canal monophonique) par rapport à la porteuse image.
y est le niveau relatif (dB) de la seconde porteuse son (canal stéréophonique) par rapport à la porteuse image.
- 2 (Pour la Chine seulement). Pour les systèmes D-PAL et K-PAL, on applique le tableau 12 en ajoutant les canaux (M) N - 4 et N + 4, avec les mêmes limites des canaux N - 5 et N + 5 et x = 10 dB.

Un récepteur de télévision doit être essayé sur un canal dans chacune des bandes pour lesquelles il est prévu, en utilisant le canal N dont la fréquence de la porteuse image est la plus proche des fréquences suivantes:

Canal N_i dans la bande I le plus proche de 55 MHz
 Canal N_{iii} dans la bande III le plus proche de 203 MHz
 Canal N_{iv} dans la bande IV le plus proche de 503 MHz
 Canal N_v dans la bande V le plus proche de 743 MHz

où

- bande I de 47 MHz à 68 MHz
- bande III de 174 MHz à 230 MHz
- bande IV de 470 MHz à 598 MHz
- bande V de 598 MHz à 862 MHz

NOTE – En pratique les récepteurs de télévision ne peuvent pas tous être accordés sur l'ensemble de ces bandes de fréquences. D'autre part, de nombreux récepteurs de télévision sont accordables sur des canaux supplémentaires, utilisés exclusivement dans les réseaux de distribution par câble.

Table 12 – Limits of internal immunity of television receivers for systems B, G and I to unwanted signals inside the television bands

Wanted channel	Unwanted signal in channel M						Type	
	Level dB(μV)							
	N	M = N - 5	N - 1	N + 1	N + 5	N + 9		N + 11
N_i	-	73	73	-	-	-	A	
	-	61	61	-	-	-	B	
	N_{iii}	70	73-x	73-x	70	-	68	C or C1
	-	73-y	73-y	-	-	-	C2	
N_{iv}	70	-	-	70	-	68	D	
	-	77	77	80	68	-	A	
	-	65	65	68	56	-	B	
	74	77-x	77-x	80-x	68-x	-	C or C1	
N_v	-	77-y	77-y	80-y	68-y	-	C2	
	74	-	-	-	-	-	D	
	80	77	77	80	-	-	A	
	68	65	65	68	-	-	B	
N_v	80-x	77-x	77-x	80-x	62	-	C or C1	
	80-y	77-y	77-y	80-y	-	-	C2	
	-	-	-	-	62	-	D	
	For systems B and G							x = 13 dB
For system I (monophonic only)							y = 20 dB	
							x = 10 dB	

NOTES

- 1 x is the relative level (dB) of the first sound carrier (mono sound channel) with respect to the picture carrier.
y is the relative level (dB) of the second sound carrier (stereo sound channel) with respect to the picture carrier.
- 2 (For China only). For systems D-PAL and K-PAL, table 12 applies with the addition of channels (M) N - 4 and N + 4, with the same limits of channels N - 5 and N + 5 and x = 10 dB.

A television receiver shall be tested on one channel in each band for which it is designed, using the channel N for which the picture carrier frequency is nearest to the following frequencies:

Channel N_I in band I nearest to 55 MHz
 Channel N_{III} in band III nearest to 203 MHz
 Channel N_{IV} in band IV nearest to 503 MHz
 Channel N_V in band V nearest to 743 MHz

where:

- band I from 47 MHz to 68 MHz
- band III from 174 MHz to 230 MHz
- band IV from 470 MHz to 598 MHz
- band V from 598 MHz to 862 MHz

NOTE - In practice not all television receivers are tunable over these complete frequency ranges. On the other hand, many television receivers are tunable over additional channels, exclusively used in cable distribution networks.

Tableau 12a – Limites de l'immunité interne des récepteurs de télévision pour le système M-NTSC avec une fréquence intermédiaire pour la porteuse image de 58,75 MHz (utilisé au Japon)

Canal utile N	Signal non désiré dans le canal M					Type
	Niveau dB(μV)					
	M = N-2	N-1	N+1	N+2	Autre	
N _{ii} , N _{iii}	70	60	65	70	70	F
N _{iv} , N _v	74	64	69	74	74	F

NOTES

- 1 Signal utile: un signal normalisé de télévision de niveau 70 dB(μV) dans la bande II et la bande III ou 74 dB(μV) dans la bande IV et la bande V, produisant une mire constituée de barres colorées verticales et une porteuse son modulée en fréquence à 1 kHz avec une excursion de 15 kHz.
- 2 Niveau de la porteuse son: 64 dB(μV) dans la bande II et la bande III ou 68 dB(μV) dans la bande IV et la bande V.
- 3 Signal non désiré du type F: un signal normalisé de télévision produisant une mire constituée de barres colorées verticales et une porteuse son non modulée.

Tableau 13 – Limites de l'immunité interne des récepteurs de télévision pour le système L aux signaux non désirés dans les bandes de télévision

Canal utile	Signal non désiré dans le canal M				Type
	Niveau dB(μV)				
	N	M ≤ N - 2	N - 1	N + 1	
04	-	-	68	-	D
08	71	68	68	71	D
25	75	72	72	75	D
55	75	72	72	75	D

Pour le système L, le signal D est un signal modulé à la fréquence image du canal considéré (valeur efficace), avec une modulation d'amplitude à 1 kHz et une profondeur de modulation de 80 %. Ce signal est aussi utilisé dans une seconde mesure pour simuler le signal non désiré à la fréquence son. Dans ce cas, les limites indiquées dans le tableau doivent être diminuées de 5 dB.

**Table 12a – Limits of internal immunity of television receivers
for system M-NTSC with a 58,75 MHz IF
video carrier (used in Japan)**

Wanted channel N	Unwanted signal in channel M					Type
	Level dB(μV)					
	M = N-2	N-1	N+1	N+2	Other	
N _{ii} , N _{iii}	70	60	65	70	70	F
N _{iv} , N _v	74	64	69	74	74	F

NOTES

- 1 Wanted signal: a standard TV signal with vertical colour bar pattern with modulated sound carrier, level 70 dB(μV) in band II and band III or 74 dB(μV) in band IV and band V, 1 kHz FM at 15 kHz deviation.
- 2 Sound carrier level: 64 dB(μV) in band II and band III or 68 dB(μV) in band IV and band V.
- 3 Unwanted signal type F: a standard TV signal with vertical colour bar pattern with unmodulated sound carrier.

**Table 13 – Limits of internal immunity of television receivers for system L
to unwanted signals inside the television bands**

Wanted channel	Unwanted signal in channel M				Type
	Level dB(μV)				
	$M \leq N - 2$	$N - 1$	$N + 1$	$M \geq N + 2$	
N					
04	—	—	68	—	D
08	71	68	68	71	D
25	75	72	72	75	D
55	75	72	72	75	D

For system L, signal D is a modulated signal at the relevant picture carrier frequency (r.m.s. value) 1 kHz at 80 % depth. This signal is also used in a second measurement for simulating the unwanted signal at the sound carrier frequency. In that case the limits indicated in the table have to be reduced by 5 dB.

Tableau 13a – Limites de l'immunité interne des récepteurs de télévision pour les systèmes D-SECAM, K-SECAM (utilisé en Russie)

Canal utile	Signal non désiré dans le canal M						Type
	Niveau dB(μV)						
	N	M = N-4	N-1	N+1	N+4	N+8	
N _i (Canal 2)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
N _{ii} (Canal 4)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
N _{iii} (Canal 10)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
	-	63	-	70	-	-	C
	70	-	73	-	-	68	D
N _{iv} (Canal 25)	-	77	77	-	-	68	A
	-	65	65	-	-	56	B
	-	67	-	70	66	-	C
	74	-	70	-	-	-	D
N _v (Canal 55)	80	77	77	-	-	-	A
	68	65	65	-	-	-	B
	-	67	-	70	62	-	C
	-	-	67	-	-	62	D

NOTE – Les canaux utiles indiqués entre parenthèses sont recommandés pour les mesures dans chaque bande de télévision.

Tableau 14 – Limites de l'immunité interne des récepteurs de télévision aux signaux non désirés hors des bandes de télévision

Canal utile N	Signal non désiré		
	Fréquence MHz	Niveau dB(μV)	Type
N _i	0,15 à 26	A l'étude	-
	26 à 30	89	E
N _{iii}	0,15 à 26	A l'étude	-
	26 à 30	104	E

NOTE – Les limites pour le canal utile N_i sont applicables aussi pour le canal utile N_{ii}, si la bande II est utilisée pour les systèmes D-SECAM, K-SECAM.

4.2.2 Récepteurs de radiodiffusion à modulation de fréquence

Les récepteurs de radiodiffusion doivent être essayés selon 5.6.3 après réglage sur la fréquence du signal utile et soumis à un signal non désiré avec la fréquence indiquée dans les tableaux 15 et 16.

Les récepteurs avec mono et stéréo doivent être essayés uniquement en mode stéréo.

NOTE – Les limites pour les récepteurs de radiodiffusion pour une bande à modulation de fréquence différente de la bande II (87,5 MHz à 108 MHz) sont à l'étude.

Table 13a – Limits of internal immunity of television receivers for systems D-SECAM, K-SECAM (used In Russia)

Wanted channel	Unwanted signal in channel M						Type
	Level dB(μV)						
	M = N-4	N-1	N+1	N+4	N+8	N+9	
N _i (Channel 2)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
N _{ii} (Channel 4)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
N _{iii} (Channel 10)	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
	-	63	-	70	-	-	C
	70	-	73	-	-	68	D
N _{iv} (Channel 25)	-	77	77	-	-	68	A
	-	65	65	-	-	56	B
	-	67	-	70	66	-	C
	74	-	70	-	-	-	D
N _v (Channel 55)	80	77	77	-	-	-	A
	68	65	65	-	-	-	B
	-	67	-	70	62	-	C
	-	-	67	-	-	62	D

NOTE – The wanted channels in brackets are recommended for measurements within each television band.

Table 14 – Limits of internal immunity of television receivers to unwanted signals outside the television bands

Wanted channel N	Unwanted signal		
	Frequency MHz	Level dB(μ V)	Type
N_i	0,15 to 26	Under consideration	-
	26 to 30	89	E
N_{iii}	0,15 to 26	Under consideration	-
	26 to 30	104	E

NOTE – The limits for the wanted channel N_i apply also to the wanted channel N_{ii} when band II is used for systems D-SECAM, K-SECAM.

4.2.2 FM sound receivers

Sound receivers shall be tested according to 5.6.3 at a tuned frequency of the wanted signal and subjected to an unwanted signal of frequency specified in tables 15 and 16.

Receivers with mono/stereo facility shall be tested in stereo mode.

NOTE – Limits for sound receivers for an FM band different from band II (87,5 MHz to 108 MHz) are under consideration.

Tableau 15 – Limites de l'immunité interne aux signaux non désirés hors de la bande métrique

Signal utile MHz	Signal non désiré MHz	Niveau dB(μV)	
		Mono	Stéréo
87,6	66,2 ¹⁾	80	80
	76,9	80	80
	87,1	80	80
	87,2	80	80
	87,25	80	80
	87,30	72,4	69,2
	87,35	64,8	58,4
	87,40	57,2	47,6
	87,45	49,6	36,8
	87,50	42,0	26,0
107,9	129,3 ¹⁾	80	80
	118,6	80	80
	108,4	80	80
	108,3	80	80
	108,25	80	80
	108,20	72,4	69,2
	108,15	64,8	58,4
	108,10	57,2	47,6
	108,05	49,6	36,8
	108,00	42,0	26,0
¹⁾ Applicable uniquement aux récepteurs avec la fréquence de l'oscillateur local au-dessous de la fréquence d'accord. ²⁾ Applicable uniquement aux récepteurs avec la fréquence de l'oscillateur local au-dessus de la fréquence d'accord.			

Tableau 16 – Limites de l'immunité interne aux signaux non désirés à l'intérieur de la bande métrique

Signal utile MHz	Signal non désiré MHz	Niveau dB(μV)	
		Mono	Stéréo
98	97,5 et 98,5	85	85
	97,6 et 98,4	85	85
	97,65 et 98,35	80	80
	97,7 et 98,3	72	72
	97,75 et 98,25	63	63
	97,8 et 98,2	59	58
	97,85 et 98,15	57	47
	97,9 et 98,1	53	32
	97,925 et 98,075	49	20
	97,95 et 98,05	41	14
	97,975 et 98,025	34	14
	98	29	20

Table 15 – Limits of internal immunity to unwanted signals outside the VHF Band II range

Wanted signal MHz	Unwanted signal MHz	Level dB(μV)	
		Mono	Stereo
87,6	66,2 ¹⁾	80	80
	76,9	80	80
	87,1	80	80
	87,2	80	80
	87,25	80	80
	87,30	72,4	69,2
	87,35	64,8	58,4
	87,40	57,2	47,6
	87,45	49,6	36,8
	87,50	42,0	26,0
107,9	129,3 ¹⁾	80	80
	118,6	80	80
	108,4	80	80
	108,3	80	80
	108,25	80	80
	108,20	72,4	69,2
	108,15	64,8	58,4
	108,10	57,2	47,6
	108,05	49,6	36,8
	108,00	42,0	26,0
¹⁾ Only applicable for receivers with the local oscillator frequency below the tuned frequency. ²⁾ Only applicable for receivers with the local oscillator frequency above the tuned frequency.			

Table 16 – Limits of internal immunity to unwanted signals inside the VHF Band II range

Wanted signal MHz	Unwanted signal MHz	Level dB(μV)	
		Mono	Stereo
98	97,5 and 98,5	85	85
	97,6 and 98,4	85	85
	97,65 and 98,35	80	80
	97,7 and 98,3	72	72
	97,75 and 98,25	63	63
	97,8 and 98,2	59	58
	97,85 and 98,15	57	47
	97,9 and 98,1	53	32
	97,925 and 98,075	49	20
	97,95 and 98,05	41	14
	97,975 and 98,025	34	14
	98	29	20

4.2.3 Appareils à fonctions multiples

Les appareils à fonctions multiples, qui remplissent une ou plusieurs des fonctions pour lesquelles des limites sont données en 4.2.1 et 4.2.2, doivent satisfaire à toutes les limites correspondantes.

4.2.4 Appareils associés

A l'étude.

4.3 Limite de l'efficacité du blindage

A l'étude.

NOTE - La limite provisoire est 50 dB.

5 Méthodes de mesure

5.1 Généralités

5.1.1 Introduction

En 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 et 5.6, les méthodes de mesure d'immunité sont décrites pour différents signaux brouilleurs. Ces signaux brouilleurs peuvent se présenter sous la forme d'un champ ambiant, d'un courant ou d'une tension présent sur un conducteur relié à une borne de l'équipement.

Dans des situations pratiques, l'équipement peut être soumis à une combinaison de ces différents effets. Un champ ambiant ne rayonne pas seulement vers l'équipement lui-même mais induit également des courants dans les câbles connectés à l'équipement.

Ces courants entrent dans l'équipement au point de connexion des câbles et circulent à travers le châssis; ils peuvent ainsi perturber diverses fonctions de l'équipement. Les courants dans les câbles de connexion peuvent en outre induire des tensions aux bornes d'entrée et de sortie de l'équipement.

Afin de permettre la mesure de l'immunité d'équipements isolés plutôt que de combinaisons complexes de divers équipements reliés par câbles (installation), les caractéristiques d'immunité sont décrites par des mesures individuelles d'immunité aux champs, aux courants et aux tensions.

Les méthodes décrites sont applicables à certaines gammes de fréquences et aux dimensions de l'équipement. Pour couvrir la gamme de fréquences de 150 kHz à 1 GHz, pour la méthode du champ ambiant, les champs peuvent être générés par un dispositif TEM (dispositif transverse électromagnétique) dans la partie basse de la gamme (jusqu'à une ou quelques centaines de mégahertz suivant la taille). Pour la partie supérieure de la gamme de fréquence, on utilise une antenne rayonnante dont la taille limite la partie basse du spectre à une valeur pratique légèrement inférieure à 100 MHz.

Les méthodes de tension et de courant injectés sont applicables aux équipements dont la taille et les longueurs de câble de connexion sont petites vis-à-vis de la longueur d'onde. De plus, les circuits d'adaptation d'entrée et de sortie ont également une bande de fréquences limitée.

4.2.3 *Multi-function equipment*

Multi-function equipment, which performs one or more of the functions for which limits are given in 4.2.1 and 4.2.2, shall meet the relevant limits.

4.2.4 *Associated equipment*

Under consideration.

4.3 *Limit of screening effectiveness*

Under consideration.

NOTE – The provisional limit is 50 dB.

5 **Methods of measurement**

5.1 *General*

5.1.1 *Introduction*

In 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 and 5.6, methods of immunity measurement are described for various interfering signals. Such an interfering signal may be in the form of an ambient field, a conducted current or a voltage present on a lead to one of the equipment terminals.

In practical situations, the equipment may be subject to a combination of these effects. An ambient field not only radiates into the equipment itself, but also induces current into connected cables to the equipment.

These currents enter the equipment at the connecting point of the cables and circulate through the chassis; therefore they may disturb various functions of the equipment. The currents in the connecting cables may further induce voltages at the input and output terminals of the equipment.

In order to measure the immunity characteristics of the equipment individually, instead of a complex combination of various equipment connected by cabling (installation), these immunity characteristics are described by separate measurements of the immunity to fields, currents and voltages respectively.

The methods described are applicable for certain ranges of frequency and equipment size. To cover the frequency range 150 kHz to 1 GHz, for ambient field methods, such fields can be generated in the lower part of the frequency range (up to one or a few hundred megahertz depending on the dimensions) by a TEM device (transverse electromagnetic device). For the upper part of the frequency range a radiating antenna is used, the size of which limits the lower end of the frequency range to a practical value just below 100 MHz.

The injected current and voltage methods are applicable to equipment with size and connected cable lengths which are small compared with the wavelength. Moreover, the input and output matching circuits also have a limited frequency range.

Pour ces raisons, les gammes de fréquences à prendre en compte sont les suivantes:

Immunité externe:

Méthode du champ ambiant:

- dispositif TEM 150 kHz à 150 MHz
- antenne rayonnante 150 MHz à 1 GHz

Méthode de courant injecté: 150 kHz à 150 MHz

Méthode de tension injecté: 150 kHz à 150 MHz

Immunité interne (à l'étude).

Efficacité du blindage (à l'étude).

NOTE - Dans le cas d'un équipement dont les dimensions maximales sont si grandes qu'elles ne sont pas compatibles avec le dispositif TEM existant, la méthode de l'antenne rayonnante pourra être étendue jusqu'à 80 MHz.

5.1.2 Détermination des caractéristiques d'immunité

Dans les méthodes de mesure décrites en 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 et 5.6, le brouillage sur un canal image apparaît sur l'écran. Cela évite l'utilisation de conducteurs externes de mesure qui pourraient influencer les caractéristiques d'immunité.

L'image est dégradée par un signal brouilleur pour lequel on détermine l'immunité. L'immunité est définie par le niveau qui provoque une dégradation juste perceptible de la mire d'essai vis-à-vis des barres de brouillage, une dégradation des couleurs et des distorsions de synchronisation.

La dégradation de l'image est évaluée de manière subjective et la distance d'observation doit être égale à six fois la hauteur de l'écran (voir la Recommandation 500 du CCIR).

S'il existe un doute pour déterminer la limite de perceptibilité de la dégradation, le signal brouilleur peut être appliqué puis supprimé plusieurs fois de suite afin que ses effets puissent être plus rapidement déterminés.

Cette procédure est plus simple que des mesures objectives complexes de qualité d'image et plus facilement reproductible qu'une évaluation subjective effectuée selon les échelles de qualité d'image (échelles UER ou CCIR).

La dégradation du son est toutefois déterminée à l'aide de mesures objectives car une détermination subjective n'est pas aussi simple que dans une image.

L'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore ou de la voie son des téléviseurs est définie par le niveau du signal brouilleur qui produit un rapport signal utile sur signal perturbateur donné, c'est-à-dire 40 dB pour les récepteurs du son MF et les récepteurs de télévision avec son MA ou MF, 26 dB pour les récepteurs du son MA, mesuré aux bornes de sortie audio.

Le signal de sortie audio du récepteur en essai est mesuré à l'aide d'un voltmètre sélectif audio (ou un voltmètre audio précédé d'un filtre passe-bande adéquat) connecté directement aux bornes de sortie du récepteur par un câble blindé (avec charge en ferrite si nécessaire).

For the reasons mentioned above the following frequency ranges are to be considered:

External immunity:

Ambient field method:

- TEM device: 150 kHz to 150 MHz
- radiating antenna 150 MHz to 1 GHz

Current injection method: 150 kHz to 150 MHz

Voltage injection method: 150 kHz to 150 MHz

Internal immunity (under consideration).

Screening effectiveness (under consideration).

NOTE - In the case of equipment the size of which exceeds maximum dimensions, so that it is not compatible with the available TEM device, the radiating antenna method can be extended downwards to 80 MHz.

5.1.2 Determination of the immunity characteristics

In the measuring methods described in 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 and 5.6, the interference in a picture channel is displayed on the picture tube. This avoids the connection of external measurement leads, which may influence the immunity characteristics.

The picture is disturbed by the interfering signal for which the immunity is to be determined and the immunity is defined by the level that causes just perceptible degradation of the test picture with respect to interference patterns, colour degradation and synchronization distortion.

The picture degradation is evaluated in a subjective way and the viewing distance shall be equal to six times the height of the screen (see CCIR Recommendation 500).

If there is any doubt as to whether the degradation is just perceptible, the interfering signal can be switched on and off a few times in order that its occurrence can be more readily determined.

This procedure is much simpler than a complicated objective measurement of picture quality and easier to reproduce than the subjective assessment according to picture quality scales (EBU or CCIR scales).

The sound degradation, however, is determined according to objective measures, because a subjective indication is not so easy as in a picture.

Immunity of sound receivers or of the sound channel of television receivers is defined by the interfering signal level that produces a specified signal-to-disturbance ratio, namely 40 dB for FM sound receivers and television receivers with AM or FM sound channel, 26 dB for AM sound receivers of the sound output signal, measured at the sound output terminals.

The audio output signal of the receiver under test is measured by a selective audio voltmeter (or an audio voltmeter following a suitable band-pass filter) connected directly to the receiver output terminals through a screened cable (ferrite-loaded if necessary).

Dans le cas de récepteurs non équipés de connecteurs de sortie, il est particulièrement important d'éviter de connecter des indicateurs ou des appareils de mesure du niveau de sortie externe. Le tube image ou le haut-parleur incorporé sont utilisés comme instruments de mesure.

Dans ce dernier cas, un petit microphone de bonne qualité est placé à proximité et face au haut-parleur. Un modèle directif peut être nécessaire.

La sortie du microphone est reliée par un câble blindé (avec charge en ferrite si nécessaire) à un amplificateur externe et à un voltmètre sélectif audio pour mesurer la sortie son du récepteur en essai.

5.1.3 *Signal d'entrée et signal brouilleur normalisés*

Pour une évaluation significative des caractéristiques d'immunité, le récepteur en essai doit fonctionner dans des conditions normales bien définies. Dans le cas de récepteurs de télévision en particulier, les circuits de base de temps et de synchronisation doivent fonctionner correctement de même que les circuits de contrôle automatique de fréquence et de gain, qui doivent être en fonction dans des conditions normales d'utilisation. C'est pourquoi un signal d'entrée normalisé et nécessaire pour les essais.

Le signal d'entrée normalisé délivre une image normalisée pour l'évaluation de la dégradation et provoque un fonctionnement normal du récepteur dès lors que les circuits de synchronisation de base de temps, de contrôle automatique de fréquence et de gain sont actifs.

Le signal d'entrée normalisé est fourni par un générateur de signaux de télévision produisant une mire constituée de barres colorées verticales et une porteuse son non modulée (la porteuse son est modulée seulement pour l'étalonnage du niveau de sortie audio mais pas pour l'essai d'immunité proprement dit).

Les barres colorées doivent être conformes à la Recommandation 471 du CCIR, les mires spécifiques utilisées devant être mentionnées avec les résultats des mesures. Les signaux délivrés par le générateur de mire doivent correspondre à la norme du récepteur en essai tant pour l'image que pour le son.

L'image normale est obtenue avec les commandes de luminosité, de contraste et de saturation des couleurs réglées pour les valeurs suivantes de la luminance:

barre noire	2 cd/m ²
barre magenta (pourpre)	30 cd/m ²
barre blanche	80 cd/m ² .

NOTE - La luminance de la barre magenta (pourpre) sera réglée à 30 cd/m². Si cette valeur ne peut pas être atteinte, la luminance sera réglée au maximum possible. Si on utilise une valeur différente de 30 cd/m², on l'indiquera avec les résultats des mesures.

Pour l'étalonnage seulement, la porteuse son du générateur de mire est modulée par un signal audiofréquence de 1 kHz correspondant au système pour lequel le récepteur en essai est conçu. Dans le cas de son MF, la porteuse son est modulée avec une excursion égale à 30 kHz.

Dans le cas de son MA, la porteuse son est modulée avec un taux de 30 %.

Les mêmes critères s'appliquent pour les récepteurs de radiodiffusion sonore.

In the case of receivers which are not equipped with output connectors it is particularly important to avoid the connection of external output meters or indicators. The picture tube or the built-in loudspeaker is used as the output instrument.

In this last case a small high quality microphone is placed close to the front of the loudspeaker. A directional type may be required.

The microphone output is fed through a screened cable (ferrite-loaded if necessary) to an external amplifier and a selective audio voltmeter to measure the sound output of the receiver under test.

5.1.3 *Standard input and interfering signals*

For a meaningful evaluation of the immunity characteristics, the receiver under test should operate under normal standardized conditions. In the case of television receivers particularly, the time-base and synchronization circuits shall function properly and the automatic frequency and gain controls shall also be active under normal operating conditions, therefore a standard input signal is required during the test.

The standard input signal causes the receiver to operate under normal conditions as far as time-base synchronization, automatic frequency and gain control circuits are concerned and produces a standardized picture for evaluating the degradation.

The standard input signal is supplied by a television signal generator producing a pattern consisting of vertical colour bars together with an unmodulated sound carrier (the sound carrier is modulated only for the calibration of the audio output, but not for the immunity test itself).

The colour bars shall be in accordance with CCIR Recommendation 471, the specific patterns used being stated with the results of measurements. For both video and audio components the signal furnished by the pattern generator shall be in accordance with the system relevant to the receiver under test.

The normal picture is obtained by setting the brightness, contrast and colour saturation controls for the following luminance values:

black bar	2 cd/m ²
magenta bar	30 cd/m ²
white bar	80 cd/m ² .

NOTE - The luminance of the magenta bar should be set to 30 cd/m². If this level cannot be reached, the luminance should be set to the maximum possible. If a value different from 30 cd/m² is used, it should be stated together with the results.

For calibration only, the sound carrier of the pattern generator is modulated with a 1 kHz audio signal according to the system for which the receiver under test is manufactured. In case of FM sound, the sound carrier is modulated with a frequency deviation which is 30 kHz.

In case of AM sound, the sound carrier is modulated to a depth of 30 %.

The same criteria apply for sound receivers.

Un autre point qui influence le rapport signal utile sur perturbation en sortie est la modulation du signal brouilleur. Dès lors, des mesures reproductibles nécessitent une modulation normalisée. Pour les mesures, on utilise des signaux brouilleurs modulés en amplitude à 80 %.

Le signal normalisé à l'entrée du récepteur est réglé à un niveau de 70 dB(μ V) pour une impédance de 75 Ω afin d'obtenir une image exempte de bruit.

Pour les récepteurs équipés d'une antenne télescopique et mesurés selon les figures 6 ou 7, le niveau du champ utile doit être: 60 dB(μ V/m) en bande I, 66 dB(μ V/m) en bande III et 72 dB(μ V/m) en bandes IV et V.

Dans le cas de récepteurs pourvus de bornes d'antenne, un signal utile normalisé de 46 dB(μ V) de f.é.m. doit être directement appliqué à ces bornes (voir figure 5).

Pour les récepteurs équipés d'une antenne télescopique ou ferrite intégrée, le signal utile doit être fourni via un adaptateur à l'entrée de la cellule TEM (voir figure 6). Dans ce cas, le niveau de sortie du générateur de signal utile doit être réglé pour une intensité de champ de 60 dB(μ V/m) à l'intérieur de la cellule TEM. L'antenne ferrite du récepteur est orientée pour le signal maximal.

5.1.4 Niveau du signal de sortie audiofréquence de référence

L'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore ou de la voie son des récepteurs de télévision est mesurée après étalonnage de l'équipement de mesure. A cette fin, la porteuse son modulée (voir 5.1.3) alimente l'entrée du récepteur en essai à un niveau spécifié et la commande de volume est réglée pour une puissance de sortie de 50 mW, les autres commandes étant dans leurs positions normales. La tension de sortie de 1 Hz ainsi notée est la référence du signal de sortie audiofréquence.

5.2 Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz

5.2.1 Introduction

Les champs électromagnétiques ambiants peuvent induire dans les équipements des tensions ou des courants indésirables qui peuvent perturber le signal utile. Généralement, c'est la composante magnétique ou la composante électrique du champ électromagnétique ambiant qui prédomine aux fréquences basses du spectre ($f < 30$ MHz) selon la source et les ondes stationnaires causées par les réflexions de proximité.

Aux fréquences supérieures à 30 MHz les champs sont généralement caractérisés par les conditions d'espace libre, c'est-à-dire par une impédance d'onde constante de $120 \pi \Omega$.

Pour des raisons de reproductibilité lors des essais d'immunité aux champs ambiants, il est nécessaire de produire des champs homogènes ayant une relation spécifiée entre les composantes électriques et magnétiques. Dans la gamme de fréquences s'étendant jusqu'à 150 MHz l'utilisation d'ondes guidées en mode TEM est recommandée. En adaptant soigneusement les circuits de guides d'onde, les ondes stationnaires dans la direction de la propagation sont faibles et il en résulte un champ homogène d'impédance constante lorsque l'espace au travers duquel les ondes sont propagées est exempt d'obstacles (équipement en essai).

Another aspect which influences the signal-to-disturbance ratio at the output is the modulation of the interfering signal. Therefore reproducible measurements require standardized signal modulation. For the measurements 80 % amplitude modulated interfering signals are used.

The standard input television signal of the receiver is adjusted to a level of 70 dB(μ V) referred to an impedance of 75 Ω to obtain a noise-free picture.

For receivers equipped with a telescopic antenna and measured according to figure 6 or 7, the level of the wanted field shall be: 60 dB(μ V/m) band I; 66 dB(μ V/m) band III; 72 dB(μ V/m) bands IV and V.

In the case of receivers provided with antenna input terminals, the standard wanted signal of 46 dB(μ V) e.m.f. shall be supplied directly to the antenna terminals (see figure 5).

For receivers provided with a telescopic or a ferrite built-in antenna, the wanted signal shall be supplied via a combiner at the input of the TEM device (see figure 6). In this case the output level of the wanted signal generator shall be adjusted to a field intensity inside the TEM device of 60 dB(μ V/m). The ferrite antenna of the receiver is orientated for the maximum signal.

5.1.4 Reference audio output signal level

The immunity of sound receivers or of the sound channel of television receivers is measured after calibration of the measuring set-up. For this purpose the modulated sound carrier at a specific level (see 5.1.3) is fed to the input of the receiver under test and the audio volume control is set for 50 mW output power, the other controls being in normal position. The 1 kHz output voltage thus noted is the reference audio output signal level.

5.2 Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 kHz to 150 MHz

5.2.1 Introduction

Ambient electromagnetic fields may induce unwanted voltages or currents within the equipment, which can interfere with the wanted signal. Generally, either the magnetic or the electric component of an ambient electromagnetic field dominates at frequencies at the lower end of the spectrum ($f < 30$ MHz), depending on the source and on the standing wave patterns caused by nearby reflections.

At frequencies above 30 MHz, fields are usually characterized by free field conditions, i.e. with a constant wave impedance of $120 \pi \Omega$.

For the sake of reproducibility during the test of immunity to ambient fields, homogeneous fields with a specified relation between electric and magnetic components are necessary. In the frequency range up to 150 MHz the use of guided waves of the TEM mode is recommended. By matching the waveguide circuits properly, standing waves in the direction of propagation are small and a homogenous field of constant impedance results in the space through which the waves propagate when obstacles (equipment under test) are absent.

Aux fréquences supérieures à 150 MHz, les dispositifs TEM sont de petite dimension et ne sont donc généralement pas adaptés aux mesures d'immunité. Pour la gamme de fréquences de 150 MHz à 1 GHz on utilise des antennes rayonnant des champs dans des conditions normalisées.

Il convient de noter que dans le cas où le champ perturbateur est produit par le rayonnement d'une antenne la polarisation du champ est horizontale, alors qu'un dispositif TEM génère un champ de polarisation verticale.

NOTE – Dans le cas d'un équipement dont la taille dépasse les dimensions maximales compatibles avec le dispositif TEM ou à des fins de comparaison, on peut procéder à des mesures du rayonnement sur le site d'essai dans la gamme de 80 MHz à 1 GHz comme cela est décrit en 5.3.

Des mesures précises et reproductibles exigent une disposition normalisée des câbles d'entrée, de sortie, d'alimentation et des câbles auxiliaires, et que des précautions soient prises afin de réduire autant que possible leur influence sur les mesures. En particulier, afin de mesurer l'influence des champs ambiants sur un équipement électronique isolé, on éliminera l'interaction des éléments connectés (câbles, générateurs, indicateurs de sortie, etc.) ou, si ce n'est pas possible pour des raisons pratiques, on tiendra compte de leurs effets au moyen d'une disposition de mesure reproductible.

Les bornes qui ne sont pas utilisées pendant les essais seront bouclées par des résistances blindées adaptées à leur impédance nominale de charge.

Les champs externes indésirables peuvent induire des signaux qui coïncident en fréquence avec les signaux utiles (bande d'accord RF, bande FI, gamme vidéo ou audiofréquence) et perturber ceux-ci à des niveaux auxquels les circuits fonctionnent dans un mode linéaire. Dans ces cas, le signal brouilleur est du même ordre de grandeur que le signal utile. Cependant des signaux indésirables à des fréquences différentes et à des niveaux plus élevés peuvent produire des signaux d'intermodulation du fait du fonctionnement non linéaire des circuits et il en résulte un niveau d'immunité plus élevé pour ces fréquences.

5.2.2 Systèmes à ondes guidées (dispositifs TEM)

Une onde électromagnétique homogène correspondant aux conditions d'espace libre peut être produite par une onde guidée en mode TEM se propageant entre deux conducteurs plans. Dans ce cas, la composante électrique du champ est perpendiculaire aux conducteurs, la composante magnétique est parallèle aux conducteurs, les deux composantes étant perpendiculaires à la direction longitudinale de la propagation. Le système le plus simple est composé d'une ligne TEM ouverte (figure 1). Quoique l'impédance d'onde soit constante ($E/H = 120 \pi \Omega$), l'impédance caractéristique entre les conducteurs est fonction du rapport entre la hauteur et la profondeur h/p . Un schéma de ligne TEM, avec les détails de construction, est représenté aux figures 2a, 2b et 2c.

Un autre système est le dispositif TEM fermé représenté aux figures 3a, 3b et 3c, qui est un système coaxial dont le conducteur extérieur est rectangulaire et le conducteur intérieur formé par une plaque.

Afin d'éviter les ondes stationnaires dans la direction longitudinale les dispositifs TEM vides devront être adaptés aux impédances de charge et à l'impédance du générateur au moyen de raccordements progressifs. Le rapport d'ondes stationnaires du dispositif TEM non chargé devra être inférieure à 1,2.

La gamme de fréquences du dispositif TEM est limitée par ses dimensions verticales. Aux fréquences égales ou supérieures à la fréquence à laquelle la hauteur h est égale à $\lambda/2$, des modes d'ordre supérieur peuvent apparaître, ce qui produit une augmentation des

At frequencies above 150 MHz, the TEM devices are small and therefore not generally suitable for immunity measurements. In the frequency range 150 MHz to 1 GHz use is made of antenna radiated fields under standardized conditions.

It should be noted that, when the disturbance field is obtained by a radiating antenna, a horizontal polarization is generated, whereas when a TEM device is used, a vertical polarization is generated.

NOTE – In the case of equipment the size of which exceeds maximum dimensions compatible with the available TEM device or for comparison purposes, measurements on the radiation test site can be carried out in the frequency range 80 MHz to 1 GHz as described in 5.3.

Accurate and reproducible measurements require a standardized lay-out of input, output, auxiliary, and mains cabling and precautions to reduce their influence on the measurements as far as possible. In particular, in order to measure the influence of ambient fields on single electronic equipment, the interaction of the connected elements (cables, generators, output indicators, etc.) should be eliminated or, if this is not possible for practical reasons, the effect should be taken into account by means of a reproducible test set-up.

Terminals not used during the measurement are terminated with shielded resistors matching the nominal load impedance.

External unwanted fields can induce signals which coincide with wanted signal frequencies (tuned RF band, IF band, VF or AF range) and interfere with them at levels at which the circuits operate in a linear mode. In these cases the interfering signal is of the same order of magnitude as the wanted signal. Unwanted signals at different frequencies and at much higher levels, however, may generate intermodulation signals because of non-linear operation of the circuits which results in higher immunity levels for these frequencies.

5.2.2 Systems for guided waves (TEM devices)

A homogeneous electromagnetic wave under free space conditions can be generated by a guided wave of the TEM mode travelling between two flat conductors. In this case the electric field component is perpendicular to the conductors, the magnetic field component is parallel to the conductors and both components are perpendicular to the longitudinal direction of propagation. The simplest system is formed by an open stripline (figure 1). Although the wave impedance is constant ($E/H = 120 \pi \Omega$) the characteristic impedance between the conductors is dependent on the height-to-width ratio h/w . A stripline, with constructional details, is shown in figures 2a, 2b and 2c.

An alternative system is the closed TEM device shown in figures 3a, 3b and 3c, which is actually a coaxial system with a rectangular outer conductor and a plate-shaped inner conductor.

To avoid standing waves in the longitudinal direction the empty TEM devices should be matched to the load and generator impedances by means of appropriate tapered transitions. The voltage standing wave ratio of the unloaded TEM device should be less than 1,2.

The frequency range of the TEM device is restricted by its vertical dimensions. At frequencies equal to or higher than the frequency at which the height h equals $\lambda/2$, higher order modes can occur which give rise to reflections and therefore to non-uniform field distributions.

réflexions et par conséquent des distributions de champ non uniformes. D'autre part, les rayonnements à l'extérieur des cellules TEM ouvertes s'accroîtront considérablement. C'est pourquoi la gamme de fréquences d'une cellule TEM ayant une hauteur $h = 1$ m est limitée à 150 MHz. En chargeant une partie de l'intérieur de la cellule de matériau absorbant, la gamme de fréquences peut être étendue de 25 % à 50 %.

Pendant les mesures, l'équipement en essai ne doit pas perturber de façon notable la configuration du champ. Si un appareil comportant des parties métalliques est placé à l'intérieur du dispositif TEM, la distance effective entre les plaques sera réduite et le champ sera augmenté d'autant. Il en résulte également des ondes stationnaires dans la direction longitudinale. L'effet global dépend de la hauteur de l'équipement et du pourcentage de pièces métalliques qu'il contient. On peut fixer comme règle que la dimension verticale de l'élément en essai ne devra pas dépasser les deux tiers de la hauteur h , surtout si l'équipement contient de grandes pièces métalliques verticales.

Le facteur de transfert h_t d'un dispositif TEM est le rapport entre la tension d'entrée U_{in} et le champ E :

$$h_t = \frac{U_{in}}{E}$$

Ce facteur de transfert devra être étalonné en fonction de la fréquence pour chaque dispositif TEM particulier. En première approximation, on peut considérer que le facteur de transfert est égal à la distance réelle h entre les plaques du dispositif TEM.

Pour une ligne TEM ouverte aussi bien que pour un dispositif TEM fermé, un champ TEM est produit entre les plaques conductrices. Ce champ est principalement homogène dans la partie centrale du dispositif et présente quelques distorsions dans la configuration du champ au bord des plaques. De ce point de vue, les deux types de dispositif TEM ne diffèrent pas essentiellement.

Dans la partie supérieure de la gamme de fréquences ($h \approx \lambda/2$) des modes plus élevés sont produits. Cela provoque des ondes stationnaires à l'intérieur du dispositif, alors que pour les lignes TEM ouvertes, une partie de l'énergie est rayonnée à l'extérieur. Des objets situés à proximité peuvent réfléchir cette énergie rayonnée et distordre la configuration du champ à l'intérieur, d'où des variations fonctions de la fréquence sur la courbe d'étalonnage de la cellule ouverte. Il a été vérifié, toutefois, que de telles distorsions du champ peuvent être supprimées de façon adéquate en disposant des panneaux absorbants autour des lignes TEM ouvertes. Si des rayonnements extérieurs ne sont pas autorisés, la ligne TEM ouverte devra être placée dans une chambre blindée. Dans ce cas, il sera nécessaire de placer des panneaux absorbants autour de la ligne TEM (par exemple des matériaux ayant une charge résistive de 200 $\Omega/\square$).

Au nombre des avantages pratiques importants des dispositifs TEM à ligne ouverte citons: une accessibilité aisée de l'équipement à mesurer, un contrôle visuel de l'appareil en essai (observation de l'image sur l'écran), une hauteur totale qui est de moitié par rapport à un dispositif TEM fermé équivalent, une construction simple.

Pour ces raisons, l'utilisation d'une cellule TEM ouverte ayant une hauteur de 0,8 m entre les plaques et dont la construction est conforme aux figures 2a, 2b et 2c est recommandée comme dispositif normalisé pour les mesures de champ. L'utilisation d'un dispositif TEM fermé conforme aux figures 3a, 3b et 3c est acceptée comme autre possibilité.

La procédure d'étalonnage d'un dispositif TEM est donnée en annexe A.

Moreover, the radiation outwards of the open TEM device will increase considerably. Therefore the frequency range of a TEM device with $h = 1$ m is restricted to frequencies up to 150 MHz. By loading part of the device internally with absorbing material the frequency range can be extended by 25 % to 50 %.

During the measurement the equipment under test should not disturb the field configuration substantially. If an apparatus containing metal parts is placed inside the TEM device, this reduces the effective distance between the plates and increases the field strength accordingly. It also results in a standing wave pattern in the longitudinal direction. The overall effect depends on the height of the equipment and the percentage of metal in contains. As a rule, the vertical dimension of the test item should not be higher than two-thirds of the height h , especially if the equipment contains metallic parts of large vertical size.

The transfer factor h_t of a TEM device is the ratio between input voltage U_{in} and field strength E :

$$h_t = \frac{U_{in}}{E}$$

This transfer factor should be calibrated as a function of frequency for each individual TEM device. As a guide, the transfer factor approximate the actual distance h between the plates of the TEM device.

In the open stripline device as well as in the closed TEM device, a TEM field is generated between the conductor plates. The field is substantially homogeneous in the centre part of the device with some distortion of the field configuration at the edges of the plates. In this respect the two types of TEM device do not differ essentially.

In the upper part of the frequency range ($h \approx \lambda/2$) higher modes are generated. This causes a standing wave pattern inside the device, whereas in the open stripline device part of the energy is radiated outwards. Nearby objects may reflect this radiated energy and distort the internal field configuration which results in frequency dependent variations in the calibration curve of the open stripline device. It has been found, however, that such field distortions can be suppressed adequately by placing some absorbing panels around the stripline device. If outward radiation is not permitted the open stripline device should be placed in a screened room. In this case absorbing panels around the stripline device are required (for example panels with resistive material $200\Omega/\square$).

Important practical advantages of the open stripline device are: easy accessibility for the equipment to be tested, visual control of the apparatus under test (observation of the picture screen), the total height is half of the height of an equivalent closed TEM device, the construction is simple.

For this reason the use of an open stripline device, with a height of 0,8 m between the plates and a construction according to figures 2a, 2b and 2c, is recommended as a standard device for field measurements. The use of a closed TEM device according to figures 3a, 3b and 3c is accepted as an alternative.

The calibration procedure of a TEM device is given in annex A.

5.2.3 Mesure de l'immunité des récepteurs de télévision

5.2.3.1 Généralités

Quoique les mesures correspondant à la procédure décrite en 5.2.3 soient limitées à la gamme de fréquences du signal brouilleur inférieures à 150 MHz, cette procédure peut également s'appliquer aux récepteurs avec des fréquences d'accord supérieures à 150 MHz. Dans ce cas, le 5.2.3.3 ne s'applique pas, en ce qui concerne la mesure dans la canal d'accord RF.

Dans les procédures de mesure suivantes, le récepteur de télévision est utilisé comme un indicateur de mesure qui affiche une image normalisée.

5.2.3.2 Dispositif de mesure

Pour un dispositif TEM à ligne ouverte, un espace d'au moins 0,8 m doit être laissé entre le côté longitudinal du dispositif TEM ouvert et les murs, le plafond, le sol et les autres objets. Dans une cellule ouverte, des champs perturbateurs réfléchis peuvent influencer sur l'étalonnage du dispositif et les mesures. Si un tel dispositif est placé à l'intérieur d'une chambre blindée, la distance entre la plaque inférieure et le sol métallique de la chambre blindée devra être d'environ 0,8 m. Afin de supprimer l'influence des réflexions, des matériaux absorbants doivent être placés dans l'espace compris entre la ligne TEM et les murs de la chambre blindée. La figure 4 montre la configuration de la ligne TEM dans la chambre blindée.

L'équipement en essai est placé sur un support non métallique au centre du dispositif TEM (voir figure 5). La distance à la plaque inférieure (plaque de terre) est de 0,10 m. Le côté de l'équipement contenant l'écran du tube est parallèle aux axes du dispositif TEM de façon telle qu'il puisse être observé par l'opérateur.

Le câble d'alimentation en énergie secteur ou d'une autre source d'alimentation est introduit par un trou dans la plaque de base, la longueur à l'intérieur du dispositif TEM étant aussi courte que possible et entièrement recouverte de tores de ferrite afin d'atténuer les courants induits. De la même façon, un câble coaxial ayant une impédance de transfert maximale de 50 mΩ/m à 30 MHz et chargé de ferrite est connecté à travers la plaque inférieure aux connecteurs d'entrée. Uniquement dans le cas de récepteurs équipés d'une entrée symétrique, le transformateur symétrique-asmétrique est connecté aux bornes antenne du récepteur avec des câbles aussi courts que possible.

Dans le cas de récepteurs équipés d'une antenne télescopique et sans borne d'entrée, le signal utile doit être transmis par un champ RF approprié. Un tel champ devra alimenter le dispositif TEM en se combinant au signal brouilleur conformément au circuit de la figure 6. Si on utilise un dispositif à ligne TEM ouverte il est aussi possible de produire extérieurement un champ rayonné selon la figure 7. Dans ce cas, un équipement supplémentaire pour rayonner le signal est placé à l'extérieur de la ligne TEM ouverte.

NOTE – Dans le cas de récepteurs avec antenne télescopique et sans borne d'entrée antenne, cette méthode est seulement applicable pour l'immunité dans la gamme de fréquences FI.

Les bornes non utilisées lors des mesures sont chargées avec des résistances blindées adaptées à l'impédance nominale de sortie.

L'entrée du récepteur en essai et l'entrée de la cellule TEM sont alimentées par des signaux fournis par le circuit de la figure 8.

A la figure 8, le signal utile est fourni par un générateur de signaux de télévision (P) produisant une mire avec un son, produit par le générateur (Ga), conformément à 5.1.3.