

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: Electromagnetic 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(μV/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
$(f_v - 2)$ to $(f_v + 2)$ ¹⁾	101
$(f_i - 2)$ 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(μ V/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(μ V/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(μ V/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(μ V/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(μV/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(μV/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(μV/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(μV/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)						
	M = N - 5	N - 1	N + 1	N + 5	N + 9	N + 11	
N							
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
	70	-	-	70	-	68	D
N _{iv}	-	77	77	80	68	-	A
	-	65	65	68	56	-	B
	74	77-x	77-x	80-x	68-x	-	C ou C1
	-	77-y	77-y	80-y	68-y	-	C2
	74	-	-	-	-	-	D
N _v	80	77	77	80	-	-	A
	68	65	65	68	-	-	B
	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
							y = 20 dB
Pour le système I (monophonique uniquement)							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)						
	M = N - 5	N - 1	N + 1	N + 5	N + 9	N + 11	
N							
N _i	-	73	73	-	-	-	A
	-	61	61	-	-	-	B
	70	73-x	73-x	70	-	68	C or C1
	-	73-y	73-y	-	-	-	C2
N _{iii}	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 _{iv}	-	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						
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(μV)	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.

5.2.3 *Measurement of the immunity of television receivers*

5.2.3.1 *General*

Although measurements according to the procedure laid down in 5.2.3 are restricted to the interfering signal frequency range below 150 MHz, this procedure also applies to receivers with tuning frequencies above 150 MHz in which case 5.2.3.3 does not apply as far as the measurement in the tuned channel is concerned.

In the following measuring procedures the television receiver is used during the measurements as an indicating instrument which displays a standard picture.

5.2.3.2 *Measuring set-up*

For an open TEM device a space equal to at least 0,8 m shall be left between the longitudinal side of the open TEM device and walls, ceiling, floor and other objects. In an open device reflected disturbance fields may influence the calibration of the device and the measurements. If such a device is placed inside a screened room the distance between the base-plate of the device and the metal floor of the shielded room should be approximately 0,8 m. In order to suppress the influence of reflections, absorbing material shall be placed in the space between the stripline device and the walls of the screened room. Figure 4 shows the arrangement of the stripline device in a screened room.

The equipment under test is placed on a non-metallic support in the centre of the TEM device (see figure 5). The distance to the bottom plate (earth plate) is 0,10 m. The side of the equipment containing the screen of the tube is parallel to the axis of the TEM device so that it can be observed by the operator.

The mains or other power supply lead is inserted through a hole in the bottom plate, the length inside the TEM device is as short as possible and completely surrounded by ferrite toroids in order to attenuate induced currents. In the same way a coaxial cable, having a transfer impedance of maximally 50 mΩ/m at 30 MHz and loaded with ferrites, is connected through the bottom to the input connectors. In case of receivers equipped with a balance input only, the balance-to-unbalance transformer is connected to the receiver antenna terminals with leads as short as possible.

In case of receivers equipped with a telescopic antenna and without an antenna input terminal, the wanted signal shall be transmitted by means of an appropriate RF field. Such a field should be fed to the TEM device combined with the interfering signal according to the circuit of figure 6. If an open TEM device is used, it is also possible to generate externally a radiated field according to figure 7, which case supplementary equipment for signal radiation is placed outside the open TEM device.

NOTE - In the case of receivers with a telescopic antenna and without an antenna input terminal, this method is only suitable for measuring the immunity in the IF frequency range.

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

The input of the receiver under test and the input of the TEM device are fed with signals from the circuit of figure 8.

In figure 8 the wanted signal is supplied by a television signal generator (P) producing a pattern together with a tone, produced by the generator (Ga), in accordance with 5.1.3.

La sortie RF du générateur de mire (P) est connectée à l'entrée du récepteur.

Un second générateur RF (G1) simule la source perturbatrice et est connecté à travers le commutateur S1 à la cellule TEM. Ce générateur doit fournir un signal modulé conformément à 5.1.3.

NOTE – L'effet de la perturbation apparaît souvent sous la forme de barres horizontales. La fréquence de modulation sera réglée de façon à obtenir des barres horizontales se déplaçant lentement sur l'écran du récepteur de télévision.

Le commutateur S1 peut être mis en oeuvre manuellement ou automatiquement par un dispositif électronique à une vitesse de commutation lente. Cela facilite le réglage du niveau qui produit une dégradation juste perceptible sur l'image (voir 5.1.2).

Il peut être nécessaire d'insérer un amplificateur RF à large bande (Am) à l'entrée de la cellule TEM afin d'augmenter le champ perturbateur à un niveau adéquat pour les mesures d'immunité. Des précautions devront être prises vis-à-vis du niveau d'harmoniques de la sortie RF du générateur et plus particulièrement de l'amplificateur à large bande. Les harmoniques peuvent influencer sur les mesures si elles coïncident avec le canal d'accord ou le canal FI du récepteur en essai. Dans certains cas, des dispositions devront être prises pour réduire le niveau d'harmoniques d'une façon satisfaisante en insérant des filtres passe-bas adéquats à l'entrée de la cellule TEM. Cela peut être vérifié selon la procédure décrite en B.3.

5.2.3.3 *Mesure de l'immunité dans le canal d'accord RF et sur la bande FI*

On utilise le circuit de la figure 8.

Le récepteur de télévision et le générateur de signal utile (P) sont accordés sur le canal de télévision qui convient, lequel devra être le canal de la bande I qui est le plus proche du milieu de la bande et, de plus, pour les téléviseurs qui peuvent être accordés sur des canaux non normalisés entre la bande I et la bande III, sur le canal de cette bande spéciale qui est le plus proche du milieu de cette bande.

Les récepteurs de télévision capables d'être accordés uniquement sur les bandes IV et V (par exemple les récepteurs pour le système I) sont accordés sur le canal le plus proche du milieu des bandes IV-V.

La procédure de mesure est la suivante.

Toutes les commandes sont sur leur position normale ou sur une position moyenne.

La fréquence du générateur perturbateur (G1) est réglée à 1 MHz environ de la porteuse utile vision vers la porteuse son. Le niveau de sortie du signal perturbateur devra être suffisamment élevé pour produire un brouillage nettement visible. Alors la fréquence du générateur est ajustée de façon à obtenir une mire composée de lignes formant un angle de 45° avec les lignes de balayage afin de produire un effet perturbateur maximal. La fréquence du générateur devra être suffisamment stable pour produire une mire stationnaire. Ensuite, on diminue le niveau de sortie pour obtenir une dégradation juste perceptible sur l'image (voir 5.1.2).

Le niveau du champ *E* correspondant est pris comme le niveau d'immunité aux champs ambiants.

Ensuite, la procédure est répétée, le générateur de signal utile étant accordé sur le canal central en bande I et le générateur de signal perturbateur étant réglé à environ 1 MHz de la porteuse vision FI vers la porteuse son, produisant ainsi une mire similaire.

NOTE – L'immunité dans la bande de fréquences du canal d'accord RF ne s'applique pas aux récepteurs sans bornes d'antenne.

The RF output of the pattern generator (P) is connected to the input of the receiver.

A second RF generator (G1) simulates the disturbance source and is connected via the switch S1 to the TEM device. This generator shall supply a modulated signal in accordance with 5.1.3.

NOTE – The disturbance effect is often in the form of horizontal bars. The modulation frequency shall be adjusted in order to obtain horizontal bars slowly rolling over the screen of the television receiver.

The switch S1 can be operated manually or automatically by an electronic timer at a low switching speed. This facilitates the adjustment of the level which produces a just perceptible degradation in the picture (see 5.1.2).

It may be necessary to insert an RF wideband amplifier (Am) at the input of the TEM device in order to raise the disturbance field strength to an adequate level for the immunity measurements. Care should be taken with respect to the harmonic level of the RF output of the generator and particularly of the output of the wideband amplifier. Harmonics might influence the measurement if they coincide with the tuned channel or the IF channel of the receiver under test. In some cases provision should be made to reduce the harmonic level adequately by inserting suitable low-pass filters at the input of the TEM device. This can be checked according to the procedure described in B.3.

5.2.3.3 *Measurement of the immunity in the tuned RF channel and IF frequency band*

The circuit of figure 8 is used.

The television receiver and the wanted signal generator (P) are tuned to the relevant television channel, which should be the channel in band I which is nearest to the centre of the band and additionally, for those receivers which can be tuned to non-standard channels between band I and band III, the channel of that special band which is nearest to the centre of that band.

Television receivers capable of tuning only to Bands IV and V (e.g. television receivers for system I) are tuned on the channel nearest to the centre of Bands IV-V.

The measurement procedure is the following.

All controls are in the normal or average position.

The frequency of the disturbance generator (G1) is set at a frequency about 1 MHz from the wanted picture carrier towards the sound carrier. The disturbance output level should be sufficiently high to produce a clearly noticeable interference in the picture. Then the frequency of the generator is adjusted to obtain a pattern consisting of lines at 45° with respect to the scanning lines to obtain a maximum disturbance effect. The generator frequency should be sufficiently stable to produce a stationary pattern. Subsequently the output level is reduced to give a just perceptible degradation in the picture (see 5.1.2).

The corresponding field strength level E is assumed as the level of immunity to ambient fields.

Then the procedure is repeated with the wanted signal generator tuned to the centre channel in Band I and the disturbance generator adjusted at a frequency about 1 MHz from the IF picture carrier towards the sound carrier, producing a similar interference pattern.

NOTE – The immunity in the tuned RF channel frequency range does not apply to receivers without antenna terminals.

5.2.3.4 Mesure de l'immunité à l'extérieur du canal d'accord RF et de la bande FI

Contrairement aux mesures mises en oeuvre conformément à 5.2.3.3, dans lesquelles le signal brouilleur se situait dans le canal d'accord RF ou le canal FI (fonctionnement linéaire), les signaux brouilleurs situés à l'extérieur de ces canaux peuvent produire des composantes vidéo ou audiofréquences du fait de fonctionnement non linéaire (intermodulation et détection).

En principe, ces signaux brouilleurs peuvent être produits en n'importe quel point du récepteur (tuner, étages FI, vidéo, audio, etc.). En particulier, les signaux modulés en amplitude ont un potentiel perturbateur élevé lorsque les signaux démodulés se situent dans la gamme vidéo ou audiofréquence.

La fréquence du générateur perturbateur est balayée manuellement et lentement à travers la gamme de fréquences désirée comme il est précisé en exemple au tableau C.1, essais n^{os} 4 à 7 (annexe C). Le niveau de sortie sera suffisamment élevé pour localiser les fréquences à immunité minimale par une observation de l'image et du signal de sortie audio.

Les essais peuvent être réalisés par un balayage automatique de fréquence afin de trouver rapidement les zones à faible immunité. Il sera toutefois établi que la technique de balayage rapide donne les mêmes résultats que le balayage manuel lent.

Des techniques de balayage adaptées sont à l'étude.

Pour la mesure d'immunité des circuits vidéo du récepteur de télévision à l'extérieur des bandes de fréquences RF et FI, on utilise le circuit de mesure représenté à la figure 8.

Pour cette mesure, le récepteur de télévision et le générateur de mire sont accordés sur le même canal en bande métrique pour lequel des mesures selon 5.2.3.3 sont effectuées. Le signal brouilleur sera réglé entre 150 kHz et 150 MHz à l'exclusion de la gamme FI et de la gamme de réception en ondes métriques.

La sortie du générateur perturbateur (G1) est réglée au niveau qui provoque une dégradation juste perceptible sur l'image conformément à 5.1.2 et le niveau du champ *E* correspondant est le niveau d'immunité aux champs ambiants des circuits vidéo du récepteur.

Pour la mesure d'immunité des circuits son du récepteur, on utilise le circuit de mesure représenté à la figure 8.

La porteuse son est modulée selon 5.1.3 et la fréquence du signal normalisé d'entrée est réglée pour un fonctionnement normal sur le canal indiqué en 5.2.3.3. Le dispositif est étalonné conformément à 5.1.4.

Ensuite, le générateur de signal modulant (Ga) est déconnecté du générateur de signal utile (P) et est connecté au générateur perturbateur (G1). Le signal brouilleur est balayé à travers la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz à l'exclusion de la gamme FI et de la gamme de réception en bande métrique.

Le niveau de sortie du générateur perturbateur est réglé pour un rapport signal sur perturbation, mesuré à la sortie audio, selon 5.1.2 et le niveau du champ *E* correspondant est le niveau d'immunité aux champs ambiants des circuits son du récepteur.

Le plus bas des deux niveaux de champ mesurés (pour les circuits vidéo et son respectivement) est le niveau d'immunité aux champs ambiants à l'extérieur du canal d'accord RF et la gamme FI.

Ces essais doivent être réalisés en plusieurs étapes et en utilisant des filtres passe-bas adéquats (voir tableau C.1, annexe C).

5.2.3.4 *Measurement of the immunity outside the tuned RF channel and IF frequency band*

Contrary to the measurement as performed according to 5.2.3.3 in which the interfering signal falls in the tuned RF or IF channel (linear operation), interfering signals outside these channels may generate VF or AF components by non-linear operation (inter-modulation and detection).

In principle these interfering signals can be produced at any point in the receiver (tuner, IF, VF, AF stages, etc.). In particular amplitude-modulated signals have a high disturbing potential when the demodulated signal falls in the video or audio range.

The frequency of the disturbance generator is swept manually and slowly through the desired frequency ranges, as given for example in table C.1, test Nos. 4 to 7 (annex C). The output level should be sufficiently high to locate frequencies of minimum immunity by observing the picture and the audio output signal.

The tests may be performed by automatic frequency sweeping in order to find the range of weak immunity in a fast manner. It shall be established, however, that the fast sweeping technique gives the same results as the slow manual sweep.

Suitable sweeping techniques are under consideration.

For the immunity measurement of the video circuits of the television receiver outside the RF and IF frequency bands the measuring circuit as shown in figure 8 is to be used.

For this measurement the television receiver and the pattern generator are tuned to the same VHF channel for which the measurements according to 5.2.3.3 are carried out. The interfering signal should be tuned between 150 kHz and 150 MHz with the exclusion of the IF band and the VHF reception band.

The output of the disturbance generator (G1) is adjusted to the level which causes a just perceptible degradation in the picture according to 5.1.2 and the corresponding field strength level E is the level of immunity to ambient fields of the video circuits of the receiver.

For the immunity measurement of the sound circuits of the receiver, the measuring circuit shown in figure 8 is to be used.

The sound carrier is modulated according to 5.1.3 and the input standard signal frequency is adjusted for normal operation in the channel indicated in 5.2.3.3. The set-up is calibrated in accordance with 5.1.4.

Then the modulation signal generator (Ga) is disconnected from the wanted signal generator (P) and connected to the disturbance generator (G1). The interfering signal is swept through the frequency range 150 kHz to 150 MHz with the exclusion of the IF band and the VHF reception band.

The output level of the disturbance generator is adjusted for a signal-to-disturbance ratio measured at the audio output as specified in 5.1.2 and the corresponding field strength level E is the level of immunity to ambient fields of the sound circuits of the receiver.

The lower of the two measured field strength levels (video and sound circuits respectively) is the level of immunity to ambient fields outside the RF tuned channel and IF frequency range.

These tests have to be performed in several steps using suitable low-pass filters (see table C.1, annex C).

5.2.4 *Mesure de l'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore*

5.2.4.1 *Généralités*

L'insuffisance d'immunité des étages à radiofréquence des récepteurs MA et MF envers les signaux brouilleurs dans le canal reçu ne produit pas le même effet que dans le cas de récepteurs de télévision où des signaux fantômes peuvent apparaître sur l'écran. Pour cette raison, aucune recommandation n'est faite pour la mesure des étages RF des récepteurs de radiodiffusion sonore, mais la méthode est semblable à celle qui est décrite en 5.2.4.3.

Toutefois, dans le cas où des récepteurs MF sont connectés à une distribution câblée importante, l'immunité, dans le canal de réception, du sélecteur MF, est un facteur important, qui doit être pris en compte (utilisation dans la distribution de canaux qui sont occupés par un émetteur local ou régional puissant). Une procédure d'essai est à l'étude.

Pour les récepteurs MF, l'immunité des étages FI aux perturbations radioélectriques est également une indication de peu de signification à cause de l'action bénéfique des limiteurs sur les caractéristiques d'immunité.

Dans le cas des récepteurs MA, toutefois, l'immunité aux signaux entrant par la FI est très importante. Une méthode de mesure de l'immunité des étages FI des récepteurs MA aux signaux brouilleurs est indiquée en 5.2.4.2.

5.2.4.2 *Mesure de l'immunité des récepteurs MA dans la bande FI*

Le montage de mesure est semblable à celui de la figure 5 utilisé pour la mesure des récepteurs de télévision (voir 5.2.3.2), et le circuit est représenté à la figure 9. Le récepteur doit être positionné la face avant parallèle à l'axe longitudinal du dispositif TEM.

Le récepteur est accordé sur une fréquence du centre de la bande hectométrique. Toutes les commandes, excepté celle du volume, sont dans leur position normale ou moyenne.

Le signal d'entrée utile normalisé est fourni au récepteur par un générateur RF modulé en amplitude selon 5.1.3.

Le signal de sortie audio du récepteur est mesuré conformément à 5.1.2 et l'appareil essayé est étalonné comme il est indiqué en 5.1.4.

La commande de volume est maintenue dans la même position pendant l'essai.

Le signal brouilleur modulé conformément à 5.1.3 est appliqué au dispositif TEM. Dans le cas de récepteurs comportant une antenne ferrite incorporée, ce signal brouilleur est combiné avec un signal utile.

Le générateur perturbateur est réglé à la fréquence nominale de la FI. Des précautions doivent être prises pour que les générateurs de signal utile et de signal perturbateur soient suffisamment stables et réglés de telle façon que les deux porteuses ne produisent pas, pendant la mesure, de fréquence de battement pouvant se situer dans la bande passante du voltmètre sélectif ou du filtre à 1 kHz. La sortie du générateur perturbateur est réglée à un niveau pour un rapport signal sur perturbation à la sortie audio selon 5.1.2. Le niveau du champ E correspondant est le niveau d'immunité aux champs ambiants.

5.2.4 *Measurement of the immunity of sound receivers*

5.2.4.1 *General*

Lack of immunity of the RF stages of AM and FM receivers to co-channel RF interfering signals does not produce the same effect as in the case of television receivers where ghost signals may appear on the picture screen. For this reason no recommendation for the measurement of RF stages of sound receivers is made, but the method is similar to the measurement as described in 5.2.4.3.

However, in the case of FM receivers that are connected to large wired distribution systems, the FM tuner immunity in the reception channels is an important topic that should be taken into consideration (utilization of the channels in the distribution system that are occupied by local or powerful regional transmitters). A test procedure is under consideration.

The immunity of IF stages of FM receivers to radio frequency disturbances is also of little significance because of the limiter action of such receivers which results in favourable immunity characteristics.

In the case of AM receivers, however, the immunity to penetrating IF signals is very important. A measuring method for the immunity of IF stages of AM receivers to interfering signals is described in 5.2.4.2.

5.2.4.2 *Measurement of the immunity of AM receivers in the IF band*

The measuring set-up is similar to that of figure 5 used for the measurement of television receivers (see 5.2.3.2), and the circuit is shown in figure 9. The receiver shall be positioned with its front side parallel to the longitudinal axis of the TEM device.

The receiver is tuned to a frequency in the centre of the medium waveband. All controls, except for the volume control, are set in normal or average position.

The wanted standard input signal is fed to the receiver from an RF generator amplitude modulated according to 5.1.3.

The receiver audio output signal is measured according to 5.1.2 and the set-up is calibrated as indicated in 5.1.4.

The volume control is kept in this position during the test.

The interfering signal, modulated according to 5.1.3, is fed to the TEM device. In the case of receivers with built-in ferrite antennas this interfering signal is combined with the wanted signal.

The disturbance generator is tuned at the nominal IF frequency. Care should be taken that both the wanted and unwanted signal generators are sufficiently stable and tuned in such a way that the two carriers do not produce a beat frequency during the measurement which falls into the pass-band of the selective audio voltmeter or of the 1 kHz band-pass filter. The output of the disturbance generator is adjusted to a level for an audio output signal-to-disturbance ratio according to 5.1.2. The corresponding field strength level E is the level of immunity to ambient fields.

5.2.4.3 *Mesure de l'immunité des récepteurs de radiodiffusion sonore en dehors de la bande FI*

Le montage d'essai pour les récepteurs MA et MF est le même que celui qui est décrit en 5.2.3.2 et représenté en figure 5. Le circuit est représenté en figure 9.

Le récepteur est réglé sur une fréquence du centre des bandes hectométriques et/ou métriques MF selon le type de récepteur essayé. Le niveau du signal utile à l'entrée est ajusté pour la valeur normalisée (voir 5.1.3) à la fréquence pour laquelle le récepteur est réglé. Le signal de sortie audio du récepteur est mesuré conformément à 5.1.2 et le montage étalonné comme indiqué en 5.1.4.

Le générateur perturbateur balaye la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz à l'exclusion de la bande FI et du canal RF reçu. Le niveau de sortie doit être suffisamment élevé pour qu'il soit possible de localiser les fréquences pour lesquelles l'immunité est minimale, en observant le signal de sortie audio.

Ensuite, le niveau de sortie du générateur perturbateur est réglé selon 5.2.4.2 et le niveau du champ *E* correspondant est le niveau d'immunité aux champs ambiants.

NOTE – Il peut être nécessaire d'insérer un filtre passe-bande approprié à l'entrée du dispositif TEM. Par exemple, les récepteurs MF devront être essayés dans la bande de fréquence de 150 kHz à 150 MHz en deux étapes:

- de 150 kHz à 87,5 MHz (fréquences inférieures à la bande MF) en utilisant un filtre à fréquence de coupure de 87,5 MHz;
- au-dessus de 87,5 MHz sans filtre.

5.2.5 *Mesure de l'immunité des équipements associés aux récepteurs de radiodiffusion sonore ou visuelle*

5.2.5.1 *Généralités*

Ce paragraphe concerne les équipements tels que les amplificateurs audio, les magnétophones, les lecteurs de disques et les magnétoscopes. L'équipement qui a été conçu pour accomplir plusieurs fonctions est réputé équipement à fonctions multiples et est traité en 5.2.5.7.

L'équipement couvert par ce paragraphe a souvent été conçu pour servir d'interface avec les autres appareils fonctionnant comme un système, bien que chaque équipement puisse être acheté séparément. Chaque équipement doit être considéré comme un simple appareil. Le système assemblé ne doit pas être considéré comme une simple entité.

Le montage et les circuits d'essai pour divers types d'équipement doivent être semblables à ceux qui sont décrits en 5.2.3.2 et représentés à la figure 10. Les bornes d'entrée ou de sortie non utilisées pendant la mesure, seront chargées par des résistances appropriées comme celles qui sont indiquées par le constructeur ou dans la norme correspondante.

La commande de volume doit être réglée comme il est spécifié dans la procédure de mesure suivante. Les autres commandes doivent être dans leur position moyenne normale.

La mesure de l'immunité dans la gamme de 150 kHz à 150 MHz doit être faite aux fréquences spécifiques pour lesquelles la valeur de l'immunité est minimale. Le signal audio de sortie est mesuré conformément à 5.1.2.

5.2.4.3 *Measurement of the immunity of sound receivers outside the IF band*

The test set-up for AM and FM receivers is the same as described in 5.2.3.2 and shown in figure 5. The circuit is shown in figure 9.

The receiver is tuned to a frequency in the centre of the MW and/or FM band, depending on the type of receiver under test. The wanted input signal is adjusted at the standard level (see 5.1.3) and tuned to the same frequency at which the receiver is set. The receiver audio output signal is measured according to 5.1.2 and the set-up is calibrated as indicated in 5.1.4.

The disturbance generator is swept through the frequency range 150 kHz to 150 MHz with the exclusion of the IF band and the tuned RF channel. The output level shall be sufficiently high to locate frequencies of minimum immunity by observing the audio output signal.

Then the output level of the disturbance generator is adjusted according to 5.2.4.2 and the corresponding field strength level E is the level of immunity to ambient fields.

NOTE – It may be necessary to insert appropriate band-pass filters at the input of the TEM device. For instance, FM receivers should be tested in the frequency range 150 kHz to 150 MHz in two steps:

- from 150 kHz to 87,5 MHz (frequencies below the FM band) through a filter with a cut-off frequency of 87,5 MHz;
- above 87,5 MHz without any filter.

5.2.5 *Measurement of the immunity of equipment associated with sound and television receivers*

5.2.5.1 *General*

This sub-clause relates to equipment such as audio amplifiers, audio tape recorders, record players and video recorders. Equipment which is designed to fulfil a number of purposes is known as multi-function equipment and is dealt with in 5.2.5.7.

The equipment covered by this sub-clause is often designed to interface with other units to operate as a system, although each equipment may be sold separately. Each equipment shall be assessed as a single item. The assembly of a system does not need to be assessed as a single entity.

The test set-up and circuit for various types of equipment shall be as described in 5.2.3.2 and as shown in figure 10. Any input and output terminals not in use during the measurement shall be terminated with appropriate load resistors as specified by the manufacturer or in the relevant standard.

The volume control of the equipment shall be adjusted as explained in the following measurement procedure. The other controls shall be set in normal or average position.

Measurement of immunity shall be carried out in the 150 kHz to 150 MHz frequency range at those specific frequencies at which the immunity has minimum values. The audio output signal is measured in accordance with 5.1.2.

Pour les équipements stéréo le signal d'entrée doit être appliqué aux deux entrées des canaux de droite et de gauche.

NOTE – Si un équipement en essai est relié à un équipement additionnel de contrôle (par exemple, un magnétoscope relié à un récepteur de télévision ou à un moniteur, ou un magnétophone ou un tuner reliés à un amplificateur audio auxiliaire), cet équipement additionnel doit être considéré comme faisant partie des appareils de mesure et des précautions doivent être prises afin de s'assurer que cet équipement additionnel n'est pas sujet aux perturbations. Par conséquent, l'effet de la perturbation devra disparaître si l'alimentation de l'équipement en essai est déconnectée. Si l'effet de la perturbation subsiste, des dispositions seront prises pour isoler l'équipement additionnel (par exemple, masse additionnelle sur le blindage du câble, blindage de l'équipement additionnel et insertion d'un filtre RF sur le câble de jonction, pose d'un tube de ferrite sur le câble de jonction).

5.2.5.2 Amplificateurs audio

Pour l'étalonnage de l'amplificateur, le signal audio à 1 kHz est appliqué à l'entrée de celui-ci. Le niveau d'entrée est réglé à la valeur spécifiée pour le canal audio considéré conformément aux instructions du fabricant. Ensuite la commande de volume est réglée pour obtenir le niveau de sortie de référence (voir 5.1.4) et maintenue dans cette position pendant l'essai. Ensuite, l'interrupteur S1, reliant le générateur perturbateur à l'entrée du dispositif TEM, est mis en position fermée et la procédure de mesure indiquée ci-dessous est suivie.

On balaye la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz. Le niveau de sortie sera suffisamment haut pour permettre la localisation des fréquences correspondant au minimum d'immunité par l'écoute du signal de sortie.

Ensuite, le niveau de sortie du générateur perturbateur (G1) est réglé pour un rapport signal sur perturbation selon 5.1.2 et le niveau du champ E correspondant est pris comme le niveau d'immunité aux champs ambiants.

5.2.5.3 Magnétophones en mode enregistrement

L'étalonnage du magnétophone est exécuté comme indiqué ci-après (figure 10).

a) magnétophones avec contrôle manuel du niveau d'enregistrement

Une bande étalon enregistrée avec un signal sonore de 1 kHz est utilisée (suivant la CEI 94-2 pour des vitesses de 19 cm/s, 9,5 cm/s et 4,75 cm/s).

Pendant la lecture de la bande la puissance de sortie du magnétophone ou celle de l'amplificateur auxiliaire (pour les magnétophones ne comportant pas d'étage de puissance) est mesurée et le contrôle de volume positionné pour la puissance de sortie de référence (voir 5.1.4).

Un signal à 1 kHz est appliqué à une entrée du magnétophone avec un niveau spécifié pour cette entrée, une bande est enregistrée en modifiant le contrôle de niveau par paliers de valeur connue, dans une grande gamme de niveaux. La bande est ensuite lue avec le contrôle de volume positionné comme précédemment et le niveau d'enregistrement correspondant à la puissance de sortie de référence est déterminé. La commande du niveau d'enregistrement est positionnée pour cette valeur.

b) magnétophones ne comportant pas de contrôle manuel du niveau d'enregistrement

Un signal à 1 kHz est appliqué à une entrée du magnétophone, avec un niveau spécifié pour cette entrée et une bande est enregistrée. Cette bande est ensuite lue et la puissance de sortie est mesurée. La commande de volume est réglée pour la puissance de sortie de référence (voir 5.1.4).

For stereo equipment the input signal shall be applied to both left and right channels.

NOTE – If an equipment under test is connected to an additional control equipment (for example, a video recorder connected to a television receiver or monitor, or a tape recorder or a tuner connected to an auxiliary audio amplifier), then that additional equipment shall be considered as part of the measuring instruments and precautions taken to ensure that the additional equipment is not subject to the disturbance. Therefore, the disturbance effect should disappear if the power supply is disconnected from the equipment under test. If the disturbance effect remains, measures should be taken to isolate the additional equipment (for example, additional grounding of the cable shield, shielding of the additional equipment and insertion of an RF filter on the connecting cable, application of a ferrite tube on the connecting cable).

5.2.5.2 Audio amplifiers

For calibrating the amplifier the 1 kHz tone is fed to the input of the amplifier. The input level is set at the specified value for the relevant audio channel according to the manufacturer's instructions. Then the volume control is adjusted to obtain the reference output level (see 5.1.4) and kept in this position during the test. Then the switch S1 is set in the closed position connecting the disturbance generator to the input of the TEM device and the measurement procedure indicated below is followed.

The frequency is swept through the 150 kHz to 150 MHz frequency range. The output level should be sufficiently high to locate frequencies of minimum immunity by listening to the output signal.

Then the output level of the disturbance generator (G1) is adjusted for an audio output signal-to-disturbance ratio according to 5.1.2 and the corresponding field strength level E is assumed to be the level of immunity to ambient fields.

5.2.5.3 Audio tape recorders in record mode

The calibration of the recorder is performed as follows (see also figure 10).

a) recorder with manual recording level control

A standard tape recorded with a 1 kHz tone is used (as specified for 19 cm/s, 9,5 cm/s and 4,75 cm/s speeds in IEC 94-2).

While running the tape the output power of the player or of the auxiliary amplifier (for recorders without power output stage) is measured and the volume control set to the reference output power (see 5.1.4).

A 1 kHz tone is applied to an input of the recorder at the level specified for that input, and a tape is recorded with the recording level control varied in known steps over a wide range. The tape is played back with the volume control as set previously and the recording level corresponding to the reference output power is determined. The recording level control is set at this level.

b) recorder without manual recording level control

A 1 kHz tone is applied to an input of the recorder at the level specified for that input and a tape is recorded. This tape is then played back and the output power measured. The volume control is adjusted to give the reference output power (see 5.1.4).

Les commandes sont maintenant dans leurs positions étalonnées.

L'interrupteur S1 est mis en position fermée reliant le générateur perturbateur à la sortie de la cellule TEM.

Le magnétophone est ensuite positionné dans le mode enregistrement. Une bande est enregistrée pendant que le générateur perturbateur balaye la gamme de fréquences considérée. Le niveau du signal brouilleur doit être suffisamment élevé. Les fréquences pour lesquelles l'immunité est minimale sont localisées par l'écoute de l'enregistrement.

A chacune des fréquences ainsi identifiées une bande est enregistrée avec une large gamme de niveaux de perturbation débutant par le niveau élevé utilisé précédemment, par paliers de 1 dB.

La bande enregistrée est ensuite lue sur le même magnétophone et la puissance à la sortie est mesurée (voir 5.1.2).

La palier de la bande enregistrée correspondant à un rapport signal sur perturbation à la sortie audio selon 5.1.2 est déterminé.

Le niveau d'immunité aux champs ambiants à la fréquence mesurée est défini comme le champ rayonné de niveau E correspondant au palier retenu précédemment.

5.2.5.4 *Lecteurs de bandes audio ou magnétophones dans le mode lecture et lecteurs de disques*

La procédure de mesure est identique pour les deux types d'équipement excepté pour l'étalonnage.

Pour l'étalonnage des lecteurs de bande et des magnétophones dans le mode lecture, la procédure figurant en 5.2.5.3 doit être suivie.

Pour l'étalonnage des lecteurs de disques, on utilise un disque étalon comportant un signal à 1 kHz selon l'annexe A de la CEI 98.

Pendant la lecture du disque la puissance de sortie du lecteur (ou de l'amplificateur auxiliaire dans le cas de lecteur sans l'étage de sortie de puissance) est mesurée (voir 5.1.2); la commande de volume, réglée pour la puissance de sortie de référence (voir 5.1.4), et maintenue dans cette position pendant l'essai.

Les lecteurs de bandes et les magnétophones en mode lecture doivent être essayés en utilisant une bande vierge à faible bruit. Les lecteurs de disques doivent être essayés sans disque.

Le générateur perturbateur est connecté à l'entrée du dispositif TEM et, ensuite, on suit la procédure de mesure indiquée en 5.2.5.2.

5.2.5.5 *Magnétoscopes en mode enregistrement*

A l'étude.

5.2.5.6 *Magnétoscopes en mode lecture*

NOTE - Pour les reproducteurs vidéo munis de bornes d'entrée TV à RF (utilisés en mode enregistrement), ces entrées doivent être considérées comme de possibles entrées de perturbation, mais elles doivent être négligées comme entrées du signal utile.

The controls are now in their calibrated settings.

The switch S1 is set in the closed position connecting the disturbance generator to the output of the TEM device.

The recorder is then set in the record mode. A tape is recorded, while the frequency of the disturbance generator is swept through the test frequency range. The level of the interfering signal should be sufficiently high. Frequencies of minimum immunity are located by listening to the recording.

At each of the frequencies so located a tape is recorded for a wide range of disturbance levels, starting from the high level used previously, in steps of 1 dB.

The recorded tape is then played back on the same recorder and the power at the output is measured (see 5.1.2).

The step of the recorded tape corresponding to an audio output signal-to-disturbance ratio according to 5.1.2 is determined.

The immunity level for ambient fields at the measured frequency is defined as the field strength level E corresponding to the step as determined before.

5.2.5.4 *Audio tape players or tape recorders in playback mode and record players*

The measured procedure is identical for the two types of equipment, except for calibration.

For calibrating tape players and tape recorders in playing mode the procedure indicated in 5.2.5.3 shall be followed.

For standard record players a calibration record according to annex A of IEC 98 with a 1 kHz tone is played.

While running the record the output power of the player (or of the auxiliary amplifier for players without power output amplifier) is measured (see 5.1.2), and the volume control set for the reference output power (see 5.1.4) and kept in this position during the test.

Tape players and tape recorders in playing mode shall be checked using a blank low-noise tape. Record players shall be checked without a record.

The disturbance generator is connected to the input of the TEM device and then the measurement procedure indicated in 5.2.5.2 is followed.

5.2.5.5 *Video recorders in record mode*

Under consideration.

5.2.5.6 *Video recorders in playback mode*

NOTE – In video players fitted with RF TV inputs (to be used in the recording mode), these inputs shall be considered as possible disturbance inputs, but they shall be disregarded as wanted signal inputs.

Pour les mesures sur la partie vidéo du magnétoscope la procédure suivante s'applique en utilisant un équipement vidéo auxiliaire (par exemple, moniteur vidéo ou récepteur de télévision) (voir la note en 5.2.5.1) et une bande vidéo normalisée enregistrée avec des barres de couleur verticales est reproduite.

La bande normalisée doit être du type prescrit par la publication correspondante de la CEI.

Pendant la lecture de la bande, la sortie du magnétoscope est connectée à un équipement vidéo auxiliaire (toutes les commandes sont placées dans leur position normale ou moyenne).

Les contrôles manuels du magnétoscope (s'ils existent) sont réglés par une image correcte. Les commandes de l'équipement vidéo auxiliaire doivent être dans leur position moyenne.

Pour les magnétoscopes munis seulement d'un contrôle automatique, aucun étalonnage n'est nécessaire, seul l'équipement auxiliaire de contrôle doit avoir les commandes dans leur position moyenne.

Le générateur perturbateur est connecté par le commutateur S1 à l'entrée du dispositif TEM (voir figure 10), puis on suit la procédure de mesure indiquée en 5.2.3.4.

Pour la mesure de la partie audio du magnétoscope, la procédure donnée en 5.2.3.4 s'applique, l'image avec barres de couleur et le son peuvent être fournis par la bande vidéo normalisée.

5.2.5.7 *Mesure de l'immunité des équipements à fonctions multiples*

Les équipements à fonctions multiples sont conçus pour remplir plus d'une fonction. Les exemples de tels équipements sont: les récepteurs radio comportant un magnétophone à cassettes, les magnétophones à cassettes avec possibilité d'utilisation comme amplificateur de puissance, etc.

Les équipements à fonctions multiples doivent être contrôlés successivement pour chacune de leurs fonctions. La méthode de mesure correspondante indiquée en 5.2.3, 5.2.4 et 5.2.5 doit être utilisée pour la fonction appropriée.

5.3 *Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 MHz à 1 GHz*

5.3.1 *Introduction*

Pour les fréquences supérieures à 150 MHz l'utilisation de guide d'ondes est limitée aux dispositifs TEM de petites dimensions et ne convient donc généralement pas pour les mesures d'immunité. Dans la bande de fréquences de 150 MHz à 1 GHz on utilisera une antenne pour produire des champs rayonnés dans les 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'équipement dont les dimensions excèdent celles qui sont admissibles par les dispositifs TEM disponibles, la méthode de rayonnement par l'antenne peut être appliquée dans le bas de la bande jusqu'à 80 MHz.

For measurements on the video part of the recorder, the following procedure applies, using an auxiliary video equipment (for example, video monitor or television receiver) (see note to 5.2.5.1) and a standard video tape recorded with vertical colour bars is played.

The standard tape shall be of the type prescribed by the relevant IEC publication.

While running the tape, the output of the recorder is connected to an auxiliary video equipment (all controls are set in their normal or average position).

The manual controls (if any) of the recorder are adjusted for a correct picture. The auxiliary video equipment controls shall be in average position.

For tape recorders with only automatic controls, no calibration is necessary; only the auxiliary equipment controls shall be in average position.

The disturbance generator is connected via switch S1 to the input of the TEM device (see figure 10) and then the measurement procedure indicated in 5.2.3.4 is followed.

For measurement on the sound part of the recorder, the procedure given in 5.2.3.4 applies, the colour bars picture and the sound being given by the standard video tape.

5.2.5.7 *Measurement of the immunity of multi-function equipment*

Multi-function equipment is designed to fulfil more than one purpose. Examples of such equipment are radio receivers incorporating cassette audio tape recorders, audio tape recorders with a facility for use as a power amplifier, etc.

Multi-function equipment shall be assessed with each function in turn. The relevant method of measurement as contained in 5.2.3, 5.2.4 and 5.2.5 shall be applied for the appropriate function.

5.3 *Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 MHz to 1 GHz*

5.3.1 *Introduction*

At frequencies above 150 MHz, the use of guided waves is restricted to TEM devices of small dimensions and is therefore not generally suitable for immunity measurements. In the frequency range 150 MHz to 1 GHz, use should be 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 so that it is not compatible with the available TEM device, the radiating antenna method can be extended downwards to 80 MHz.

La production de champs rayonnés dans une large bande de fréquences implique le risque de perturber les services radioélectriques. Les précautions suivantes peuvent être prises pour éviter les perturbations dans les cas pratiques:

- maintien de la puissance rayonnée aussi basse que possible;
- utilisation des fréquences ou des parties du spectre de fréquences pour lesquelles le risque de perturbation est minimal: quelques fréquences spécifiques sont attribuées aux applications ISM et conviennent bien à cet usage particulièrement dans le cas d'essais de longue durée;
- la sélection d'un site d'essai éloigné de la zone de réception des stations de radio-diffusion;
- choix d'un site d'essai protégé par une configuration naturelle ou utilisation de moyens artificiels tels que les chambres blindées ou les chambres anéchoïques;
- utilisation d'un diagramme de rayonnement pour la configuration antenne-terre qui réduise le rayonnement horizontal.

Dans le cas d'utilisation de blindages, particulièrement si des chambres blindées sont utilisées, l'attention devra être attirée sur l'homogénéité des champs. Il n'est pas possible d'obtenir des champs homogènes dans une chambre complètement blindée sans utiliser des matériaux absorbants. Bien que les chambres blindées équipées de matériaux absorbants (chambres anéchoïques) soient coûteuses, elles sont les plus appropriées pour obtenir un champ homogène dans ces mesures.

NOTE – De nombreux pays ne permettent l'utilisation de champs rayonnés par une antenne qu'après consultation des responsables des autorités ou des règlements relatifs aux télécommunications.

Les mêmes remarques faites en 5.2 pour la gamme de fréquences en dessous de 150 MHz sont applicables, pour l'influence des câbles, les conditions d'utilisation, le mode linéaire ou non linéaire et la modulation du signal.

5.3.2 Caractéristiques du site de mesure

En général le site de mesure utilisé est en plein air.

Dans des cas spécifiques on peut utiliser des sites de mesure à l'intérieur tels que grandes salles, chambres anéchoïques, dômes plastiques, etc., mais ils doivent satisfaire aux mêmes exigences que les sites de mesure en plein air.

Dans le but d'obtenir un champ homogène du volume à l'emplacement de l'équipement mesuré, les réflexions sur les obstacles environnants devront être réduites à un niveau suffisamment bas. Les réflexions sur le sol ne peuvent pas être évitées et la hauteur de l'élément rayonnant devra être de $0,75 \lambda$ au-dessus du plan de sol pour rendre maximale la composante électrique du champ à l'emplacement de l'équipement mesuré. L'homogénéité du champ peut être vérifiée en utilisant un dipôle ou une sonde que l'on déplacera dans le volume dans lequel l'équipement mesuré est placé. Le champ rayonné ne doit pas varier de plus de 2 dB à l'intérieur de ce volume.

Les caractéristiques exigées pour des sites de mesure de l'immunité sont les mêmes que celles des sites pour la mesure des rayonnements. Ces caractéristiques sont indiquées en 5.3.2 de la CISPR 13, deuxième édition. Pour les mesures d'immunité leur qualité n'a besoin d'être vérifiée que dans la bande de 150 MHz à 1 GHz.

The generation of radiated fields over a broad frequency range implies the risk of interfering with radio services. The following measures may be applied to avoid disturbances in practical situations:

- keeping the radiated power as low as possible;
- using those frequencies or parts of the frequency spectrum at which the risk of disturbance is minimal: some specific frequencies are allocated to ISM applications and are suitable for this purpose particularly in the case of tests of long duration;
- selecting a test site which is not close to sensitive radio receiving stations;
- choice of a test site which is screened by natural circumstances or by using artificial means such as screened rooms and anechoic rooms;
- using radiation patterns of antenna-ground configuration with reduced horizontal radiation.

In the case of screening, particularly if screened rooms are used, attention should be paid to the homogeneity of the field. It is not possible to obtain homogeneous fields in completely screened rooms without the use of absorbing material. Although screened rooms provided with absorbing material (anechoic rooms) are expensive, they are more appropriate for this measurement to obtain homogeneous fields.

NOTE - In many countries the use of antenna-radiated fields for immunity measurements is only permitted after consultation with the telecommunication or regulatory authorities.

The remarks made in 5.2 on the frequency range below 150 MHz also apply to the influence of cabling, the operating conditions, the linear and non-linear mode and the modulation of the signal.

5.3.2 *Measuring site requirements*

In general an outdoor open test site is used.

In specific cases indoor test sites such as large rooms, anechoic rooms, plastic domes, etc., can be used but they shall fulfil the requirements stated for open test sites.

In order to obtain a homogeneous field volume at the location of the equipment under test, reflections from surrounding obstacles should be reduced to a sufficiently low level. The ground reflection cannot be avoided and the height of the radiator above the ground plane should be about $0,75 \lambda$ to maximize the electric field component at the location of the equipment under test. The homogeneity of the field can be checked by moving a dipole or electric probe in the volume in which the equipment under test is to be located. The field strength shall not vary by more than 2 dB inside this volume.

Requirements for an immunity test site are the same as those for a radiation test site. These requirements are given in 5.3.2 of CISPR 13, second edition. For immunity measurements the suitability of the test needs only to be established in the frequency range 150 MHz to 1 GHz.

5.3.3 Procédure de mesure

Les procédures de mesure pour la gamme de fréquences supérieures à 150 MHz sont fondamentalement les mêmes que celles qui sont décrites pour les fréquences inférieures à 150 MHz. La seule différence est que le signal brouilleur est appliqué au dispositif TEM pour les fréquences inférieures à 150 MHz, alors qu'il est appliqué à l'antenne rayonnante pour les fréquences supérieures à 150 MHz. En général, les mesures d'immunité au-dessus de 150 MHz ne sont appliquées que pour l'immunité des récepteurs de télévision dans le canal RF parce que les fréquences d'accord des autres récepteurs de radiodiffusion ainsi que leurs fréquences intermédiaires sont bien inférieures à 150 MHz. De même, l'immunité en dehors de la bande de fréquences reçues un intérêt essentiel pour les fréquences inférieures à 150 MHz, ainsi les procédures et l'unique montage d'essai donnés en 5.3.4 sont principalement destinés à mesurer l'immunité d'un récepteur de télévision dans le canal reçu aux champs de fréquences supérieures à 150 MHz. Il est, cependant, possible d'utiliser la même procédure que celle qui est décrite en 5.2.3.4 pour les mesures d'immunité en dehors de la bande RF reçue dans la bande de fréquences de 150 MHz à 1 GHz en utilisant la méthode du rayonnement par une antenne.

5.3.4 Montage de mesure

La mesure est similaire au montage et à la procédure, décrits en 5.2.3.2, 5.2.3.3 et 5.2.3.4 qui sont utilisés pour les récepteurs de télévision dans la gamme de fréquences inférieures à 150 MHz. La seule différence dans le montage est la façon dont le champ ambiant est produit. La disposition des appareils est indiquée dans les figures 11a et 11b.

Le récepteur en essai doit être placé sur un support en matériau non conducteur dont la hauteur doit être de 0,8 m au-dessus du sol; l'axe du tube image doit être perpendiculaire à la direction de rayonnement de l'antenne. On doit disposer le câble du signal d'entrée à angle droit sur le plan de sol et on doit le diriger horizontalement le long de la partie plane de l'équipement en essai.

Le câble d'alimentation doit être disposé à angle droit jusqu'au réseau artificiel au niveau du sol; la partie en excédent sera groupée en un faisceau serré à l'extrémité basse.

L'impédance de sortie de la source du signal brouilleur doit être convenablement adaptée au symétriseur de l'antenne produisant le champ. Un amplificateur à large bande peut être nécessaire mais un filtre additionnel n'est en général pas obligatoire.

Les générateurs de signaux doivent être placés sur le sol du côté de l'antenne éloigné du récepteur en essai, et l'antenne fixée sur un mât non conducteur de façon que sa hauteur puisse être positionnée entre 0,1 m et 3 m.

L'antenne produisant le champ doit être constituée par un dipôle accordé ou par une antenne à large bande conformes aux prescriptions de la CISPR 16 (voir 13.3.1, 13.3.2 et 13.4.1 ou 13.3.4 et 13.4.2). Cette antenne doit être placée horizontalement à une distance de 3 m de l'axe vertical du récepteur en essai. Le dipôle doit être orienté horizontalement.

Dans les conditions de champs éloignés la valeur du champ perturbateur E est donnée par:

$$E = 2 \times 7 \frac{\sqrt{PG}}{d} = 14 \frac{U}{d} \sqrt{\frac{G}{R}}$$

où

U est la tension à l'entrée de l'antenne émettrice accordée dont l'impédance est R ;

d est la distance entre l'antenne et le récepteur;

G est le gain de l'antenne rapporté au gain d'un dipôle demi-onde.

Le facteur 2 avec une précision de 1,5 dB prend en compte l'effet d'une réflexion totale sur l'écran de sol si la hauteur est ajustée pour un champ rayonné maximal.

5.3.3 Measurements procedure

The measuring procedures for the frequency range above 150 MHz are basically the same as those described for frequencies below 150 MHz. The only difference is that the interfering signal which is fed to the TEM device in the frequency below 150 MHz will be supplied to the radiating antenna for frequencies above 150 MHz. In general, immunity measurements above 150 MHz are only applied for the RF (co-channel) immunity of television receivers because the tuned RF frequencies of other broadcast receivers and the IF frequencies of all broadcast receivers are well below 150 MHz. Also the immunity to out-of-band frequencies is primarily of interest in the frequency range below 150 MHz so the only test set-up and procedures given in 5.3.4 are intended to measure the immunity of a television receiver to RF (co-channel) fields in the frequency band above 150 MHz. It is, however, possible to apply the same procedure as given in 5.2.3.4 for immunity measurements outside the RF band in the frequency range 150 MHz to 1 GHz by using the antenna radiation method.

5.3.4 Measuring set-up

The measurement is similar to the set-up and procedures described in 5.2.3.2, 5.2.3.3 and 5.2.3.4 which are used for television receivers in the frequency range up to 150 MHz. The only difference in the set-up is the way in which the ambient field is produced. The disposition of the apparatus is shown in figures 11a and 11b.

The receiver under test shall be placed on a support of non-conducting material the height of which shall be 0,8 m above the ground with the picture tube axis perpendicular to the direction towards the radiating antenna. The signal input cable shall be positioned at a right angle to the ground plane and be guided horizontally along the ground plane to the test equipment.

The mains lead shall be positioned at a right angle to an artificial mains network at ground level and any excess lead shall be bunched tightly at the lower end.

The output impedance of the interfering signal source shall be properly matched to the balun of the radiating antenna. A broadband amplifier may be necessary but additional filtering is in general not required.

The signal generators shall be placed on the ground on the side of the antenna remote from the receiver under test, and the antenna mounted on a non-conducting mast so that the height of the antenna may be adjusted between 0,1 m and 3 m.

The radiating antenna shall consist of a tuned dipole or of a broadband antenna, complying with the requirements of CISPR 16 (see 13.3.1, 13.3.2 and 13.4.1 or 13.3.4 and 13.4.2). This antenna shall be placed at a horizontal distance of 3 m from the vertical axis of the receiver under test. The dipole shall be orientated horizontally.

Under far-field conditions the disturbance field strength E is given by:

$$E = 2 \times 7 \frac{\sqrt{PG}}{d} = 14 \frac{U}{d} \sqrt{\frac{G}{R}}$$

where

U is the input voltage at the tuned radiating antenna with resistance R ;

d is the distance between antenna and receiver;

G is the gain of the antenna with respect to a half-wave dipole.

The factor 2, with an accuracy of 1,5 dB, implies the effect of the total reflection at the ground screen if the height is adjusted for maximum field strength.

5.3.5 Mesures de l'immunité des récepteurs de télévision dans leur bande RF d'accord

On utilise le circuit de la figure 8 à l'exception du filtre passe-bas (F), dont les détails figurent en 5.2.3.2.

Le récepteur de télévision et le générateur de signal utile sont accordés sur le canal de télévision approprié, qui devra être successivement celui des canaux des bandes III, IV et V qui sont les plus proches du centre de la bande. Les récepteurs qui peuvent être accordés sur des canaux non normalisés entre les bandes III et IV sont accordés sur le canal de cette bande spéciale qui est le plus proche du centre de la bande.

La procédure de mesure est la même que celle qui est indiquée en 5.2.3.3.

5.4 Mesure de l'immunité aux courants à RF induits dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz

5.4.1 Introduction

Le rayonnement ambiant à RF et les champs d'induction peuvent produire des courants induits dans les câbles d'entrée, de sortie, dans le câble d'alimentation ou d'autres câbles connectés à l'équipement. Ces courants sont injectés dans l'équipement aux points de connexion. L'importance de ces courants dépend directement de la longueur de ces câbles et de leur position par rapport au champ ambiant. Les courants peuvent influencer les équipements électroniques connectés par deux voies différentes:

- a) Le courant à radiofréquence qui est injecté dans l'équipement peut circuler dans des parties sensibles du circuit et perturber le signal de sortie (immunité aux courants réellement injectés dans l'équipement). De 5.4.2 à 5.4.5, une méthode d'injection de courant est décrite pour mesurer l'immunité des équipements contre ces courants induits.
- b) Le courant à RF induit dans le blindage des câbles et les conducteurs de masse, produit des tensions dans les conducteurs actifs, qui dépendent de la valeur de l'impédance de transfert des câbles. Ces tensions prennent l'aspect de signaux brouilleurs aux bornes de l'équipement et sont importants en particulier quand les bornes d'entrée, de sortie ou auxiliaire audio sont incluses. En 5.5 une méthode d'injection de tension est décrite pour mesurer l'immunité des équipements aux tensions induites.

L'impédance de transfert des câbles coaxiaux, qui établit une relation entre le courant dans le blindage du câble et la tension de sortie, est mesurée conformément à la méthode figurant en A.5.4 de l'annexe A de la CEI 96-1 et dans la modification n° 1 (1988).

5.4.2 Principe de la mesure

Le principe général de la mesure est illustré par la figure 12. Les effets réels des courants perturbateurs induits dans les câbles connectés à un équipement sont simulés en couplant à ce câble un générateur de tension RF, par un dispositif de couplage convenable.

L'impédance de la source de tension est normalisée à 150Ω ; en conséquence, la résistance série R_1 doit avoir une valeur de $(150 - R_{int}) \Omega$, R_{int} représentant l'impédance interne du générateur.

Le générateur fait circuler, dans l'équipement en essai, un courant qui retourne à ce générateur par la capacité de terre de l'équipement en parallèle avec les impédances de charge des autres sorties. Ces impédances de charge sont normalisées à 150Ω et sont constituées par des dispositifs de couplage connectés à ces sorties.

5.3.5 *Measurement of the immunity of television receivers in the tuned RF band*

The circuit of figure 8 with the exception of the low pass-filter (F) is used; details are given in 5.2.3.2.

The television receiver and the wanted signal generator are tuned to the relevant television channel which should be successively the channels in bands III, IV and V which are the nearest to the centre of the band and additionally, for those receivers which can be tuned at non-standard channels between band III and band IV, the channel of that special band which is nearest to the centre of that band.

The measurement procedure is the same as that indicated in 5.2.3.3.

5.4 *Measurement of the immunity to RF induced currents in the frequency range 150 kHz to 150 MHz*

5.4.1 *Introduction*

Ambient RF radiation and induction fields may induce currents in input, output, mains and other cables connected to the equipment. These currents are injected into the equipment at the connection points. The magnitude of these currents is strongly dependent on the length of these cables and their position with respect to the ambient field. The currents can influence the connected electronic equipment in two different ways.

- a) The RF current which is injected into the equipment can flow in sensitive parts of the circuit and disturb the output signal (immunity of the equipment to currents actually injected into the equipment). In 5.4.2 to 5.4.5, a current injection method to measure the immunity of equipment against these induced currents is described.
- b) The RF current induced in the screening of cables and earth conductors produces voltages on the live conductors depending on the transfer impedance of the cables. These voltages appear as interfering signals at the connected terminals of the equipment and are in particular harmful when audio terminals (input, output, auxiliary) are involved. In 5.5, a voltage injection method to measure the immunity of equipment to induced RF voltages is described.

The transfer impedance of coaxial cables, which relates the induced current in the screen of the cable to the output voltage, is measured according to the methods laid down in A.5.4 of annex A of IEC 96-1 and Amendment No. 1 (1988)

5.4.2 *Principle of measurement*

The general principle of measurement is illustrated in figure 12. Actual RF disturbance currents induced into a lead connected to an equipment are simulated by coupling an RF voltage generator through a suitable coupling unit to that lead.

The impedance of the voltage source is standardized at $150\ \Omega$, consequently the series resistor R_1 shall have a value of $(150 - R_{int})\ \Omega$, R_{int} being the generator internal impedance.

The generator supplies a current through the equipment under test returning to the generator through the earth capacitance of the equipment in parallel to the load impedances of the other terminals. These load impedances are standardized at $150\ \Omega$ and are provided by suitable coupling units connected to those terminals.

En principe, l'immunité d'un équipement aux courants induits doit être testée en tenant compte de tous les câbles et lignes qui lui sont reliés. Seulement dans le cas où il y a plus de six connecteurs séparés, le nombre de dispositifs de couplage est réduit à six; dans ce cas les dispositifs de couplage seront utilisés pour un au moins de chaque type de connecteurs suivants (s'ils existent):

entrée à RF, réseau d'alimentation, deux sorties haut-parleur (stéréo), l'entrée audio la plus sensible, l'entrée vidéo la plus sensible.

Le signal brouilleur est injecté successivement dans chaque dispositif de couplage et on balaye la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz. Les câbles qui ne sont pas concernés par l'essai seront connectés à la plaque de base à travers des résistances de 150 Ω (100 Ω dans le dispositif de couplage et 50 Ω comme charge de sortie du dispositif de couplage). Pour chaque point d'injection, on note la valeur de la f.é.m. du générateur qui cause une dégradation dans l'image ou dans le son conformément à 5.1.2.

La plus basse valeur de la f.é.m. obtenue pendant la procédure d'injection sur les différents câbles représente le niveau d'immunité aux courants induits de l'équipement en essai dans la gamme de fréquences de mesure.

NOTE - La f.é.m. de la source perturbatrice est égale au double de la tension mesurée à la sortie de l'atténuateur (T2) par un voltmètre d'impédance 50 Ω .

5.4.3 Dispositif de mesure

Dans le dispositif de la figure 12, des instruments et des câbles de 50 Ω d'impédance caractéristique ont été utilisés pour la source de perturbation. Un schéma similaire peut être utilisé pour d'autres valeurs d'impédance (dans ce cas la valeur de la résistance R1 sera adaptée).

L'équipement en essai est placé à 0,10 m au-dessus d'une plaque métallique de base mesurant 2 m $\times$ 1 m. Les dispositifs de couplage décrits à l'annexe B sont insérés dans les divers câbles. Les dispositifs de couplage contiennent des inductances de blocage à RF et des réseaux résistifs pour l'injection des courants perturbateurs. Les câbles reliant les dispositifs de couplage à l'équipement en essai devront être aussi courts que possible. Le câble allant à la prise d'antenne des récepteurs ne dépassera pas 0,30 m.

Le câble d'alimentation doit être disposé de façon à suivre le chemin le plus court possible entre le récepteur et le dispositif de couplage (M) et, en tout cas, pas plus long que 0,30 m. L'excédent de longueur, s'il existe, sera replié en faisceau compact, en «forme de 8», près du dispositif de couplage.

La distance séparant les câbles de la plaque de base sera d'au moins 30 mm.

Pour le cas simple d'un récepteur de télévision équipé seulement d'une prise d'antenne et de bornes secteur, le montage de mesure est donné à la figure 13. Les figures 14 à 20 illustrent le dispositif général pour différents types d'appareils à essayer.

L'entrée de l'équipement en essai est alimentée par le générateur de signal utile (P ou G2) avec le signal normalisé spécifié en 5.1.3.

NOTES

1 Dans le cas de récepteurs équipés d'antennes intérieures ou extérieures fixes sans prise d'entrée RF, le récepteur peut être placé dans un dispositif TEM comme décrit en 5.2.3.2. Le générateur de signal utile sera connecté au dispositif TEM dans le but de produire un champ RF convenable.

Il est aussi possible de produire le champ du signal utile RF au moyen d'une antenne adéquate placée près du récepteur (voir figure 7).

2 Il convient de prendre des précautions afin que le câble de connexion entre l'atténuateur (T2) et les dispositifs de couplage soit bien adapté à la sortie de l'atténuateur pour éviter que le niveau de la tension à l'entrée du dispositif de couplage soit influencé par la longueur du câble.

In principle the equipment shall be tested for its immunity against induced currents with respect to all leads and cables connected to it. Only in the case of more than six separate terminals is the number of coupling units reduced to six, in which case coupling unit should be used for at least one of each following type of terminal (if present):

RF input, mains, two loudspeaker outputs (stereo), most sensitive audio input, most sensitive video input.

The interfering signal is injected successively into each coupling unit and its frequency is swept through the 150 kHz to 150 MHz frequency range. The leads not under test shall be connected to the ground plane through 150 Ω resistors (100 Ω in the coupling units and 50 Ω as terminal loads of the coupling units). For each injection point the value of the generator e.m.f. which causes a degradation in the picture or in the sound according to 5.1.2 is recorded.

The lowest e.m.f. value, obtained during the injection procedure on the various cables, is the level of the immunity to induced currents of the equipment under test in the frequency range of measurement.

NOTE - The disturbance source e.m.f. is equal to twice the voltage measured at the output terminal of the attenuator (T2) by a 50 Ω voltmeter.

5.4.3 Measuring set-up

In the set-up of figure 12, instruments and cables of 50 Ω rated impedance are used for the disturbance source. A similar layout can be applied for other impedance values (in which case the value of the resistor R1 shall be adapted).

The equipment under test is placed 0,10 m above a metallic ground plane of dimensions 2 m $\times$ 1 m. The coupling units described in annex B are inserted into the various cables respectively. The coupling units contain RF chokes and resistive networks for the injection of disturbance currents. The cables linking the coupling units to the equipment under test should be as short as possible. The lead to the antenna input of receivers should be not longer than 0,30 m.

The mains lead shall be arranged to follow the shortest possible path between the receiver and the coupling unit (M) and in any case not longer than 0,30 m. Any excess lead should be folded, in a compact "figure 8" pattern, close to the coupling unit.

The distance between the leads and the ground plane should not be less than 30 mm.

In the simple case of a television receiver provided with an antenna input and mains leads only, the layout for the measurement is given in figure 13. Figures 14 to 20 illustrate the general set-up for various types of apparatus to be tested.

The input of the equipment under test is fed from the wanted signal generator (P or G2) with the standard signal specified in 5.1.3.

NOTES

1 In the case of receivers equipped with fixed internal or external antennas without RF input terminals, the receiver can be put in a TEM device, as described in 5.2.3.2. The wanted signal generator shall be connected to the TEM device in order to generate a suitable RF wanted field.

It is also possible to generate the RF wanted field by means of an adequate antenna placed near to the receiver (see figure 7).

2 Care should be taken that the connecting cable between the attenuator (T2) and the coupling unit be well matched to the attenuator output in order to avoid any influence of the cable length on the voltage level at the input of the coupling unit.

Le courant perturbateur est produit par un générateur (G1) suivi, si nécessaire, par un amplificateur de puissance à large bande (Am). Le générateur doit être modulé conformément à 5.1.3.

Pour les essais d'immunité sur les récepteurs dans des bandes de fréquences autres que la bande reçue, un filtre passe-bas (F) est nécessaire afin d'atténuer les harmoniques de la source perturbatrice qui pourraient, sans cela, perturber directement le canal de réception ou la partie à fréquence intermédiaire du récepteur en essai. Pour la même raison l'amplificateur de puissance (Am) est placé, si nécessaire, dans une boîte blindée afin d'éliminer le rayonnement direct.

L'atténuateur de 6 dB à 10 dB (T2) fournit une charge adaptée de 50Ω à la sortie de l'amplificateur de puissance et définit l'impédance de la source. L'atténuateur (T2) peut être supprimé si le câble est court et si l'amplificateur de puissance possède une impédance de sortie résistive de 50Ω bien définie.

L'appareil équipé d'une prise de terre doit être mis à la terre par une résistance de 150Ω entre cette prise et la plaque de base.

L'inverseur coaxial double (S2) dans la figure 13, ou la fiche terminale du câble reliant l'atténuateur (T2) aux dispositifs de couplage dans les figures 14 à 20 permettent d'injecter le courant perturbateur successivement soit sur le blindage du câble coaxial d'antenne, soit sur le cordon secteur ou sur un autre câble connecté. Les câbles non utilisés dans la mesure doivent être reliés à la plaque de base par une résistance de 150Ω (100Ω dans le dispositif de couplage en série avec 50Ω comme charge terminale du dispositif de couplage).

La procédure de mesure est décrite en 5.4.2.

NOTE - Si un équipement en essai est connecté à un équipement additionnel, voir la note de 5.2.5.1.

Pour l'équipement muni d'une sortie écouteur prise sur la sortie du haut-parleur, il n'est pas nécessaire de faire l'essai de la sortie écouteur.

Pour les essais d'immunité d'équipement audio ou d'autres équipements munis d'entrée audio (par exemple les enregistreurs vidéo) un filtre passe-haut (Fh) qui atténue les fréquences en dessous de 100 kHz doit être placé à la sortie de l'amplificateur (Am). Dans la plupart des cas une capacité en série de 5 nF est suffisante.

Pour l'essai d'immunité d'un équipement audio (amplificateur audio, magnétophone, tourne-disque), le filtre passe-bas (F) et le blindage (Sh) de l'amplificateur (Am) peuvent être supprimés.

5.4.4 Mesure de l'immunité des récepteurs de radiodiffusion et des équipements associés

Le montage d'essai pour les mesures d'immunité des récepteurs de télévision (y compris les récepteurs qui peuvent être accordés uniquement sur les bandes IV et V), des récepteurs de radiodiffusion, des tuners, des amplificateurs audio, des magnétophones des tourne-disques audio et des enregistreurs vidéo est donné respectivement dans les figures 14 à 20.

Les signaux utiles pour les récepteurs en essai sont fournis par le générateur d'image d'essai (P) ou par le générateur de signal (G2).

The disturbance current is produced by a generator (G1) followed, if necessary, by a broadband power amplifier (Am). The generator shall be modulated in accordance with 5.1.3.

For immunity tests on receivers in frequency ranges other than the reception bands, a low-pass filter (F) is required in order to attenuate the harmonics of the disturbance source which could otherwise interfere directly with the IF and RF channel frequencies of the receiver under test. For the same reason the power amplifier (Am) is, if necessary, placed in a shielded box in order to prevent direct radiation.

The 6 dB to 10 dB attenuator (T2) provides a matched 50 Ω load to the power amplifier output and defines the source impedance. The attenuator (T2) can be omitted if the cable is short and if the power amplifier itself has a well-defined resistive output impedance of 50 Ω .

Equipment fitted with a ground terminal shall be earthed via a 150 Ω resistor between this terminal and the ground plane.

The double coaxial inverting switch (S2) in figure 13 or the plug of the cable between the attenuator (T2) and the coupling units in figures 14 to 20 allow for the injection of the disturbance current successively into either the shield of the coaxial antenna cable or the mains lead or other connecting lead. The leads not under test shall be connected to the ground plane through a 150 Ω resistor (100 Ω in the coupling unit in series with 50 Ω as terminal load of the coupling unit).

The measurement procedure is described in 5.4.2.

NOTE - If an equipment under test is connected to an additional control equipment, see the note to 5.2.5.1.

For equipment fitted with a headphone output which is taken from the loudspeaker output it is not necessary to test the headphone output.

For the immunity test of audio equipment or other equipment fitted with an audio input (e.g. video recorder) a high-pass filter (Fh) which attenuates frequencies below 100 kHz shall be placed at the output of the amplifier (Am). In most cases a series capacitor of 5 nF is sufficient.

For the immunity testing of audio equipment (audio amplifier, tape recorder, record player) the low-pass filter (F) and the shield (Sh) of the amplifier (Am) may be omitted.

5.4.4 *Measurement of the immunity of broadcast receivers and associated equipment*

The test set-ups for measuring the immunity of television receivers (including those capable of tuning only to bands IV and V), radio receivers, tuners, audio amplifiers, audio tape recorders, audio record players and video recorders are given in figures 14 to 20 respectively.

The wanted signals for the receiver under test are supplied either by the test pattern generator (P) or by the signal generator (G2).

Les niveaux et paramètres exigés pour le signal utile sont identiques à ceux qui sont donnés en 5.1.3 pour les récepteurs de télévision et de radiodiffusion sonore. Les procédures pour l'étalonnage du canal son et pour l'essai d'immunité sont similaires à celles qui sont décrites en 5.1.4.

Le signal brouilleur produit par le générateur (G1) est amplifié par l'amplificateur de puissance à large bande (Am). Ce signal doit être appliqué successivement aux différents dispositifs de couplage et la procédure de mesure indiquée en 5.4.2 doit être appliquée.

5.4.5 *Mesure de l'immunité des équipements à fonctions multiples*

Les équipements à fonctions multiples sont conçus pour accomplir plus d'une fonction. De tels équipements sont, par exemple, les récepteurs de radiodiffusion sonore incorporant un magnétophone à cassettes, les magnétophones à bande, avec possibilité d'utilisation comme amplificateur de puissance, etc.

Les équipements à fonctions multiples sont essayés successivement avec chaque fonction de base en service. La méthode de mesure correspondante qui figure en 5.4.4 doit être utilisée pour la fonction appropriée.

Pour l'essai d'immunité tous les câbles de l'appareil doivent être équipés d'un dispositif de couplage, qu'ils fassent partie ou non de la fonction essayée. Toutefois, le nombre de câbles et de dispositifs de couplage connectés doit être au maximum de six (voir 5.4.2).

5.5 *Mesure de l'immunité aux tensions à RF induites dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz*

5.5.1 *Introduction*

Les courants RF induits dans les câbles du fait des champs ambiants peuvent perturber l'équipement électronique connecté. La fréquence du signal brouilleur peut être dans les canaux RF, FI ou vidéo fréquence des récepteurs qui fonctionnent en mode linéaire (perturbation dans la bande) et perturber le signal utile de sortie.

De plus, des courants RF hors bande peuvent causer des signaux de sortie indésirables du fait du fonctionnement non linéaire des circuits du signal. L'immunité à ces courants perturbateurs est mesurée en faisant circuler un courant perturbateur RF sur les câbles blindés, les conducteurs de terre et un courant asymétrique RF sur les conducteurs symétriques. Cette méthode qui s'applique aux récepteurs et aux équipements associés est décrite en 5.4.

Un cas particulier devra être considéré, notamment pour l'équipement audio et vidéo dont les bornes d'entrée ou de sortie sont reliées aux conducteurs qui véhiculent les tensions RF directement sur les conducteurs des signaux utiles. De telles tensions RF, en particulier si elles sont modulées en amplitude, peuvent être transformées en signaux de sortie indésirables du fait du fonctionnement non linéaire des circuits électroniques. Contrairement aux courants RF injectés, de telles tensions RF sont appliquées directement aux bornes d'entrée et de sortie de l'équipement audio à travers un réseau RC.

5.5.2 *Dispositif de mesure*

L'équipement en essai est placé à une distance de 0,10 m au-dessus du centre de la plaque métallique (2 m × 1 m) (figures 21 et 22). Le cordon d'alimentation doit être replié et connecté au dispositif de couplage (M) par le chemin le plus court possible (voir 5.4.3). La connexion entre la plaque métallique et le blindage du câble d'entrée RF aux bornes d'entrée et de sortie audio doit être aussi courte que possible. Afin d'éviter des problèmes

The levels and parameters of the required wanted signals are identical to those given in 5.1.3 for television and sound receivers. The procedures for the calibration of the sound channel and for the immunity test are similar to those described in 5.1.4.

The interfering signal produced by the generator (G1) is amplified by the broadband power amplifier (Am). This signal shall be applied successively to the various coupling units and the measurement procedure indicated in 5.4.2 is followed.

5.4.5 *Measurement of the immunity of multi-function equipment*

Multi-function equipment is designed to fulfil more than one purpose. Examples of such equipment are radio receivers incorporating cassette audio tape recorders, audio tape recorders with facilities for use as power amplifiers, etc.

Multi-function equipment shall be assessed with each function operational in turn. The relevant method of measurement as described in 5.4.4 shall be applied for the appropriate function.

For the immunity test all cables of the device shall be equipped with a coupling unit whether these cables belong to the function under test or not. However, the number of connected cables and coupling boxes shall be limited to a maximum of six (see 5.4.2).

5.5 *Measurement of the immunity to RF induced voltages in the frequency range 150 kHz to 150 MHz*

5.5.1 *Introduction*

RF currents induced in cables by ambient RF fields may disturb connected electronic equipment. The interfering signal frequency can fall into RF, IF or VF channels of receivers which operate in a linear mode (in-band interference) and interfere with the wanted output signal.

In addition, out-of-band RF currents may cause unwanted output signals by means of the non-linear operation of the signal circuits. The immunity to these disturbance currents is measured by circulating an RF disturbance current through the cable screens, the earth conductors and as an asymmetric RF current in symmetric leads. This method is applied to receivers and associated equipment and described in 5.4.

A special case should be considered, namely audio or video equipment the input or output terminals of which are connected to leads which conduct RF voltages directly on the wanted signal conductors. Such RF voltages, in particular if they are amplitude modulated, can be converted in unwanted output signals by non-linear operation of the electronic circuits. Contrary to the injected RF current such RF voltages are supplied directly to input and output terminals of audio equipment through an RC network.

5.5.2 *Measuring set-up*

The equipment under test is placed at a distance of 0,10 m above the centre of a metal plate (2 m × 1 m) (figures 21 and 22). The mains lead shall be folded and connected in the shortest possible way to the coupling unit (M) (see 5.4.3). The connection between the metal plate and the screen of the RF input cable at the audio input and output terminals shall be as short as possible. To avoid problems with ground connections

avec les connexions de terre (par exemple ronflement, couplage RF, etc.), il est préférable d'utiliser pour le générateur et le voltmètre AF des appareils de mesure isolés de la terre ou connectés au secteur séparément par des transformateurs d'isolement appropriés.

Avant les mesures, un contrôle doit être effectué pour confirmer qu'aucune tension perturbatrice RF n'entre directement sur l'indicateur du niveau de perturbation.

Les bornes d'entrée du haut-parleur et/ou du casque ou de toute autre borne de sortie audio non utilisée sont chargées par des résistances appropriées comme cela est spécifié par le fabricant ou dans la norme correspondante. Les charges de sortie sont connectées à travers des selfs de choc RF. Ces selfs de choc RF doivent présenter une impédance RF suffisamment élevée dans toute la gamme de fréquences de l'essai. Des valeurs d'inductance de 100 μ H sont considérées comme satisfaisantes.

Le filtre passe-haut de sortie (Fh) dont la fréquence de coupure est de 100 kHz est inséré afin d'éviter que des tensions audio puissent se présenter dans le signal RF et aient une influence sur le résultat de mesure. Le réseau de couplage d'entrée adapte la source RF à l'impédance d'entrée de la borne audio correspondante.

Pour la connexion d'entrée phono ou magnétophone, des précautions seront prises afin de s'assurer d'un blindage efficace contre les perturbations venant de l'alimentation. Les conducteurs de terre du câble du générateur de signal et du réseau de couplage sont connectés à la borne de terre de l'équipement. On établira comme règle l'utilisation de câbles de type 50 Ω pour les liaisons au haut-parleur et au casque.

Le générateur perturbateur (G1) doit avoir une impédance interne de 50 Ω .

5.5.3 Procédure de mesure

Le dispositif de mesure est étalonné de la façon suivante (voir figures 21 et 22). Tandis que le générateur perturbateur (G1) est déconnecté, le commutateur de sélection audio de l'équipement en essai est placé dans le mode de fonctionnement choisi. Le générateur de signal audio (Ga), délivrant un signal de sortie audio à la fréquence de 1 kHz et avec la tension de sortie nominale indiquée par le constructeur pour l'entrée correspondante de l'étage audio, est connecté directement à l'entrée audio de l'équipement en essai.

Quand le récepteur est essayé dans le mode de fonctionnement réception, le signal utile (voir 5.1.3) doit alimenter l'entrée d'antenne par un réseau de découplage (DN) approprié (voir figure 30).

Les commandes, à l'exception du volume, sont à leur position normale. La commande de volume est positionnée pour la puissance de sortie de référence (voir 5.1.4) aux bornes de la charge. Pour l'équipement stéréophonique, la balance est réglée pour un niveau de sortie identique des deux voies. Ces commandes sont maintenues dans leur position pendant l'essai.

Ensuite, on connecte le générateur de signal audio (Ga) aux bornes d'entrée de modulation d'amplitude du générateur perturbateur (G1). La profondeur de modulation doit être conforme à 5.1.3.

Le générateur perturbateur est connecté successivement à chaque entrée audio de l'équipement (voir figure 21).

On balaye en fréquence le générateur (G1) sur toute la gamme de fréquences d'essai. Le niveau devra être suffisamment élevé pour localiser les fréquences correspondant au minimum d'immunité, cela par l'observation de la lecture du voltmètre.

(e.g. hum, RF coupling, etc.) it is preferable to use ungrounded measuring instruments as the AF voltmeter and the signal generator, or instruments connected to the mains individually via suitable isolating transformers.

Prior to measurements a check shall be carried out to conform that no RF disturbance voltage penetrates directly into the disturbance level indicator.

The unused input terminals and the loudspeaker and/or headphone or any other audio output terminals are loaded with appropriate load resistors as specified by the manufacturer or in the relevant standard. The output loads are connected via RF chokes. These RF chokes shall present a sufficiently high RF impedance over the whole test frequency range. Inductance values of 100 μ H have proved to be suitable.

The output high-pass (Fh) filter with a cut-off frequency of 100 kHz is inserted to avoid audio voltages which may be present in the RF signal and influence the measuring result. The input coupling network matches the RF source to the input impedance of the relevant audio terminal.

For connection to the pick-up or tape input care should be taken to ensure an efficient shielding against mains disturbances. The earth conductors of the cable at the signal generator output and of the coupling network are connected to the earth terminal of the equipment. As a rule the connecting cables of the loudspeaker and headphone inputs should be of the 50 Ω type.

The disturbance generator (G1) shall have an internal impedance of 50 Ω .

5.5.3 *Measurement procedure*

The set-up is calibrated in the following way (see also figures 21 and 22). With the disturbance generator (G1) disconnected, the audio selector switch of the equipment under test is set at the relevant operating mode. The audio signal generator (Ga), giving an audio output signal with a frequency of 1 kHz and a nominal output voltage according to the manufacturer for the relevant input mode of the audio stage, is connected directly to the audio input of the equipment under test.

When a receiver is tested in receiving mode, the wanted signal (see 5.1.3) shall be fed to the antenna terminals via a suitable decoupling network (DN) (see figure 30).

The controls, except the volume control, are set in normal position. The volume control is set for the reference output power at the load (see 5.1.4). For stereo equipment the balance control is adjusted for equal output of the two channels. These controls are kept in their positions during the test.

Subsequently the audio signal generator (Ga) is connected to the amplitude modulation input terminals of the disturbance generator (G1). The modulation depth shall be according to 5.1.3.

The disturbance generator is connected consecutively to each audio input of the equipment (see figure 21).

The frequency of the generator (G1) is swept through the testing frequency range. The level should be sufficiently high to locate frequencies of minimum immunity by observing the voltmeter reading.

Puis, on suit la procédure de mesure indiquée en 5.4.2.

Les mesures peuvent être répétées pour des réglages de commande de volume donnant une puissance de sortie supérieure au niveau de référence sans dépasser toutefois la moitié de la puissance nominale de sortie.

La mesure est répétée en connectant le générateur perturbateur (G1) aux bornes de sortie de l'équipement (voir figure 22).

Dans le cas où le générateur perturbateur est connecté aux bornes de sortie haut-parleur, la mesure doit être effectuée aux différentes configurations des modes de fonctionnement du récepteur, par exemple tourne-disque, magnétophone, entrée auxiliaire.

Pour les équipements stéréophoniques le signal brouilleur alimente les deux canaux. Les bornes de sortie des deux canaux sont essayées séparément.

5.6 Mesure de l'immunité interne

5.6.1 Introduction

Les caractéristiques de l'immunité interne sont déterminées selon 5.1.2 avec le signal d'entrée normalisé défini en 5.1.3, sauf spécification contraire.

NOTE – Les méthodes de mesure de l'immunité interne sont essentiellement des méthodes de mesure de la sélectivité et de l'intermodulation avec deux signaux ou plus, qui sont du ressort du SC 12A de la CEI: Matériels récepteurs. Par conséquent, les méthodes indiquées en 5.6.2 et 5.6.3 sont basées sur les méthodes décrites dans la CEI 315 et dans la CEI 107.

5.6.2 Récepteurs de télévision

5.6.2.1 Dispositifs de mesure

Le dispositif de mesure est indiqué dans la figure 33. Le principe de fonctionnement est le même que le dispositif de mesure de la figure 34 et les remarques en 5.6.3.1 s'appliquent. Le filtre passe-bas (F) est ajouté pour supprimer l'influence des harmoniques du générateur non désiré sur les résultats de mesure.

5.6.2.2 Procédure de mesure

Le signal utile d'entrée à la borne antenne doit être un signal de télévision normalisé avec un niveau de la porteuse image de 70 dB(μV) pour 75 Ω dans la bande métrique et 74 dB(μV) pour 75 Ω dans la bande décimétrique. La modulation de l'image doit être une mire de barres colorées verticales, comme spécifié en 5.1.3. Pour les systèmes B, G et I, la porteuse son est modulée en fréquence à 1 kHz avec une excursion de fréquence de 30 kHz. Pour le système L, la porteuse son est modulée en amplitude à 1 kHz avec une profondeur de modulation de 30 %. La valeur de la porteuse son est 70-x dB(μV) à l'intérieur de la bande métrique ou 74-x dB(μV) à l'intérieur de la bande décimétrique où x = 13 pour les systèmes B et G et x = 10 pour le système I.

Pour la mesure des récepteurs de télévision destinés à des pays, où la réception des systèmes B et G avec deux porteuses audio modulées en fréquence est prévue, et même pour les récepteurs de télévision avec un seul canal audio, le signal utile d'entrée doit être un signal comportant deux canaux audio.

Then, the measurement procedure indicated in 5.4.2 is followed.

The measurement may be repeated for volume control settings which give an output power above the reference level but not more than half of the nominal output power.

The measurement is repeated by connecting the disturbance generator (G1) to the output terminals of the equipment (see figure 22).

If the disturbance generator is connected to the loudspeaker outputs, the measurement shall be carried out at the various settings of operating modes of the receiver, for example pick-up, tape, auxiliary input.

For stereo equipment the interfering signal is fed to the two audio channels. The output terminals of the channels are tested separately.

5.6 *Measurement of internal immunity*

5.6.1 *Introduction*

The internal immunity characteristics are determined according to 5.1.2 with the standard input signal as defined in 5.1.3, unless otherwise specified.

NOTE - The methods of measurement of internal immunity are substantially methods of measurement of selectivity and intermodulation with two or more signals which are in the task of IEC SC 12A: Receiving equipment. Therefore, the methods given in 5.6.2 and 5.6.3 are based on the methods described in IEC 315 and IEC 107.

5.6.2 *Television receivers*

5.6.2.1 *Measuring set-up*

The measuring set-up is shown in figure 33. The operating principle is similar to the measuring set-up of figure 34 and the remarks in 5.6.3.1 apply. The low-pass filter (F) is added to prevent the measuring results being influenced by harmonics of the unwanted signal generators.

5.6.2.2 *Measuring procedure*

The wanted input signal at the antenna terminal shall be a standard television signal with the picture carrier level of 70 dB(μ V) referred to 75 Ω within the VHF range or 74 dB(μ V) referred to 75 Ω within the UHF range. The picture modulation shall be a vertical colour bar pattern as specified in 5.1.3. For systems B, G and I the sound carrier is frequency modulated with 1 kHz at a frequency deviation of 30 kHz. For system L the sound carrier is amplitude modulated with 1 kHz at 30 % depth. The sound carrier level is 70-x dB(μ V) within the VHF range or 74-x dB(μ V) within the UHF range where $x = 13$ for systems B and G and $x = 10$ for system I.

For the measurement of television receivers for countries, in which the systems B and G with two frequency modulated sound carriers can be received, and even for television receivers with one sound channel only, the wanted input signal shall be a two-sound-channel-signal.

La seconde porteuse audio de niveau $70-y$ dB(μ V) ou $74-y$ dB(μ V), avec $y = 20$ dB, est aussi modulée en fréquence à 1 kHz avec une excursion de fréquence de 30 kHz et, de plus, avec la fréquence pilote de 54,6875 kHz avec l'identification de deux canaux audio indépendants avec une excursion de fréquence de 2,5 kHz.

Les signaux non désirés doivent être conformes à ceux qui sont indiqués en 4.2.1.

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.1.2 aux fréquences du signal utile et aux fréquences du signal non désiré, indiquées dans les tableaux 12, 13 et 14.

5.6.3 Récepteurs de radiodiffusion sonore

Pour ces mesures les fréquences des signaux utiles et non désirés doivent être réglés avec une précision de ± 1 kHz.

5.6.3.1 Dispositif de mesure

Le dispositif de mesure est indiqué à la figure 34. Le générateur du signal non désiré (G1) et le générateur du signal utile (G2) sont interconnectés par l'intermédiaire d'un réseau de couplage (CN). Pour éviter les interférences entre les deux générateurs l'affaiblissement du couplage peut être augmenté par des atténuateurs (TA). La sortie du réseau de couplage, dont l'impédance de source est de 75Ω , doit être adaptée à l'entrée antenne de l'appareil en essai par le réseau (MN). La puissance de sortie audio est mesurée conformément à 5.1.2 et 5.1.4.

5.6.3.2 Mesures avec des signaux non désirés en dehors de la bande métrique en MF

Le niveau du signal utile à la borne antenne doit être de 60 dB(μ V) pour 75Ω (voir 4.2), modulé en fréquence à 1 kHz pour une excursion de 40 kHz. Pour la mesure des récepteurs en mode stéréo, une fréquence pilote à 19 kHz avec une excursion en fréquence de 7,5 kHz doit être ajoutée au signal utile.

Le signal non désiré doit être modulé en amplitude à 1 kHz avec une profondeur de modulation de 80 %.

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.1.2 aux fréquences du signal utile et aux fréquences du signal non désiré, indiquées dans le tableau 15.

5.6.3.3 Mesures avec des signaux non désirés dans la bande métrique en MF

Le niveau du signal utile à la borne antenne doit être de 60 dB(μ V) pour 75Ω (voir 4.2), modulé en fréquence à 1 kHz pour une excursion en fréquence de 75 kHz (40 kHz pour les autoradios). Pour la mesure des récepteurs en mode stéréo, une fréquence pilote à 19 kHz avec une excursion en fréquence de 7,5 kHz doit être ajoutée au signal utile.

Le signal non désiré doit être modulé en fréquence à 1 kHz avec une excursion de 40 kHz.

Les mesures doivent être effectuées conformément à 5.1.2 à la fréquence du signal utile et aux fréquences du signal non désiré, indiquées dans le tableau 16.

5.7 Mesure de l'efficacité du blindage

L'efficacité du blindage des bornes d'antenne d'un récepteur de télévision est donnée par son immunité au signal perturbateur dans le canal de réception, injecté sur le blindage du câble coaxial d'antenne.

Hereby the second sound carrier with the level $70-y$ dB(μ V) or $74-y$ dB(μ V), with $y = 20$ dB, is also frequency modulated with 1 kHz at a frequency deviation of 30 kHz and additionally with the 54,6875 kHz pilot-tone with the identification for two independent sound channels at a frequency deviation of 2,5 kHz.

The unwanted signals shall be as described in 4.2.1.

Measurements shall be made according to 5.1.2 at the wanted signal frequencies and the unwanted signal frequencies given in tables 12, 13 and 14.

5.6.3 Sound receivers

For these measurements the wanted and the unwanted signal frequencies shall be adjusted with an accuracy of ± 1 kHz.

5.6.3.1 Measuring set-up

The measuring set-up is shown in figure 34. The unwanted signal generator (G1) and the wanted signal generator (G2) are interconnected by means of the coupling network (CN). To avoid mutual interference between the two generators the coupling loss can be increased with the attenuators (T1). The output of the coupling network, the source impedance of which shall be $75\ \Omega$, shall be matched to the antenna terminal of the equipment under test by the network (MN). The audio output power is measured according to 5.1.2 and 5.1.4.

5.6.3.2 Measurement with unwanted signals outside the VHF Band II range

The wanted input signal at the antenna terminal shall be at a level of 60 dB(μ V) referred to $75\ \Omega$ (see 4.2), frequency modulated with 1 kHz at a frequency deviation of 40 kHz. For the measurement of receivers in the stereo mode the wanted signal shall have additionally a 19 kHz pilot tone with a frequency deviation of 7,5 kHz.

The unwanted signal shall be amplitude modulated with 1 kHz at 80 % depth.

Measurements shall be made according to 5.1.2 at the wanted signal frequencies and the unwanted signal frequencies given in table 15.

5.6.3.3 Measurement with unwanted signals inside the VHF Band II range

The wanted input signal at the antenna terminal shall be at a level of 60 dB(μ V) referred to $75\ \Omega$ (see 4.2), frequency modulated with 1 kHz at a frequency deviation of 75 kHz (40 kHz for car radios). For the measurement of receivers in the stereo mode the wanted signal shall have additionally a 19 kHz pilot tone with a frequency deviation of 7,5 kHz.

The unwanted signal shall be frequency modulated with 1 kHz at a frequency deviation of 40 kHz.

Measurements shall be made according to 5.1.2 at the wanted signal frequency and the unwanted signal frequencies given in table 16.

5.7 Measurement of the screening effectiveness

The screening effectiveness of the antenna terminals of a television receiver is given by its immunity to the in-channel disturbance signal, injected into the screen of the antenna coaxial cable.

5.7.1 Dispositif de mesure

Le principe de mesure est représenté à la figure 31.

Le récepteur de télévision en essai est placé sur une table non métallique dont la hauteur doit être 0,8 m. Une table non métallique de 4 m de long doit être placée du côté et à la même hauteur des bornes d'antenne du récepteur de télévision, cela afin de permettre le déplacement de la pince absorbante. Un générateur RF, un commutateur coaxial et un atténuateur variable sont placés sur une troisième table.

Le générateur de mire est connecté, grâce au dispositif mélangeur, aux bornes d'antenne du récepteur de télévision par un câble de mesure (câble coaxial à haute performance) avec un connecteur à haute performance. Le câble de mesure est placé d'une façon rectiligne. La hauteur du récepteur de télévision est choisie de façon que les bornes d'antenne soient dans une position appropriée. L'impédance caractéristique du câble de mesure doit avoir la même valeur que l'impédance nominale d'entrée du récepteur de télévision. Si les impédances de sortie du générateur de mire, du dispositif mélangeur et/ou du câble de mesure sont différentes, elles doivent être adaptées au câble de mesure par l'intermédiaire des réseaux d'adaptation.

La pince absorbante doit être placée autour du câble de mesure, sa boucle de mesure étant vers le récepteur de télévision. Elle doit convenir à la fréquence d'essai utilisée comme cela est spécifié dans la publication du CISPR applicable.

Le générateur du signal perturbateur doit être connecté au commutateur coaxial, qui, ensuite, est connecté soit à la pince absorbante, soit au récepteur en essai, par l'intermédiaire de l'atténuateur variable, du réseau d'adaptation, du dispositif mélangeur et du câble de mesure. Une charge ayant la même impédance que le générateur perturbateur et la pince absorbante doit être connectée au commutateur coaxial pour terminer la voie du signal perturbateur non utilisée.

Aucun objet réfléchissant ou absorbant ne doit être à moins de 0,8 m du dispositif de mesure.

La qualité du câble de mesure et de son connecteur doit être vérifiée en utilisant le dispositif de mesure de la figure 31. Le récepteur de télévision en essai doit être remplacé par un voltmètre sélectif et le générateur de mire par une charge adaptée blindée. Le générateur du signal perturbateur doit être connecté à la pince absorbante par l'intermédiaire du commutateur coaxial.

Soit S_c la valeur déterminée par la formule:

$$S_c = U_g - A - U \quad (\text{dB})$$

où

U_g est le niveau de sortie du générateur (dB(μV));

A est la perte d'insertion de la pince (dB);

U est la tension maximale lue sur le voltmètre sélectif lors d'un déplacement de la pince (dB(μV)).

La qualité du câble de mesure et de son connecteur sera considérée comme satisfaisante si S_c est supérieur de 10 dB à toutes fréquences à la valeur limite spécifiée pour l'immunité du récepteur de télévision en essai.

5.7.1 Measuring set-up

The measurement principle is shown in figure 31.

The television receiver under test is placed on a non-metallic table, the height of which shall be 0,8 m. A non-metallic table 4 m long shall be placed at the side of and at the same height as the receiver antenna terminals to provide for movement of the absorbing clamp. An RF signal generator, coaxial transfer switch and variable attenuator are placed on a third table.

The pattern generator is connected, via the signal combiner, to the antenna terminals of the television receiver by a measurement cable (a high-grade coaxial cable) with a high-grade connector. The measurement cable is positioned in a straight line. The height of the television receiver shall be adjusted as necessary to bring the antenna terminals to the correct position. The characteristic impedance of the measurement cable shall have the same value as the nominal impedance of the television receiver. If the output impedances of the pattern generator, signal combiner and/or measurement cable are different, they shall be matched to the measurement cable by means of matching networks.

The absorbing clamp is placed around the measurement cable with its measuring end towards the television receiver. It shall be suitable for use at the test frequency as specified in the relevant CISPR publication.

The disturbance signal generator shall be connected to the coaxial transfer switch which in turn is connected to either the absorbing clamp, or the receiver under test via the variable attenuator, matching network, signal combiner and measurement cable. A load having the same impedance as the disturbance generator and absorbing clamp shall be connected to the coaxial transfer switch to terminate the non-selected disturbance signal path.

All reflecting or absorbing objects shall not be closer than 0,8 m to the measuring set-up.

The quality of the measurement cable and its connector shall be checked by using the measuring set-up shown in figure 31. The television receiver under test shall be replaced by a selective voltmeter and the pattern generator by a screened matched load. The disturbance signal generator shall be connected via the coaxial transfer switch to the absorbing clamp.

Let S_c be the value determined by the formula:

$$S_c = U_g - A - U \quad (\text{dB})$$

where

U_g is the output level of the generator (dB(μ V));

A is the insertion loss of the clamp (dB);

U is the maximum voltage measured by the selective voltmeter when moving the clamp (dB(μ V)).

The quality of the measurement cable and its connector is considered satisfactory if, at all frequencies, S_c is 10 dB greater than the immunity limit specified for the receiver under test.

5.7.2 Procédure de mesure

Les mesures sont effectuées à la fréquence du canal central de chaque bande de télévision disponible sur le récepteur en essai (comme pour les mesures de l'immunité interne, voir 5.6.2).

Le récepteur de télévision est alimenté par un générateur de mire fournissant un signal de 70 dB (μV) aux bornes d'antenne. Il est accordé et réglé pour produire une image normale. Un signal perturbateur non modulé, à 1 MHz de la porteuse image à l'intérieur du canal considéré, doit être injecté par l'intermédiaire du commutateur coaxial et de la pince.

Le brouillage peut être soit observé sur l'écran du récepteur de télévision soit, dans le cas où le récepteur a un connecteur de sortie vidéo, mesuré aux bornes de ce connecteur à l'aide d'un instrument de mesure sélectif, un analyseur de spectre par exemple, accordé sur la composante de brouillage vidéo à 1 MHz.

Dans le cas où le brouillage est observé sur l'écran, la fréquence du signal perturbateur doit être ajustée dans la plage de ±8 kHz pour le maximum du brouillage et le niveau doit être ajusté pour produire une dégradation juste perceptible de l'image.

Dans le cas où le brouillage est mesuré, le niveau du signal perturbateur doit être ajusté afin de produire un niveau de la composante de brouillage vidéo, par exemple, à 20 dB en dessous du niveau «noir blanc».

NOTE - Quand on connecte un instrument de mesure au connecteur de sortie vidéo du récepteur de télévision en essai, il peut être nécessaire d'utiliser des anneaux adéquats de ferrite sur cette liaison ou d'utiliser une liaison optique équipée d'adaptateurs convenables.

La pince absorbante doit être déplacée le long du câble de mesure d'une position proche des bornes d'antenne du récepteur de télévision à la position correspondant au premier maximum du brouillage.

L'atténuateur variable doit être réglé afin que la dégradation de l'image, ou le niveau de la composante du brouillage vidéo mesurée, reste constante quand on manoeuvre le commutateur coaxial.

L'efficacité du blindage S_e est donnée par la formule:

$$S_e = A_a + A_c - A \quad (\text{dB})$$

où

A_a est l'atténuation de l'atténuateur variable (dB);

A_c est la perte d'insertion des dispositifs mélangeur et d'adaptation (dB);

A est la perte d'insertion de la pince (dB).

NOTE - L'essai d'immunité fait avec la méthode d'injection de courant peut être insuffisant pour évaluer l'immunité globale aux champs rayonnés de l'ensemble constitué par le câble de mesure, son connecteur et le récepteur de télévision. Dès lors, il peut être nécessaire d'effectuer un essai complémentaire de l'immunité globale aux champs ambiants (voir 5.2).

5.7.2 Measurement procedure

Measurements shall be carried out at the frequency of the centre channel of each television band available in the receiver under test (as for the internal immunity measurements, see 5.6.2).

The television receiver is fed by a pattern generator providing a signal level of 70 dB(μ V) at the antenna terminals, and shall be tuned and adjusted to produce a normal picture. An unmodulated disturbance signal, 1 MHz from the vision carrier and inside the wanted channel, shall be injected via the coaxial transfer switch and absorbing clamp.

The interference can either be observed at the television receiver screen or, in case the receiver has a video output connector, measured at this connector with a selective measuring instrument, e.g. a spectrum analyzer, tuned to the 1 MHz interfering video component.

In case the interference is observed at the screen, the disturbance signal frequency shall be adjusted within the range of ± 8 kHz for maximum interference and the level shall be adjusted to produce a just perceptible degradation of the picture quality.

In case the interference is measured, the disturbance signal level shall be adjusted to provide a convenient level of the interfering video component, e.g. 20 dB below the black-to-white level.

NOTE - When connecting a measuring instrument to the video output of the receiver under test, it may be necessary to apply suitable ferrite rings to this connection or make use of an optical connection with suitable adaptors.

Starting from a position close to the antenna terminals of the television receiver, the absorbing clamp shall be moved along the measurement cable to the position of the first maximum of interference.

The variable attenuator shall be adjusted so that the picture degradation or the measured interfering video component remains constant when the coaxial transfer switch is operated.

The screening effectiveness S_e is given by the formula:

$$S_e = A_a + A_c - A \quad (\text{dB})$$

where

A_a is the setting of the variable attenuator (dB);

A_c is the insertion loss of the signal combiner and matching network (dB);

A is the insertion loss of the absorbing clamp (dB).

NOTE - The immunity test performed with the current injection method may not be sufficient to assess the total immunity to radiated fields of the combination of the measurement cable, its connector and television receiver. Hence it may be necessary to perform an additional test of the total immunity to ambient fields (see 5.2).

6 Interprétation des limites de l'immunité spécifiées par le CISPR

6.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR

6.1.1 Une valeur limite CISPR est une valeur dont on recommande l'introduction, par les autorités nationales, dans les normes nationales, les règlements légaux et les spécifications officielles. Il est également recommandé que les organisations internationales utilisent ces limites.

6.1.2 Pour les appareils faisant l'objet d'une qualification et produits en série, la limite doit signifier que statistiquement au moins 80 % de la production satisfait à cette limite avec une probabilité de 80 %.

6.1.3 Les essais de qualification peuvent être effectués:

6.1.3.1 Sur un échantillon d'appareils du type considéré, par un procédé statistique, conformément à 6.2 ci-dessous.

6.1.3.2 Sur un seul exemplaire, pour des raisons de simplicité.

6.1.4 Il est nécessaire, spécialement dans le cas de 6.1.3.2 ci-dessus, d'effectuer ensuite, de temps en temps, des essais sur des appareils prélevés aléatoirement dans la production.

En cas de controverse impliquant un retrait possible d'une qualification, ce retrait ne doit être envisagé qu'après que des mesures auront été faites sur un échantillon convenable, conformément à 6.1.3.1 ci-dessus.

6.2 Conformité aux limites sur base statistique

6.2.1 Essai basé sur la distribution binomiale

L'essai sera effectué sur un échantillon de sept appareils, au moins, du type considéré. La conformité à la limite est assurée quand le nombre des appareils dont le niveau d'immunité est inférieur à la limite ne dépasse pas le nombre c dans un échantillon de n appareils.

n	7	14	20	26	32
c	0	1	2	3	4

6.2.2 Si l'essai effectué sur l'échantillon conduit à la conclusion qu'il n'est pas conforme aux exigences de 6.2.1, on peut répéter l'essai sur un second échantillon et combiner les résultats avec ceux du premier échantillon pour juger de la conformité aux limites sur un échantillon plus grand.

NOTES

- 1 L'essai basé sur la distribution binomiale s'applique seulement quand on utilise la méthode de mesure dite «passe – ne passe pas», comme on le fait généralement dans le cas des mesures d'immunité.
- 2 A titre d'information générale, voir la section neuf du CISPR 16.

6 Interpretation of CISPR immunity limits

6.1 Significance of a CISPR limit

6.1.1 A CISPR limit is a limit which is recommended to national authorities for incorporation in national standards, relevant legal regulations and official specifications. It is also recommended that international organizations use these limits.

6.1.2 The significance of the limits for type-approved appliances shall be that, on a statistical basis, at least 80 % of the mass-produced appliances comply with the limits with at least 80 % confidence.

6.1.3 Type test can be made:

6.1.3.1 On a sample of appliances of the type with statistical evaluation in accordance with 6.2 below.

6.1.3.2 For simplicity, on one item only.

6.1.4 Subsequent tests on items taken at random from the production are necessary from time to time, especially in the case of 6.1.3.2 above.

In the case of controversy involving the possible withdrawal of a type approval, withdrawal shall be considered only after tests on an adequate sample in accordance with 6.1.3.1 above have been made.

6.2 Compliance with limits on a statistical basis

6.2.1 Test based on the binominal distribution

The test should be performed on a sample of not less than seven items. Compliance is judged from the condition that the number of appliances with an immunity level below the permissible limit may not exceed c in a sample of size n .

n	7	14	20	26	32
c	0	1	2	3	4

6.2.2 Should the test on the sample result in non-compliance with the requirements of 6.2.1, then a second sample may be tested and the results combined with those from the first sample and compliance checked for the larger sample.

NOTES

1 The test based on binominal distribution applies only when the so-called "go - no go" measuring method is used, as is generally the case for immunity tests.

2 For general information, see Section Nine of CISPR 16.

Légende des figures 1 à 30

Pl	= Plaque de base métallique, 1 m x 2 m, mise à la terre.
M	= Dispositif de couplage au réseau d'alimentation (type M).
A	= Dispositif de couplage pour câble coaxial d'antenne (type A).
L	= Dispositif de couplage pour ligne de haut-parleur (type L).
Sw	= Dispositif de couplage pour câble multiple (type Sw permettant le passage des signaux).
Sr	= Dispositif de couplage pour câble multiple (type Sr avec résistances terminales).
w	= Entrée ou sortie du signal utile sur un dispositif de couplage.
i	= Entrée du signal brouilleur sur un dispositif de couplage.
G1	= Générateur de signal brouilleur modulé en amplitude, 150 kHz à 150 MHz (ou 150 MHz à 1 GHz).
G2	= Générateur de signal utile modulé en MA ou MF.
Ga	= Générateur de signal audio.
P	= Générateur d'image d'essai.
Am	= Amplificateur de puissance à large bande, 150 kHz à 150 MHz (ou 150 MHz à 1 GHz).
T1	= Atténuateur à variation continue (peut être incorporé dans G1).
T2	= Atténuateur de puissance, 6 dB à 10 dB, 50 Ω.
T3	= Atténuateur réglable (peut être incorporé dans P ou G2).
F	= Filtre passe-bas.
Fc	= Filtre de canal (passe-bande).
Fh	= Filtre passe-haut ($f_c \approx 100$ kHz).
Fv	= Filtre passe-bande audio (1 kHz).
V	= Millivoltmètre audio.
S1	= Interrupteur coaxial.
S2	= Inverseur coaxial à double pôle.
Sh	= Boîte blindée.
Bal	= Adaptateur 75 Ω asymétrique/300 Ω symétrique.
Ant	= Entrée d'antenne.
AM/FM	= Modulation d'amplitude/modulation de fréquence.
Lp	= Haut-parleur.
Hp	= Ecouteur.
AV	= Entrées/sorties audio vidéo.
Rem. C	= Commande à distance.
AF entrée/sortie	= Entrée/sortie audio.
Rec. entrée/sortie	= Entrée/sortie enregistreur.
Tu	= Entrée tuner.
Pu	= Entrée tourne-disque.
Mic	= Entrée microphone.
DN	= Réseau de découplage.

Legend of figures 1 to 30

Pl	= Metallic ground plane, 1 m × 2 m, grounded.
M	= Mains coupling unit (type M).
A	= Antenna coupling unit (type A).
L	= Loudspeaker coupling unit (type L).
Sw	= Multi-pin coupling unit (type Sw with a through path for signals).
Sr	= Multi-pin coupling unit (type Sr with load resistances).
w	= Wanted signal connection of the coupling unit.
i	= Interfering signal connection of the coupling unit.
G1	= Interfering signal generator, AM modulated, 150 kHz to 150 MHz (or 150 MHz to 1 GHz).
G2	= Wanted signal generator, AM or FM modulated.
Ga	= Audio signal generator.
P	= Test pattern generator.
Am	= Broadband power amplifier 150 kHz to 150 MHz (or 150 MHz to 1 GHz).
T1	= Continuously variable attenuator (may be incorporated in G1).
T2	= Power attenuator, 6 dB to 10 dB, 50 Ω.
T3	= Adjustable attenuator (may be incorporated in P or G2).
F	= Low-pass filter.
Fc	= Channel filter (band-pass).
Fh	= High-pass filter ($f_c \approx 100$ kHz).
Fv	= Audio band-pass filter (1 kHz).
V	= Audio millivoltmeter.
S1	= Coaxial switch.
S2	= Double pole coaxial inverting switch.
Sh	= Shielded box.
Bal	= Balun 75 Ω asymmetrical/300 Ω symmetrical.
Ant	= Antenna input.
AM/FM	= Amplitude modulation/Frequency modulation.
Lp	= Loudspeaker.
Hp	= Headphone.
AV	= Audio-video input/output.
Rem. C	= Remote control.
AF in/out	= Audio frequency input/output.
Rec. in/out	= Recorder input/output.
Tu	= Tuner input.
Pu	= Pick-up input.
Mic	= Microphone input.
DN	= Decoupling network.

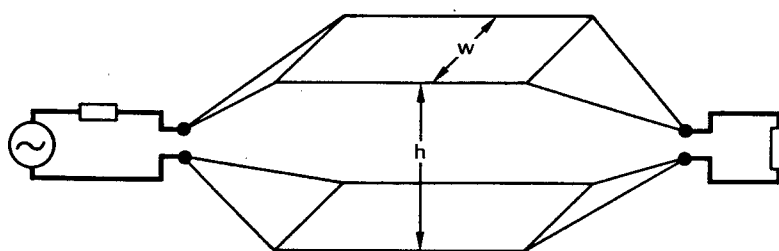
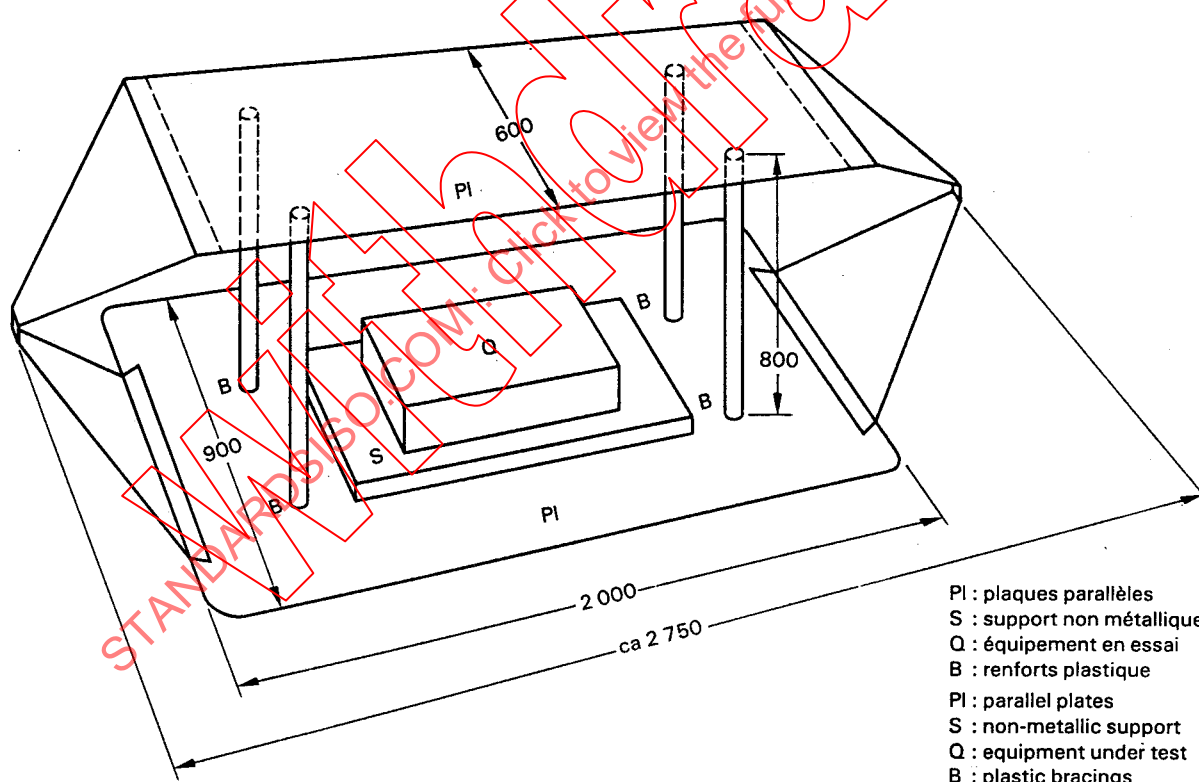


Figure 1 – Dispositif TEM à ligne ouverte: configuration de base (voir 5.2.2)
Open stripline TEM device: basic configuration (see 5.2.2)



555/89

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 2a – Vue d'ensemble d'un dispositif TEM à ligne ouverte (voir 5.2.2)
Overview of an open stripline TEM device (see 5.2.2)

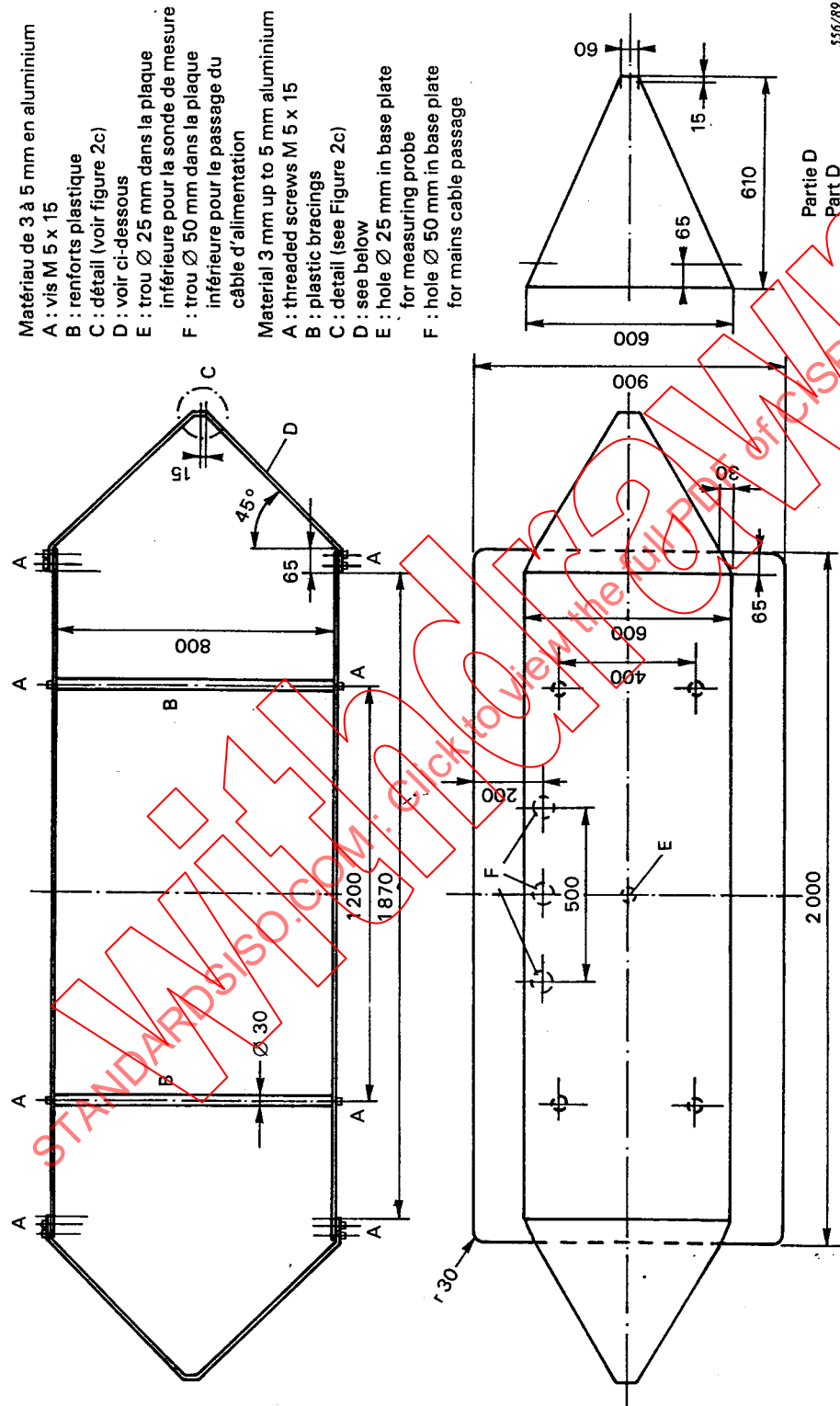
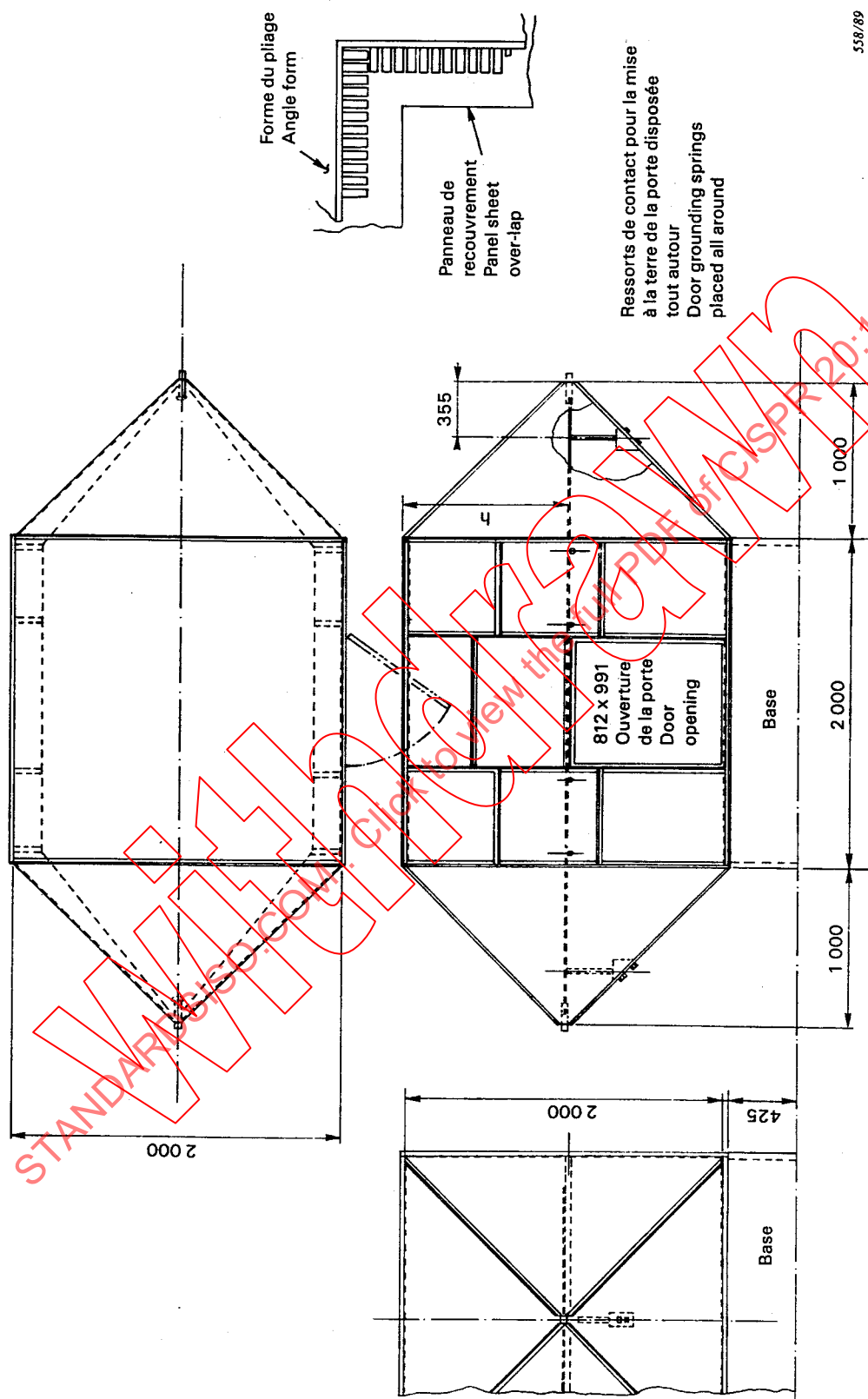


Figure 2b – Détails de construction d'un dispositif TEM à ligne ouverte (voir 5.2.2)
 Constructional details of an open stripline TEM device (see 5.2.2)



558/89

Figure 3a – Détails de construction d'un dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)



Figure 3b – Détails de construction d'un dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)

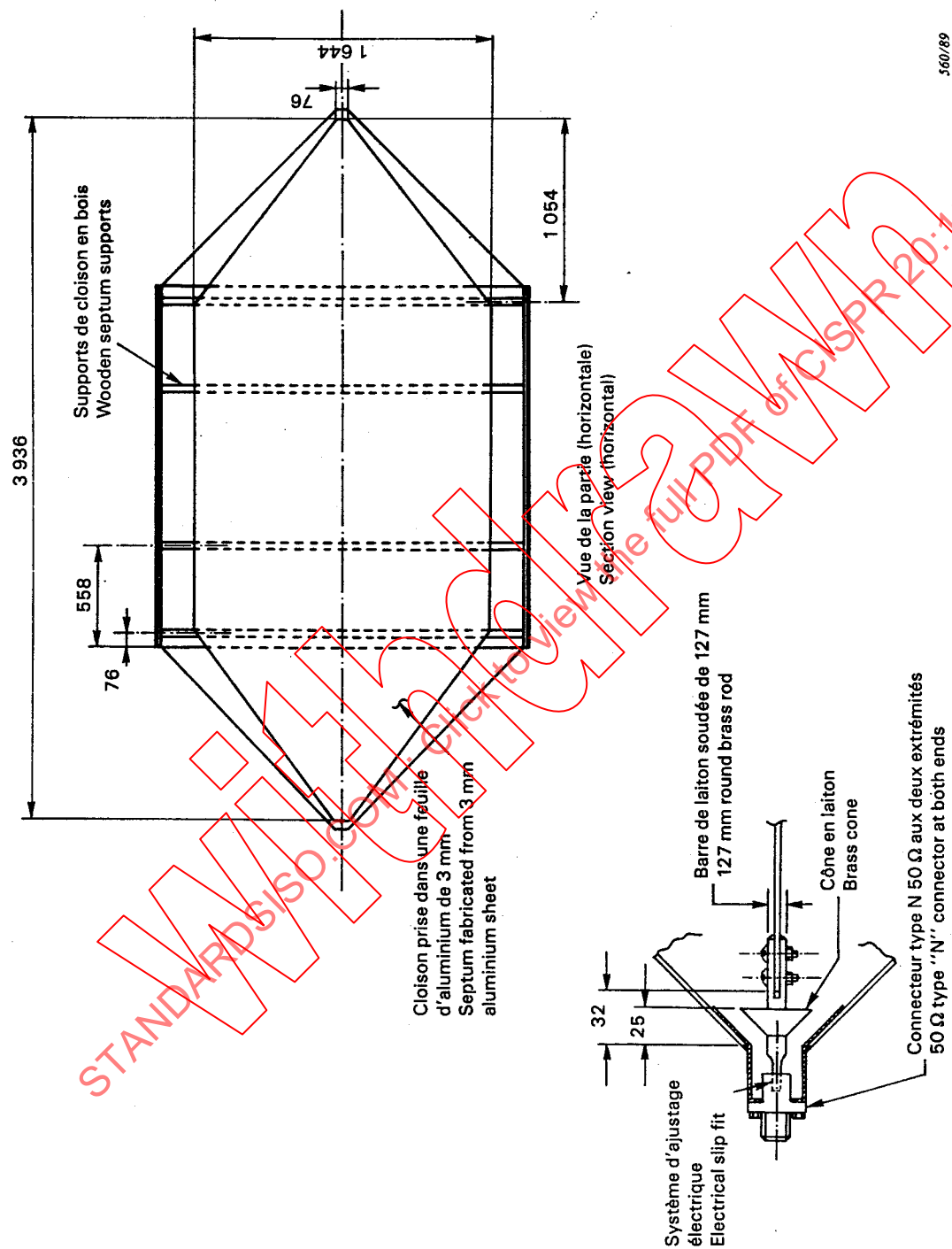
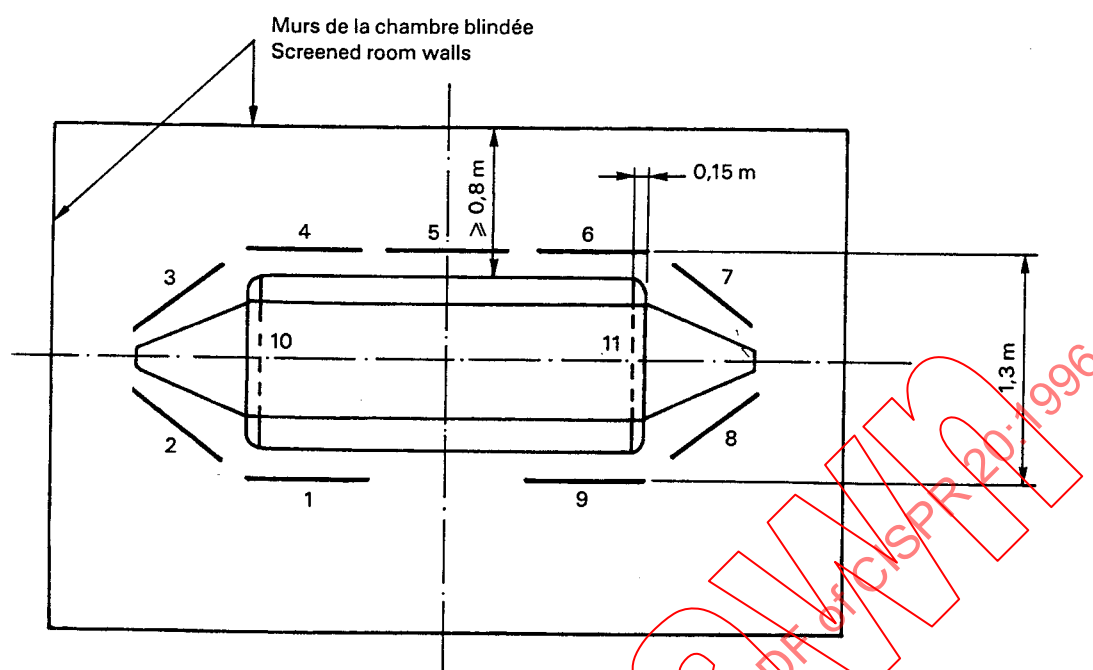


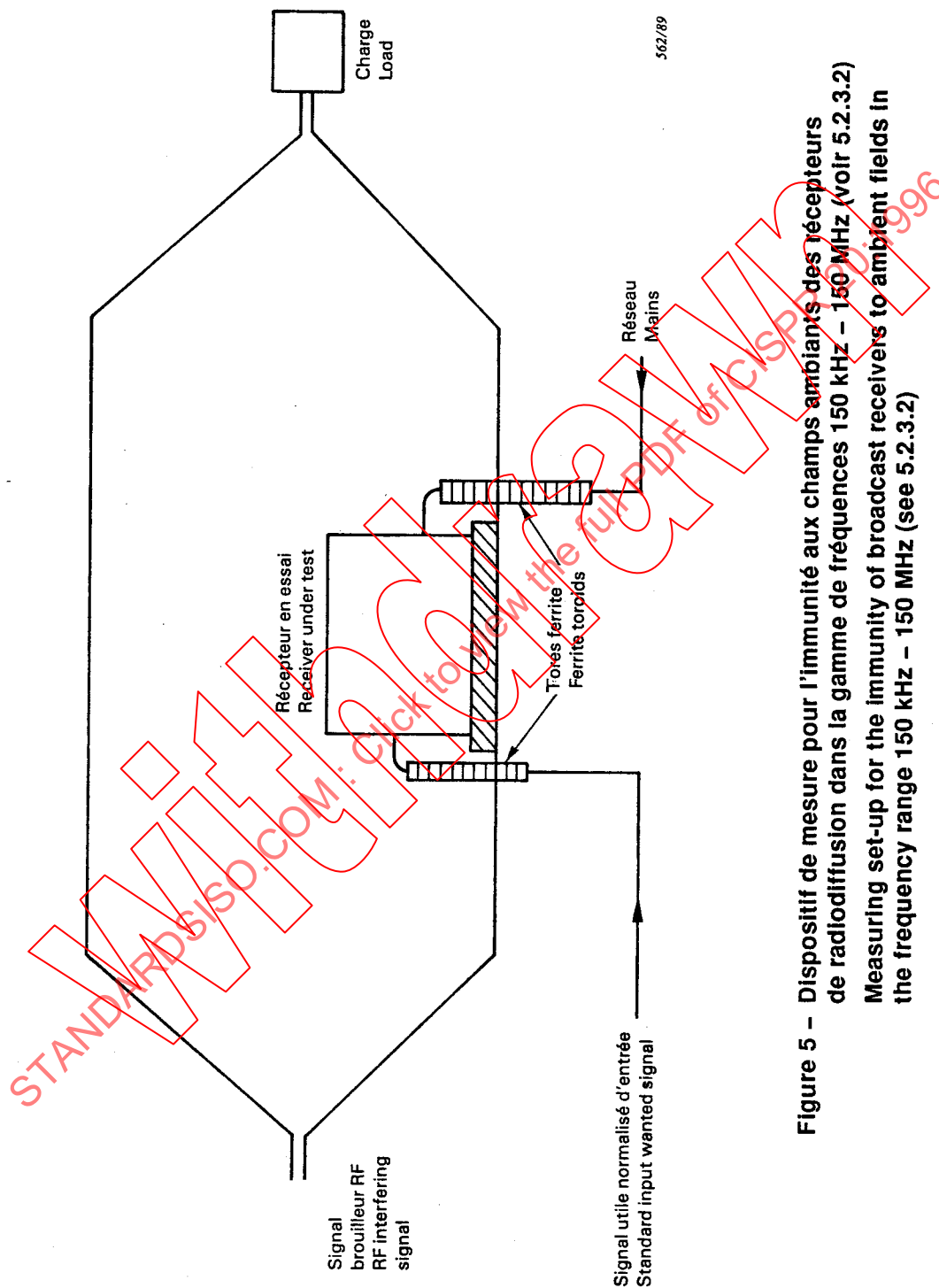
Figure 3c – Détails de construction d'un dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)



1-11: plaques absorbantes de dimensions approximatives 0,8 m x 0,4 m
1-11: absorbing panels with dimensions of approximately 0,8 m x 0,4 m

561/89

Figure 4 – 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 (voir 5.2.3.2)
Example of the arrangement of an open stripline TEM device in combination with absorbing panels inside a screened room with dimensions of 3 m x 3,5 m (see 5.2.3.2)



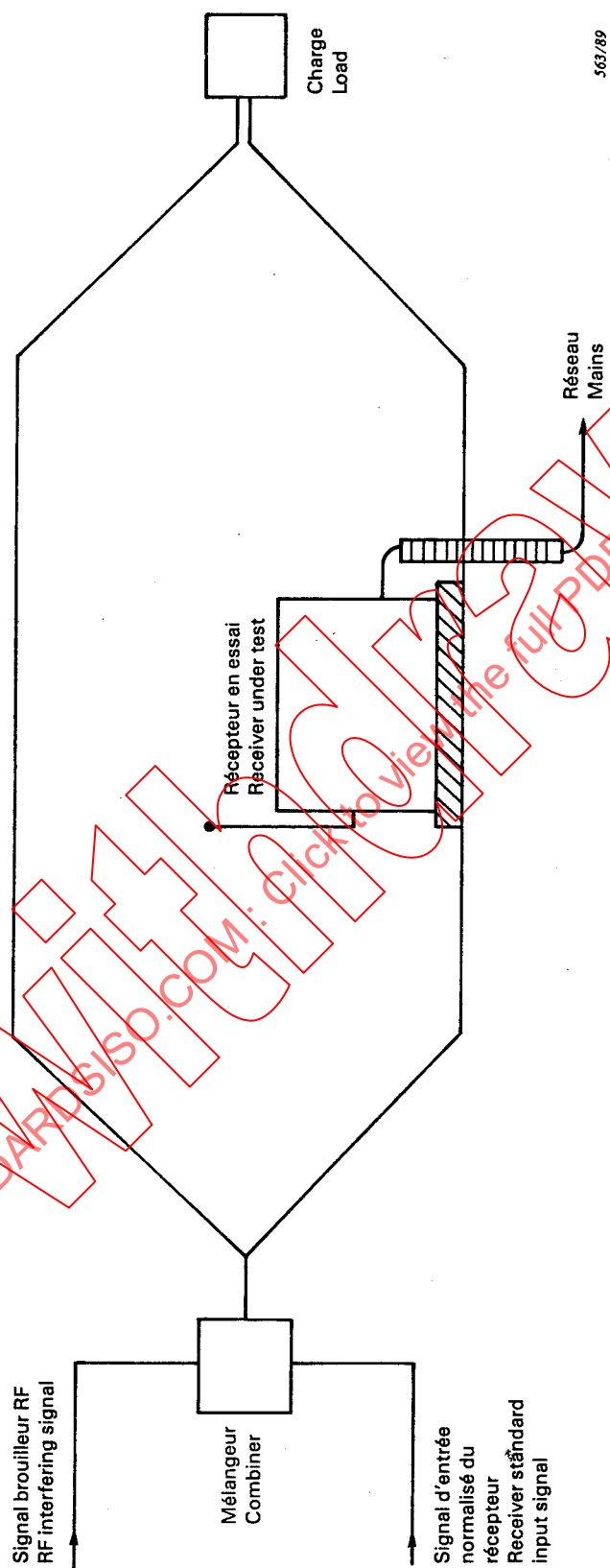
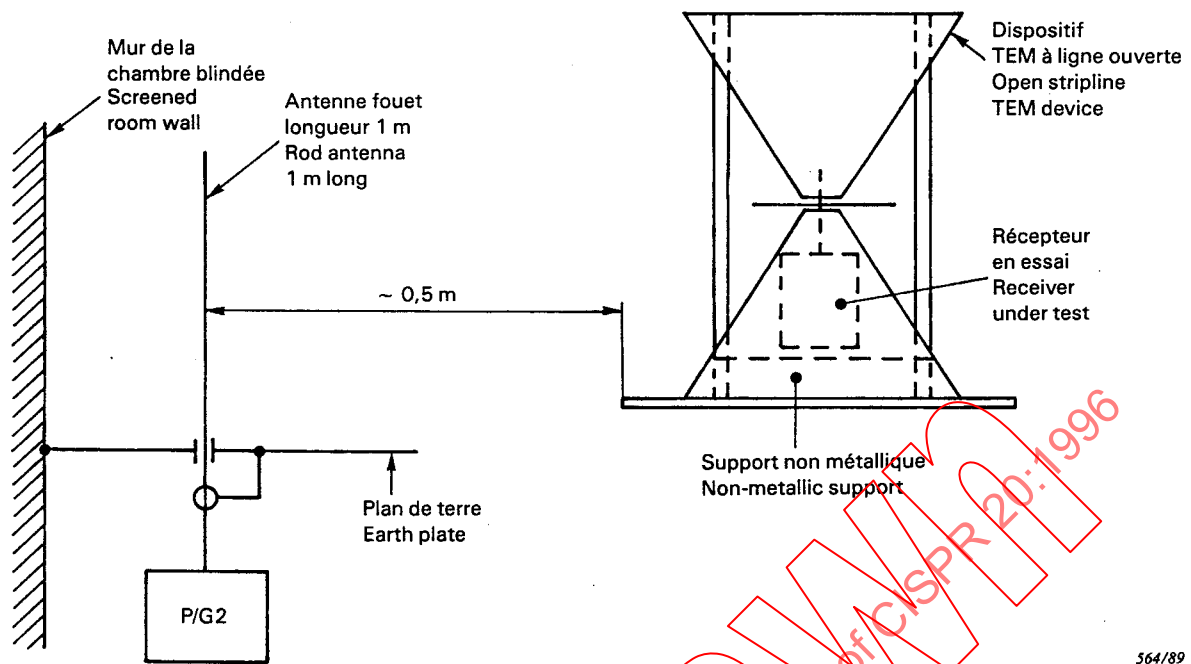


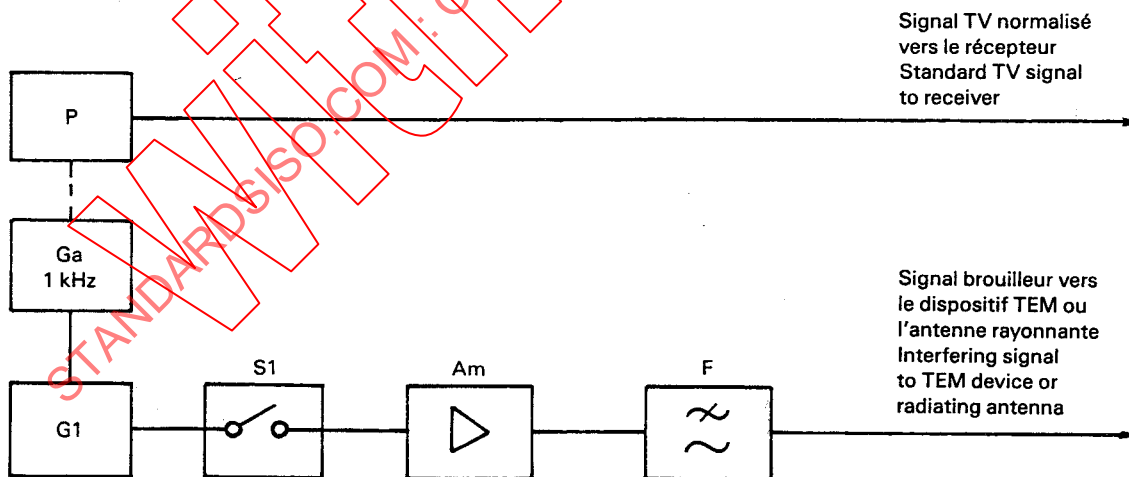
Figure 6 – Dispositif de mesure pour l'immunité des récepteurs de radiodiffusion non équipés de borne d'entrée antenne (voir 5.2.3.2)
Measuring set-up for the immunity of broadcast receivers not equipped with an antenna input terminal (see 5.2.3.2)



564/89

Figure 7 – Dispositif de mesure pour l'immunité de récepteurs de radiodiffusion non équipée de borne antenne (autre dispositif pour la figure 6 quand un dispositif TEM à ligne ouverte est utilisé) voir 5.2.3.2)

Measuring set-up for the immunity of broadcast receivers not equipped with an antenna terminal (alternative set-up for figure 6 when an open stripline TEM device is used) (see 5.2.3.2)



565/89

Figure 8 – Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants de téléviseurs (voir 5.2.3.2)

Measuring circuit for the immunity of television receivers to ambient fields (see 5.2.3.2)

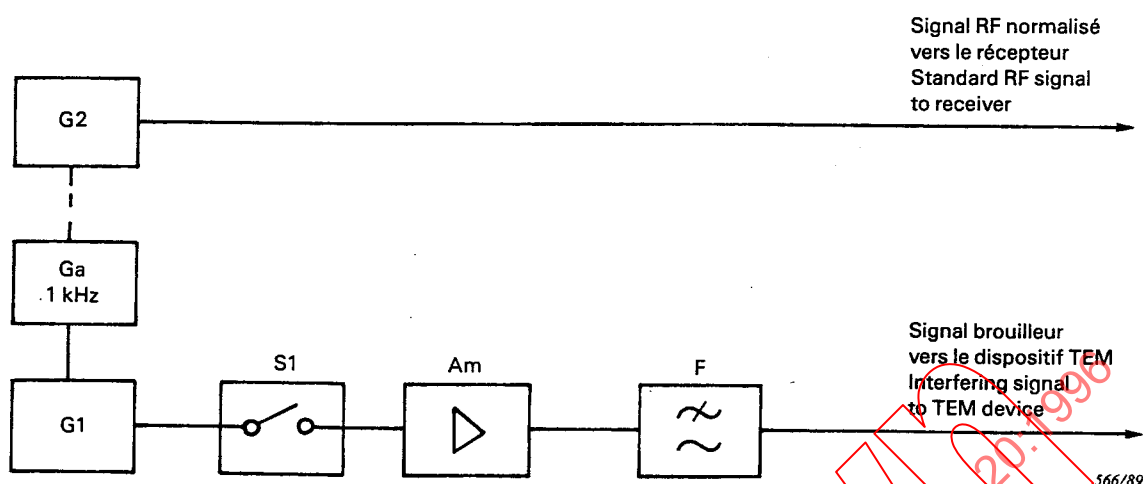


Figure 9 – Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des récepteurs de radiodiffusion sonore (voir 5.2.4.2)

Measuring circuit for the immunity of sound broadcast receivers to ambient fields (see 5.2.4.2)

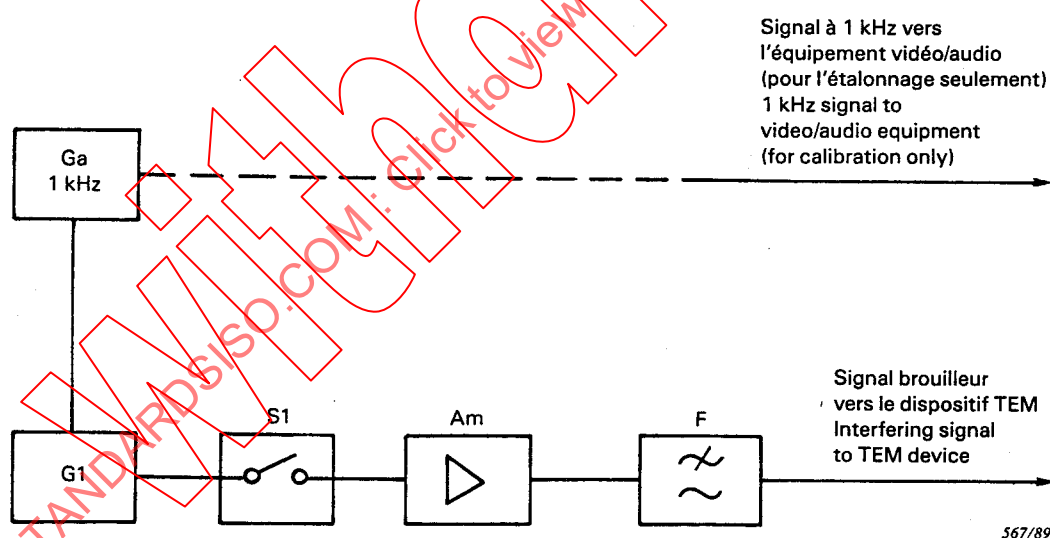


Figure 10 – Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des équipements associés aux récepteurs de radiodiffusion sonore et visuelle (voir 5.2.5.1)

Measuring circuit for the immunity to ambient fields of equipment associated with sound and television receivers (see 5.2.5.1)

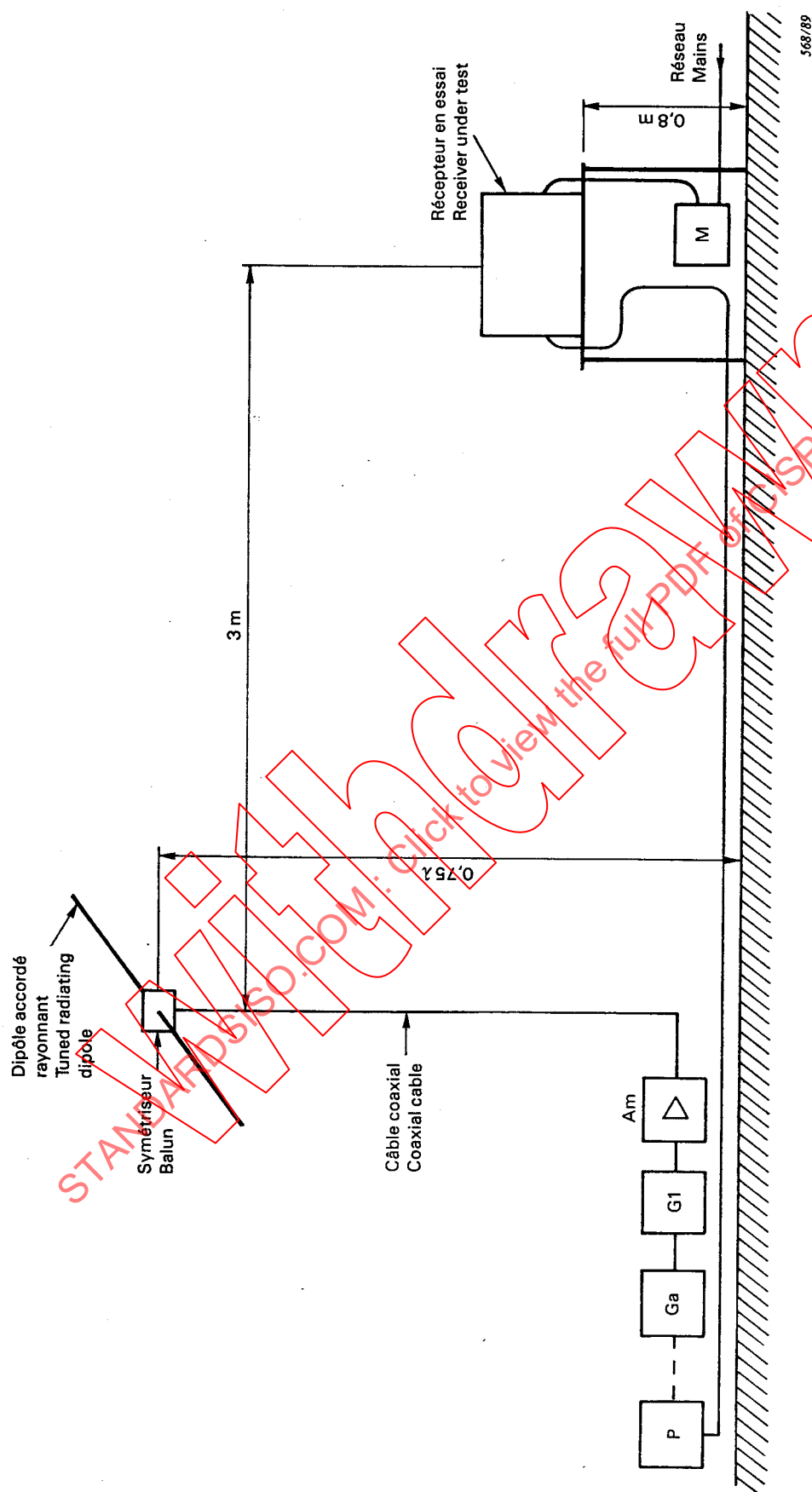


Figure 11a – Dispositif de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des téléviseurs dans la gamme de fréquences 150 kHz – 1 GHz (vue de côté) (voir 5.3.4)
Measuring set-up for the immunity of television receivers to ambient fields in the frequency range 150 kHz – 1 GHz (side view) (see 5.3.4)

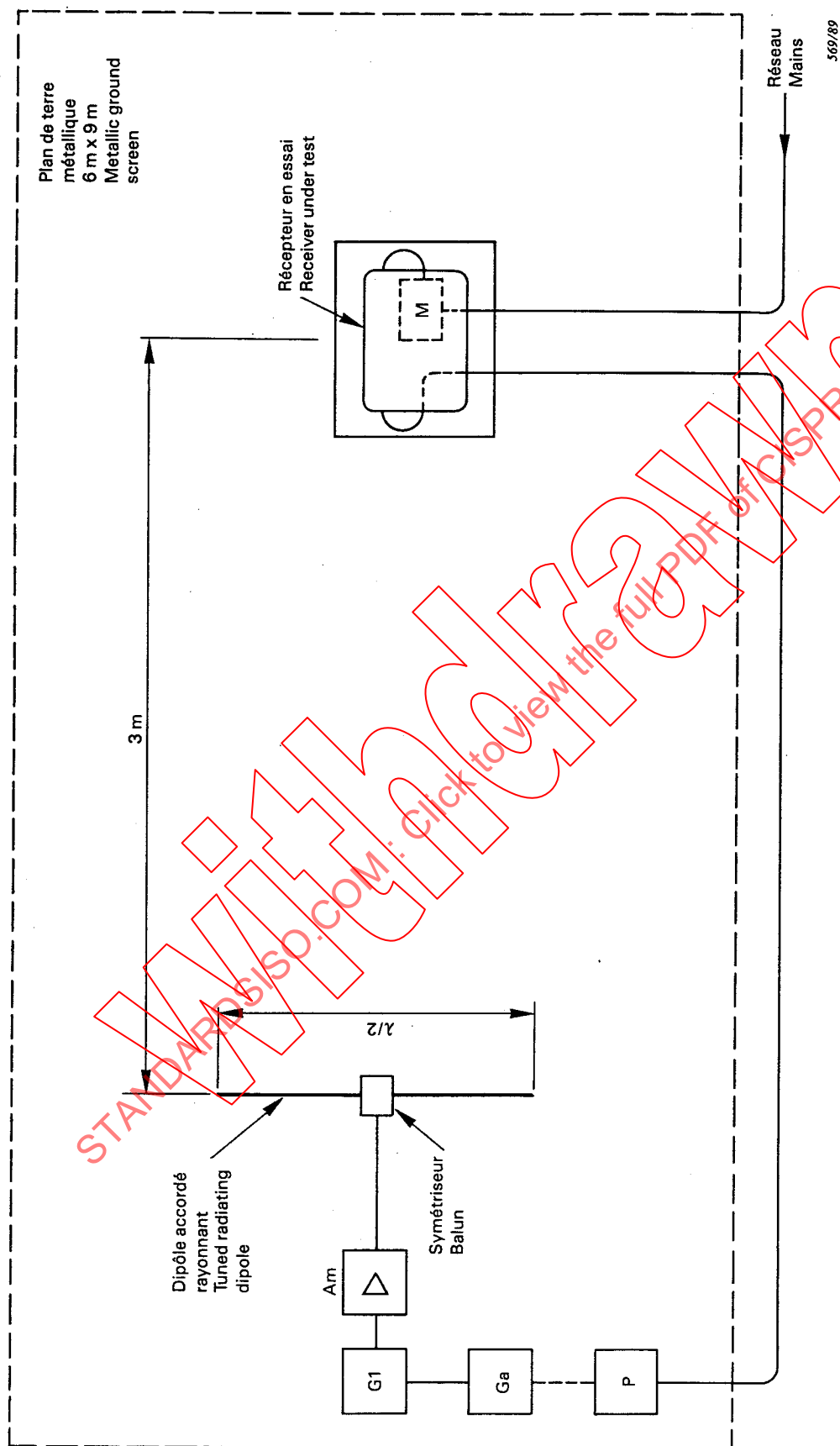


Figure 11b – Dispositif de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des téléviseurs dans la gamme de fréquences 150 kHz – 1 GHz (vue de dessus) (voir 5.3.4)
Measuring set-up for the immunity of television receivers to ambient fields in the frequency range 150 kHz – 1 GHz (upper view) (see 5.3.4)

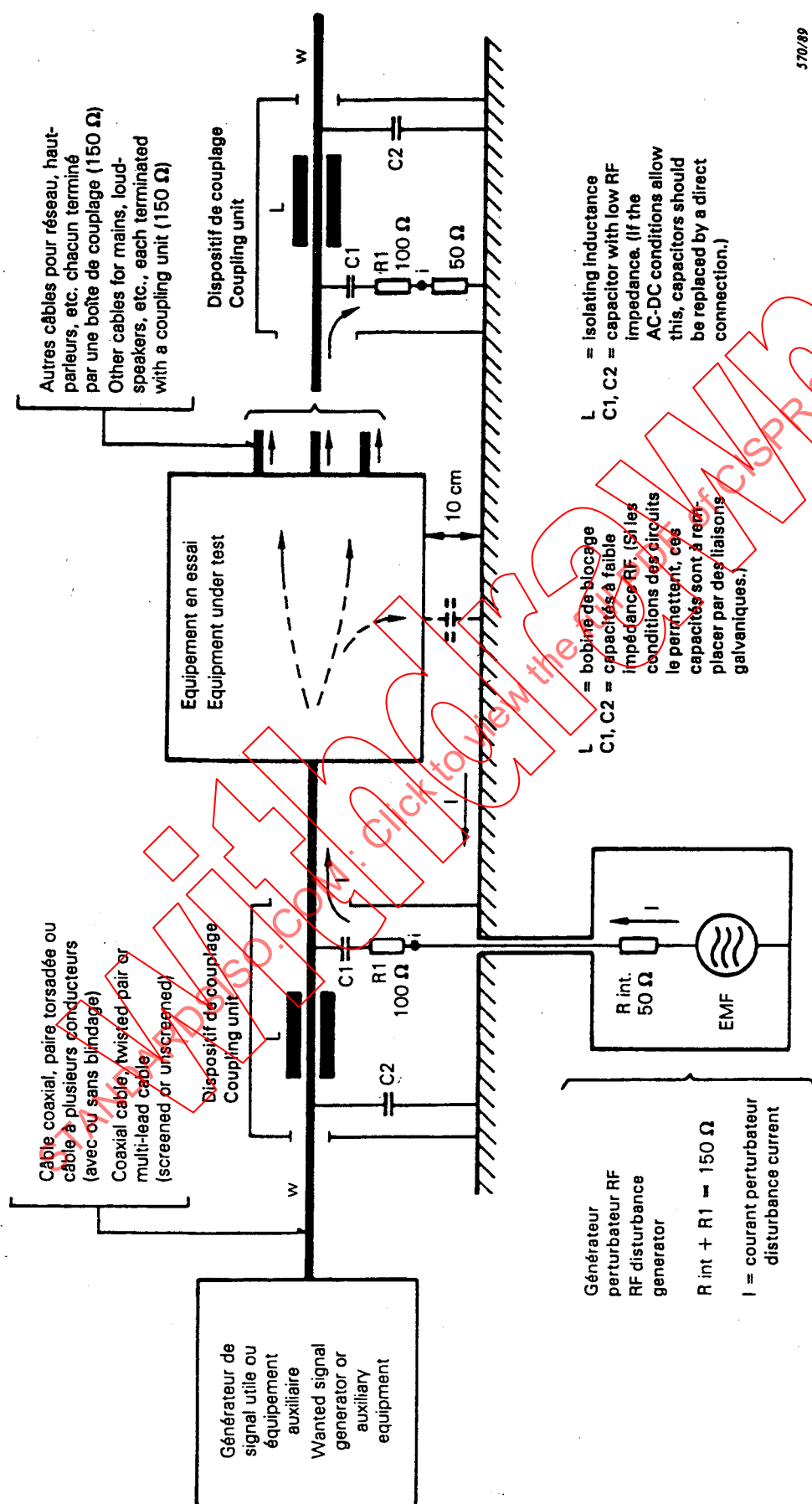


Figure 12 – Principe général de la méthode d'injection de courant (voir 5.4.2)
General principle of the current-injection method (see 5.4.2)



Figure 13 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité de récepteurs de télévision munis uniquement de deux câbles (antenne et secteur par la méthode d'injection de courant (voir (5.4.3))

Measurement set-up for the immunity test of television receivers fitted only with mains and antenna cables by the current-injection method (see 5.4.3)

Figure 13a – Exemple de disposition des éléments sur la plaque de base
Example of test unit locations on the ground plane

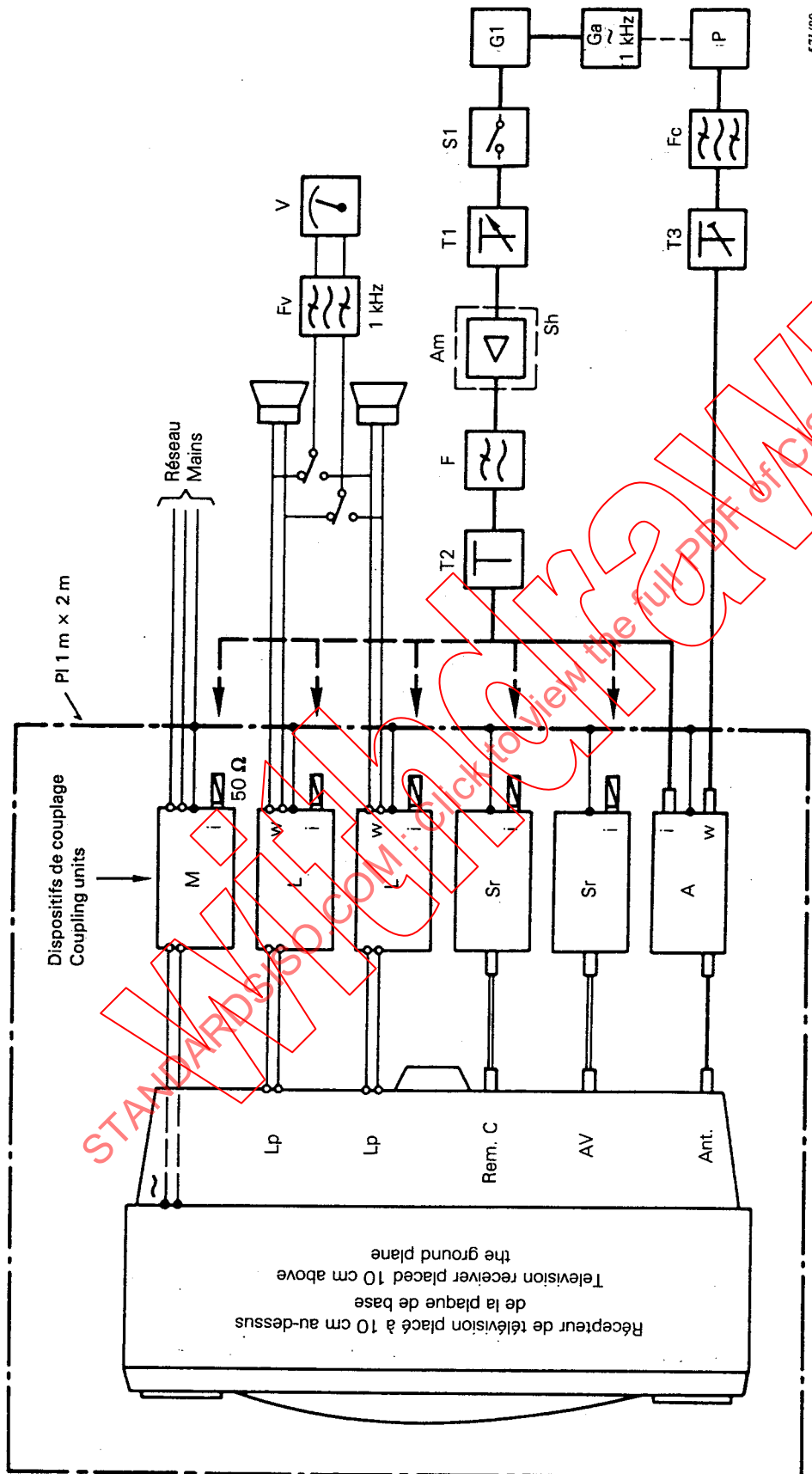


Figure 14 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité des récepteurs de télévision munis de connecteurs auxiliaires (pour enregistreurs vidéo, haut-parleurs, etc.) par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)
Measurement set-up for the immunity test of television receivers fitted with auxiliary connectors (for video recorders, loudspeakers, etc.) by the current-injection method (see 5.4.4)

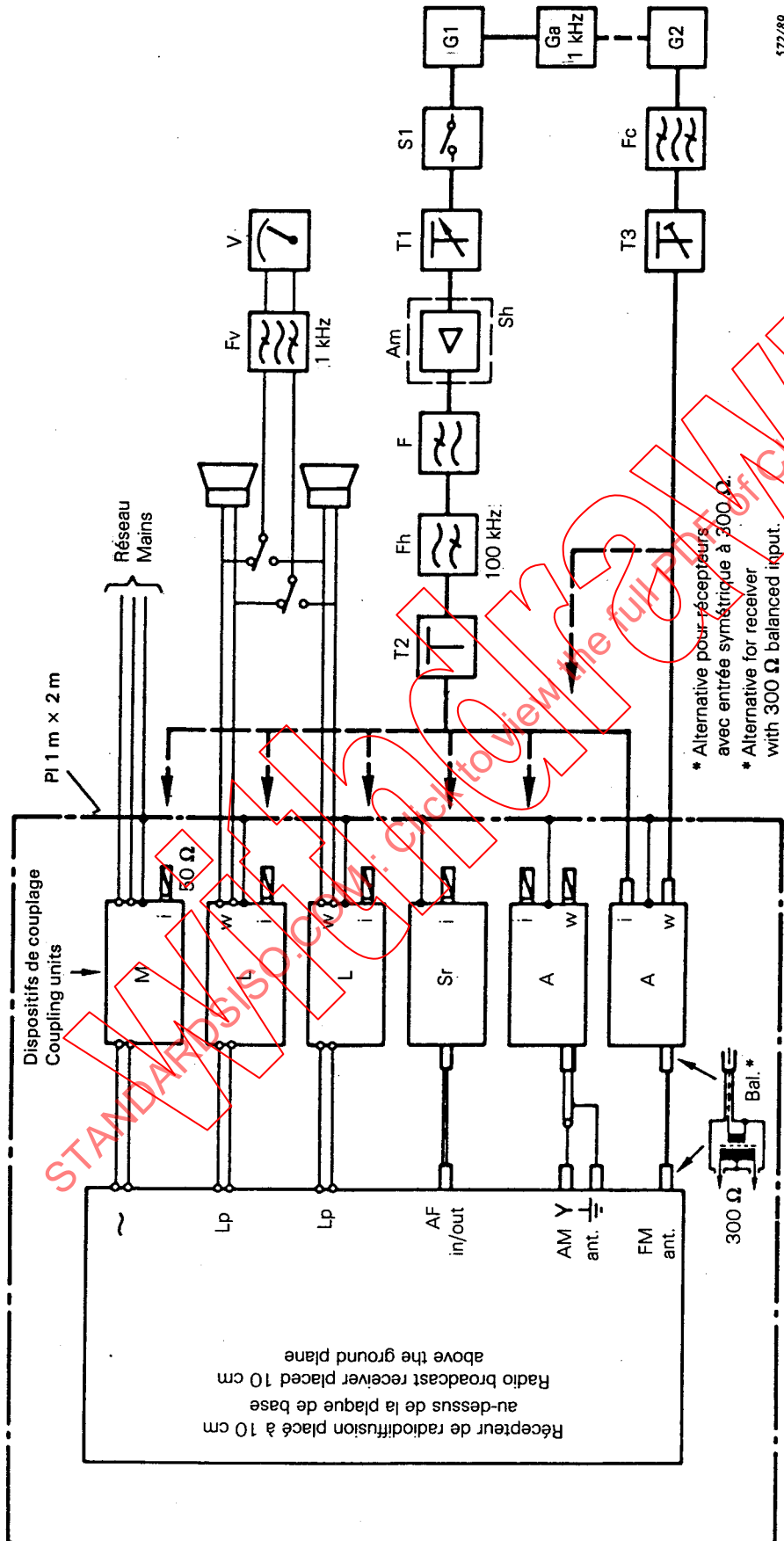
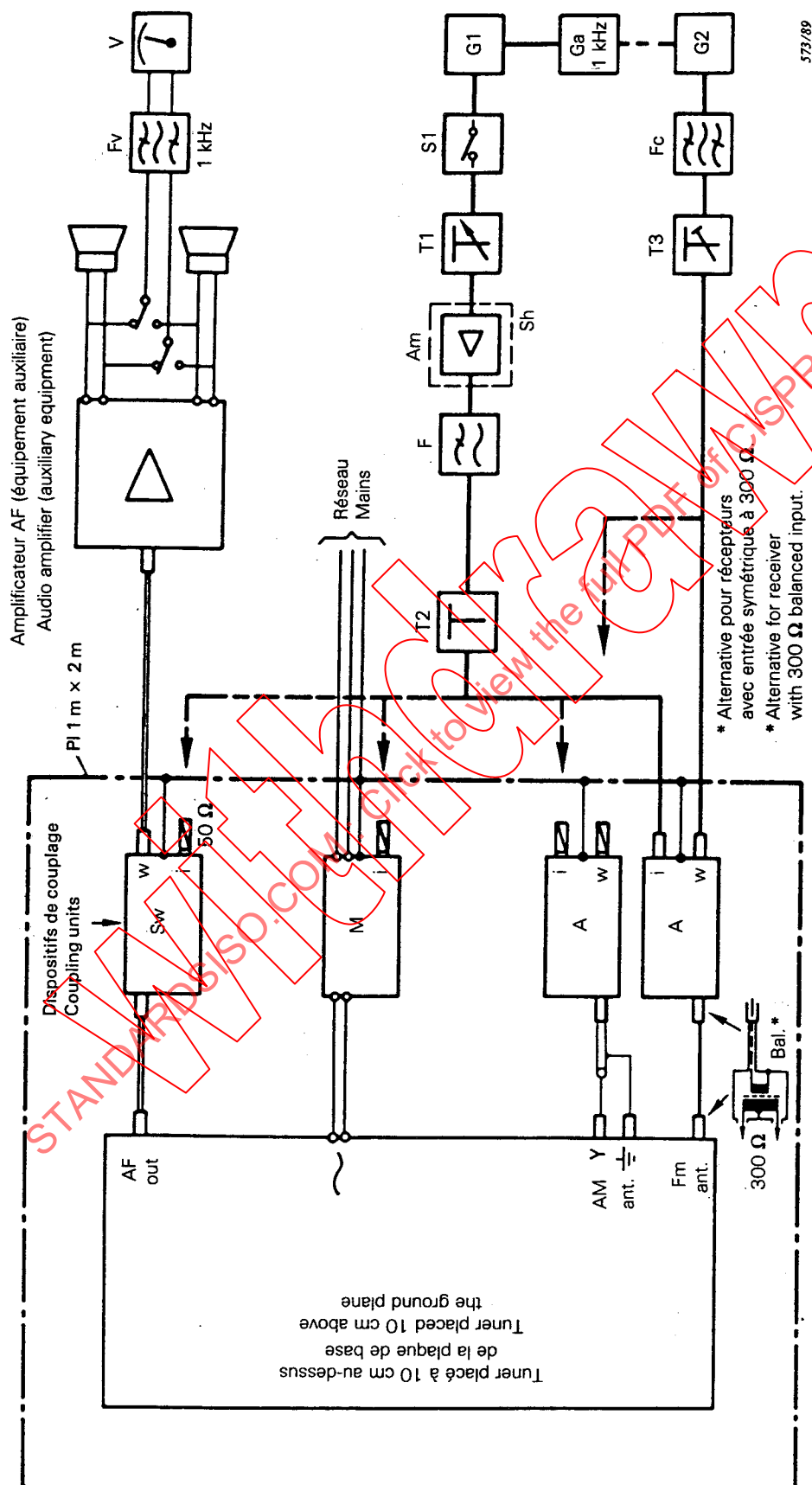


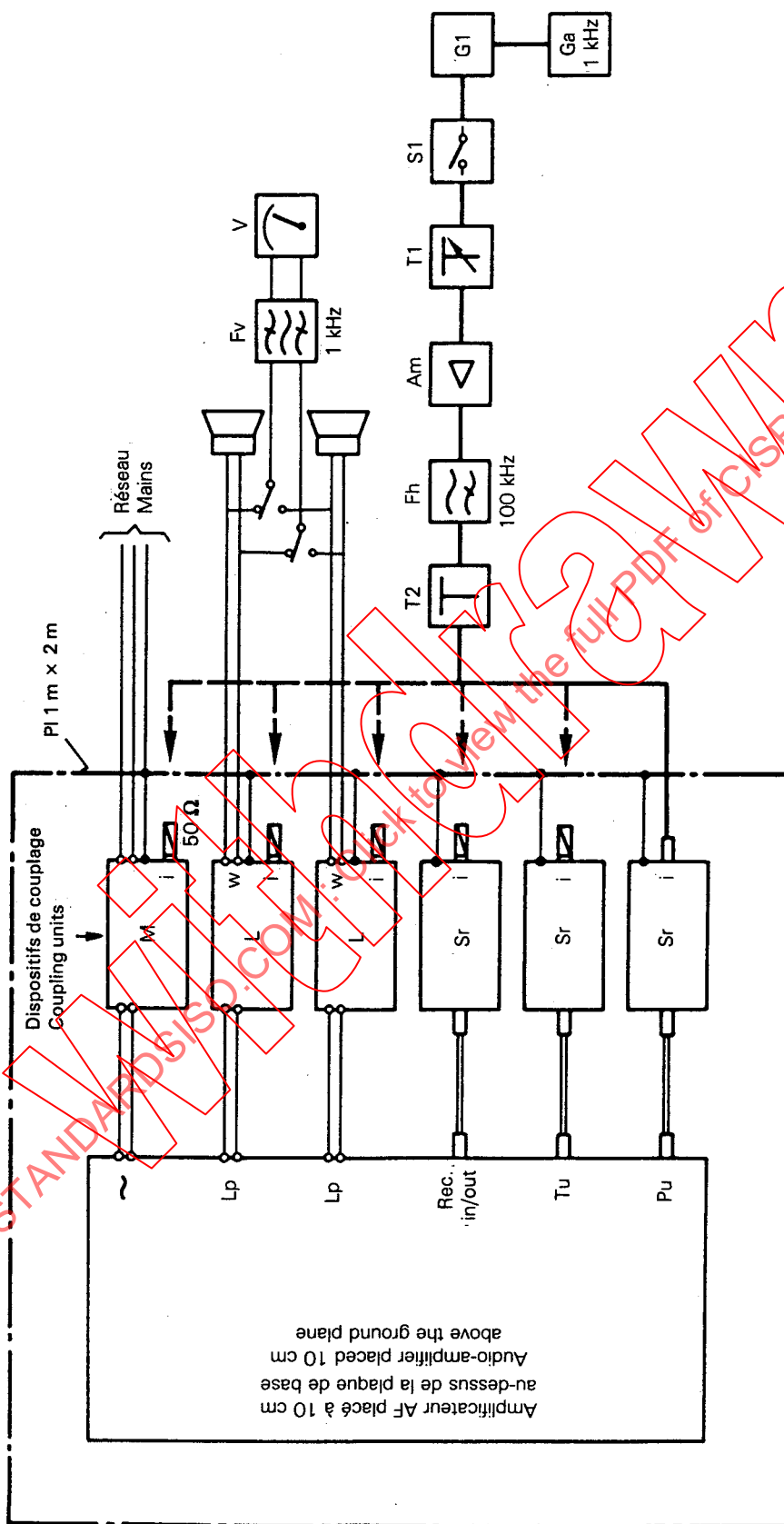
Figure 15 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité des récepteurs de radiodiffusion par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)
Measurement set-up for the Immunity test of radio broadcast receivers by the current-injection method (see 5.4.4)



573/89

Figure 16 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité de tuners par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)

Measurement set-up for the immunity test of tuners by the current-injection method (see 5.4.4)



574/89

Figure 17 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité d'amplificateurs audio par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)

Measurement set-up for the immunity test of audio amplifiers by the current-injection method (see 5.4.4)

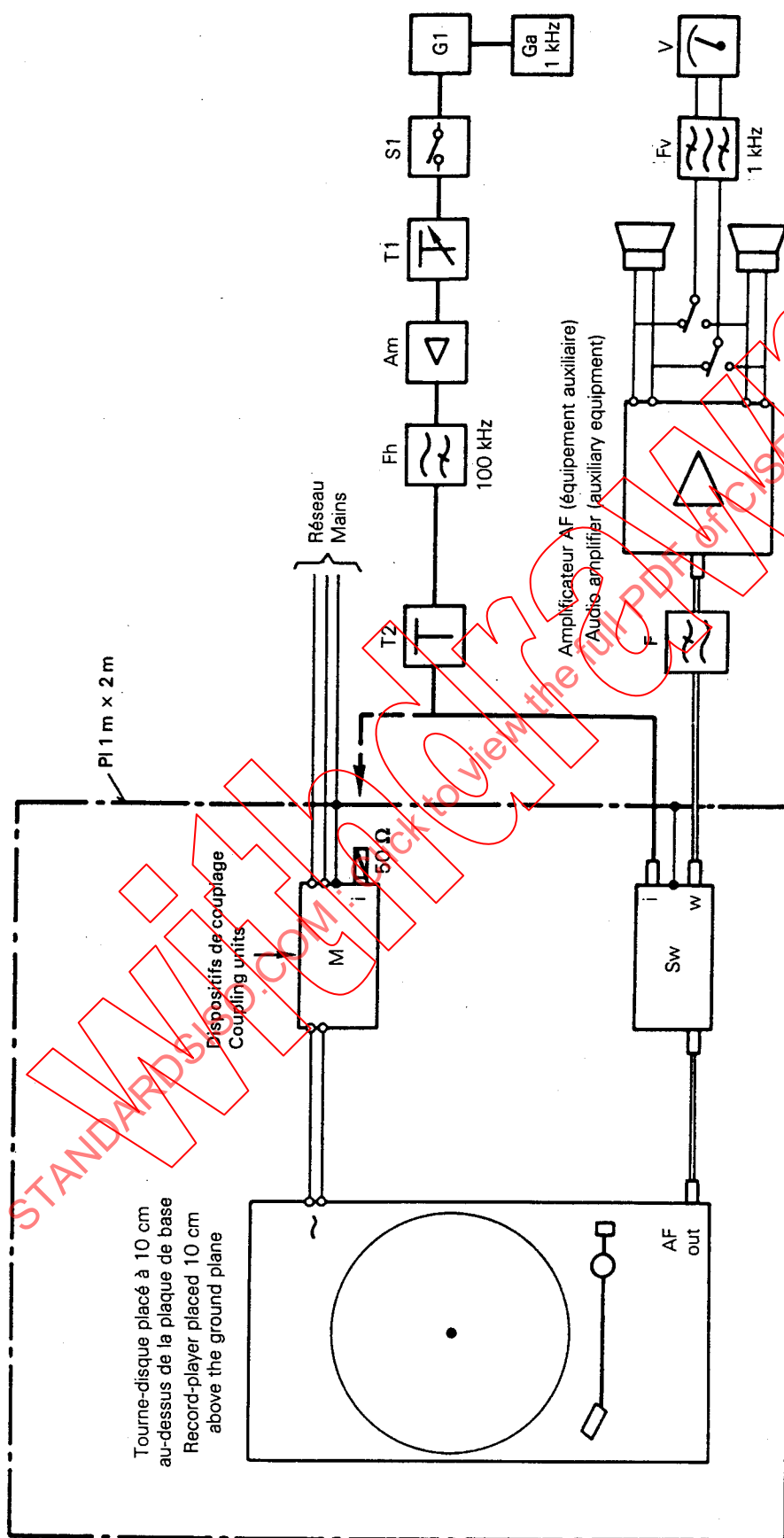
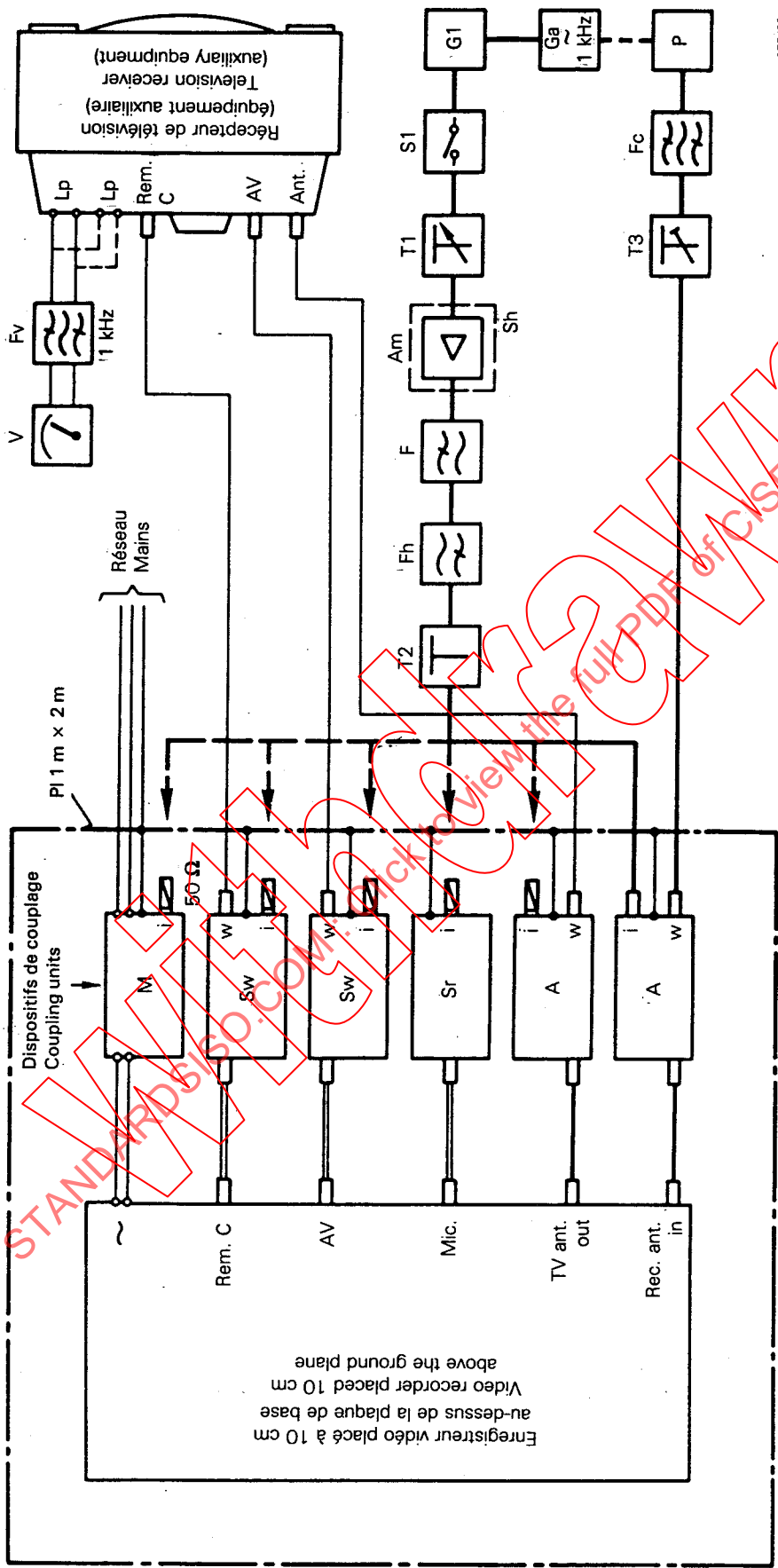


Figure 19 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité de tourne-disques par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)
Measurement set-up for the immunity test of record-players by the current-injection method (see 5.4.4)



577/89

Figure 20 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité d'enregistreurs vidéo par la méthode d'injection de courant (voir 5.4.4)
Measurement set-up for the immunity test of video tape recorders by the current-injection method (see 5.4.4)

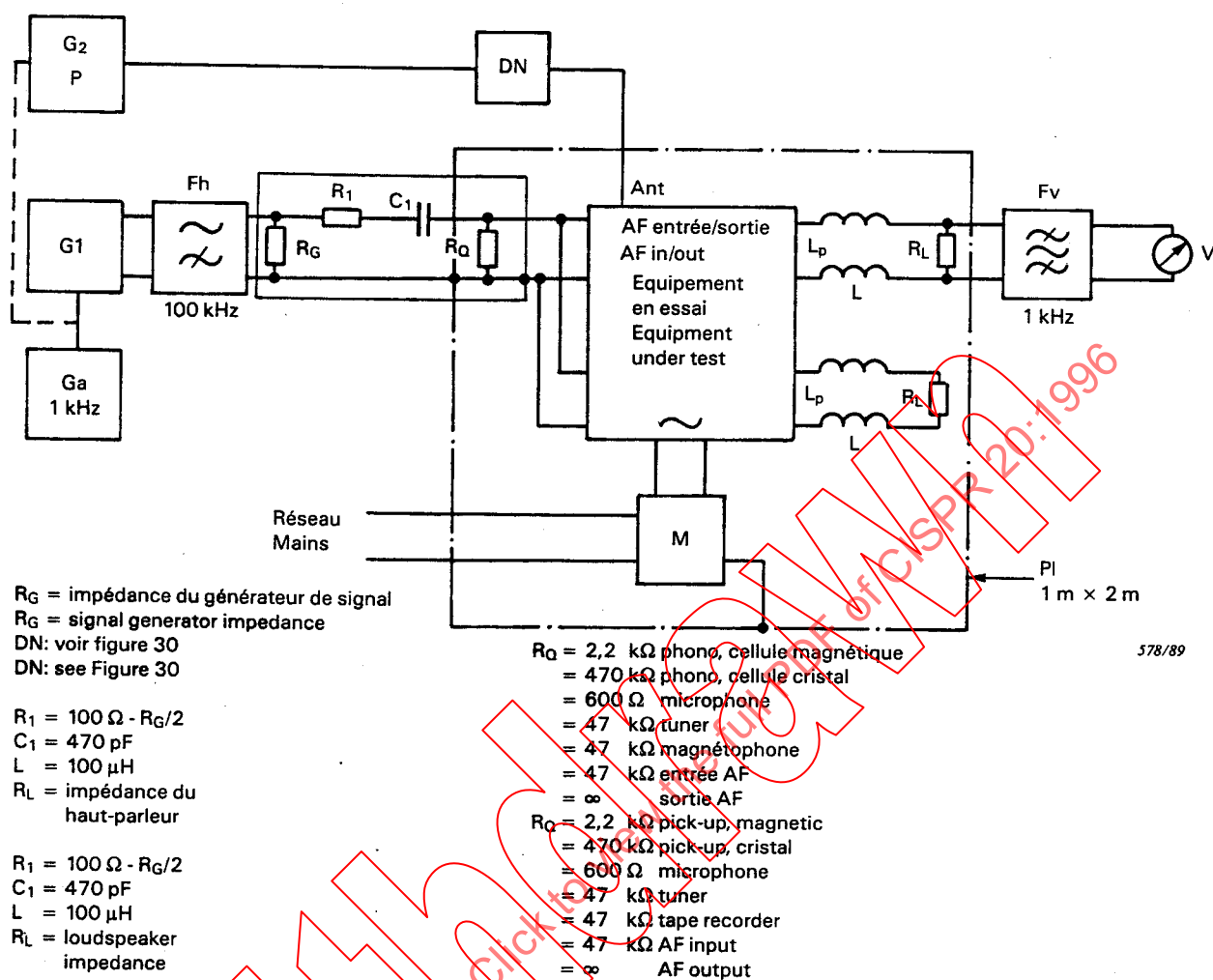
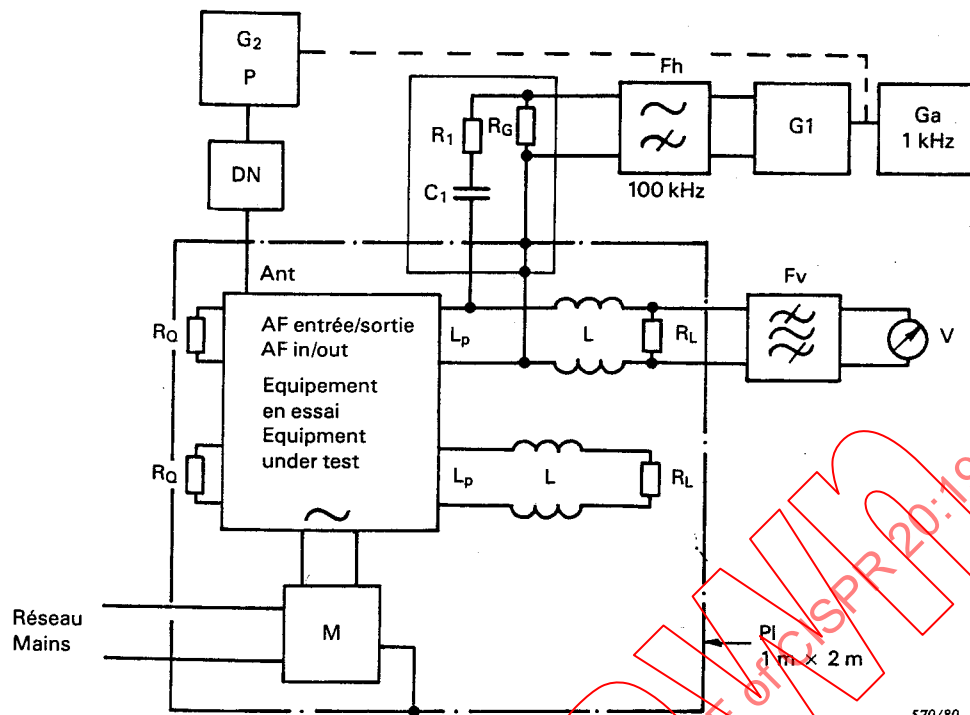


Figure 21 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité par la méthode d'injection de tension (bornes d'entrée/sortie audio (voir 5.5.2))

Measurement set-up for the immunity test by the voltage-injection method (input/output audio terminals) (see 5.5.2)



R_G = impédance du générateur de signal
 R_G = signal generator impedance
 DN = voir figure 30
 DN = see Figure 30

$R_1 = 100 \Omega - R_G/2$
 $C_1 = 470 \text{ pF}$
 $L = 100 \mu\text{H}$
 R_L = impédance du haut-parleur

$R_1 = 100 \Omega - R_G/2$
 $C_1 = 470 \text{ pF}$
 $L = 100 \mu\text{H}$
 R_L = loudspeaker impedance

$R_G = 2,2 \text{ k}\Omega$ phono, cellule magnétique
 $R_G = 470 \text{ k}\Omega$ phono, cellule cristal
 $R_G = 600 \Omega$ microphone
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ tuner
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ magnétophone
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ entrée AF
 $R_G = \infty$ sortie AF
 $R_G = 2,2 \text{ k}\Omega$ pick-up, magnetic
 $R_G = 470 \text{ k}\Omega$ pick-up, cristal
 $R_G = 600 \Omega$ microphone
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ tuner
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ tape recorder
 $R_G = 47 \text{ k}\Omega$ AF input
 $R_G = \infty$ AF output

Figure 22 – Dispositif de mesure de l'essai d'immunité par la méthode d'injection de tension (bornes du haut-parleur) (voir 5.5.2)

Measurement set-up for the immunity test by the voltage-injection method (loudspeaker terminals) (see 5.5.2)