

NORME INTERNATIONALE

**CISPR
20**

INTERNATIONAL STANDARD

Deuxième édition
Second edition
1990-06

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: 1990

NORME
INTERNATIONALE

CISPR
20

INTERNATIONAL
STANDARD

Deuxième édition
Second edition
1990-06

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 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définitions	8
4. Valeurs limites de l'immunité	10
4.1 Immunité externe	10
4.2 Immunité interne (A l'étude)	14
5. Méthodes de mesure	16
5.1 Généralités	16
5.2 Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	20
5.3 Mesure de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquences de 150 MHz à 1 GHz	40
5.4 Mesure de l'immunité aux courants à RF induits dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	46
5.5 Mesure de l'immunité aux tensions à RF induites dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz	52
5.6 Mesure de l'immunité interne (à l'étude)	56
5.7 Mesure de l'efficacité du blindage (à l'étude)	56
6. Interprétation des limites de l'immunité spécifiées par le CISPR	56
6.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR	56
6.2 Conformité aux limites sur base statistique	56
ANNEXE A — Etalonnage de la cellule TEM	60
ANNEXE 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	62
ANNEXE C — Guide pour l'essai des récepteurs de télévision	70
Légende des figures 1 à 30	74
FIGURES	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Definitions	9
4. Limits of immunity	11
4.1 External immunity	11
4.2 Internal immunity (Under consideration)	15
5. Methods of measurement	17
5.1 General	17
5.2 Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	21
5.3 Measurement of the immunity to ambient electromagnetic fields in the frequency range 150 MHz to 1 GHz	41
5.4 Measurement of the immunity to RF induced currents in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	47
5.5 Measurement of the immunity to RF induced voltages in the frequency range 150 kHz to 150 MHz	53
5.6 Measurement of internal immunity (under consideration)	57
5.7 Measurement of the screening effectiveness (under consideration)	57
6. Interpretation of CISPR immunity limits	57
6.1 Significance of a CISPR limit	57
6.2 Compliance with limits on a statistical basis	57
ANNEX A — Calibration of the TEM device	61
ANNEX 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	63
ANNEX C — Guide to the testing of television receivers	71
Legend of figures 1 to 30	75
FIGURES	76

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**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels du CISPR en ce qui concerne les questions techniques, préparés 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.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité E du CISPR: Caractéristiques des récepteurs radioélectriques en ce qui concerne les perturbations.

Cette deuxième édition remplace la première édition publiée en 1985 (CISPR Rapport n° 58).

Le texte de cette publication est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
CISPR/E(BC)19	CISPR/E(BC)27	CISPR/E(BC)33	CISPR/E(BC)38
CISPR/E(BC)20	CISPR/E(BC)28	CISPR/E(BC)34	CISPR/E(BC)39
CISPR/E(BC)21	CISPR/E(BC)29	CISPR/E(BC)35	CISPR/E(BC)40
CISPR/E(BC)22	CISPR/E(BC)30	CISPR/E(BC)36	CISPR/E(BC)41
CISPR/E(BC)23	CISPR/E(BC)31	CISPR/E(BC)37	CISPR/E(BC)42
CISPR/E(BC)43	CISPR/E(BC)48	—	—
CISPR/E(BC)44	CISPR/E(BC)49	—	—

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.

Le contenu principal de cette publication est basé sur la Recommandation n° 25/3 du CISPR ci-dessous.

RECOMMANDATION DU CISPR n° 25/3

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

Le CISPR.

CONSIDÉRANT

que les limites et les méthodes de mesure des caractéristiques d'immunité des récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés doivent être établies.

RECOMMANDE

que la dernière édition de la Publication 20 du CISPR, modifications incluses, soit utilisée pour l'application des limites et méthodes de mesure des caractéristiques d'immunité des récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés.

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 of opinion 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 recommendation 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.

PREFACE

This publication was prepared by CISPR Sub-Committee E: Interference characteristics of radio receivers.

This second edition replaces the first edition published in 1985 (CISPR Report No. 58).

The text of this publication is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
CISPR/E(CO)19	CISPR/E(CO)27	CISPR/E(CO)33	CISPR/E(CO)38
CISPR/E(CO)20	CISPR/E(CO)28	CISPR/E(CO)34	CISPR/E(CO)39
CISPR/E(CO)21	CISPR/E(CO)29	CISPR/E(CO)35	CISPR/E(CO)40
CISPR/E(CO)22	CISPR/E(CO)30	CISPR/E(CO)36	CISPR/E(CO)41
CISPR/E(CO)23	CISPR/E(CO)31	CISPR/E(CO)37	CISPR/E(CO)42
CISPR/E(CO)43	CISPR/E(CO)48	—	—
CISPR/E(CO)44	CISPR/E(CO)49	—	—

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

The main content of this publication is based on CISPR Recommendation No. 25/3 given below:

CISPR RECOMMENDATION No. 25/3

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

The CISPR,

CONSIDERING

that the limits and methods of measurement of the immunity characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment need to be established,

RECOMMENDS

that the latest edition of CISPR Publication 20, including amendments, be used for the application of limits and methods of measurement of the immunity characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment.

Les publications suivantes sont citées dans la présente publication:

Publications du CISPR:

- Publications n^{os} 13(1990): Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbation radioélectrique des récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés.
2^e édition.
- 16(1987): Spécification du CISPR pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques.

Publications de la CEI:

- Publications n^{os} 50(161)(1990): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique.
- 94-2(1975): Systèmes d'enregistrement et de lecture du son sur bandes magnétiques, Deuxième partie: Bandes magnétiques étalons.
- 96-1(1986): Câbles pour fréquences radioélectriques, Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure.
Modification n^o 1 (1988).
- 98(1987): Disques audio analogiques et appareils de lecture.

Publications du CCIR:

- Recommandations n^{os} 471: Nomenclature et description des signaux de barre de couleur.
- 500: Méthode d'évaluation subjective de la qualité des images de télévision.

The following publications are quoted in this publication:

CISPR publications:

- Publications Nos. 13(1990): Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment.
2nd edition.
16(1987): CISPR specification for radio interference measuring apparatus and measurement methods.

IEC publications:

- Publication Nos. 50(161)(1990): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 161: Electromagnetical compatibility.
94-2(1975): Magnetic tape sound recording and reproducing systems, Part 2: Calibration tapes.
96-1(1986): Radio-frequency cables, Part 1: General requirements and measuring methods.
Amendment No. 1 (1988).
98(1987): Analogue audio disk records and reproducing equipment.

CCIR publications:

- Recommendations Nos. 471: Nomenclature and description of colour bar signals.
500: Method for the subjective assessment of the quality of television pictures.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of CISPR 20:1990

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

1. Domaine d'application

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

2. Objet

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.

3. Définitions

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

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.

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'entrée 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 du 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.

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

1. Scope

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.

2. Object

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

3. Definitions

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

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.

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. 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

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 fréquences: ($f_i - 0,5$) à ($f_i + 0,5$)	101
87,5 à 108 ¹⁾	109
Le canal reçu	A l'étude
¹⁾ La gamme de fréquences de 87,5 à 108 MHz peut être variée selon l'utilisation de la bande à modulation de fréquence sur le plan national. <i>Note</i> — f_i fréquence intermédiaire.	

Tableau 3 — Limites de l'immunité aux champs électromagnétiques ambiants de la fonction réception des récepteurs de télévision

Fréquence MHz	Niveau dB(μV/m)
0,15 à 47	125
Excepté les bandes de fréquences: ($f_c - 1,5$) à ($f_c + 1,5$)	101
($f_i - 0,5$) à ($f_i + 0,5$)	101
($f_s - 2$) à ($f_s + 2$) ¹⁾	101
($f_c - 2$) à ($f_c + 2$) 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 47 MHz peut être variée 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. <i>Note</i> — f_i fréquence intermédiaire son f_i fréquence intermédiaire image f_s fréquence porteuse son f_c fréquence de la sous-porteuse couleur	

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 fields 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(μ V/m)
0,15 to 150	125

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

Frequency MHz	Level dB(μ V/m)
0,15 to 150	125
Except frequency bands: ($f_i - 0,5$) to ($f_i + 0,5$)	101
87,5 to 108 ¹⁾	109
The tuned channel	Under consideration
¹⁾ The frequency range 87,5 to 108 MHz can be varied depending on the use of the FM frequency band on a national basis.	
Note — f_i intermediate frequency.	

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

Frequency MHz	Level dB(μ V/m)
0,15 to 47	125
Except frequency bands: ($f_c - 1,5$) to ($f_c + 1,5$)	101
($f_s - 0,5$) to ($f_s + 0,5$)	101
($f_i - 2$) to ($f_i + 2$) ¹⁾	101
($f_c - 2$) to ($f_c + 2$) 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_s vision intermediate frequency f_c 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 métrique

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 fréquences 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) (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

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) (f.é.m.)
0,15 à 26	A l'étude
26 à 30	126
30 à 150	A l'étude

4.1.2 Limits of immunity to ambient electromagnetic fields 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 of 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) (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

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

Frequency MHz	Level dB(μ V) (e.m.f.)
0.15 to 26	Under consideration
26 to 30	126
30 to 150	Under consideration

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) (f.é.m.)
0,15 à 1,6	A l'étude
1,6 à 30	A l'étude
30 à 150	A l'étude

4.1.4 Limites de l'immunité aux tensions à RF induites dans la gamme de fréquences 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 10 — *Limites de l'immunité aux tensions à RF induites aux bornes du réseau, haut-parleur et casque pour les récepteurs de radiodiffusion et de télévision*

Fréquence MHz	Niveau dB(μV) (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 induites 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) (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.	

4.2 Immunité interne

A l'étude.

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) (e.m.f.)
0,15 to 1,6	Under consideration
1,6 to 30	Under consideration
30 to 150	Under consideration

4.1.4 Limits of immunity to RF induced voltages 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 10 — *Limits of immunity to RF induced voltages of mains, loudspeaker and headphone terminals for sound and television receivers*

Frequency MHz	Level dB(μV) (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 voltages of audio input and output terminals (except loudspeaker and headphone terminals) for sound and television receivers*

Frequency MHz	Level dB(μV) (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 Internal immunity

Under consideration.

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 fréquences, 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.

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 injectée: 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.

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.

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.

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 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, 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).

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 est 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).

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, 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).

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).

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)	40 cd/m ²
barre blanche	80 cd/m ² .

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.

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(μV) 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(μV/m) en bande I, 66 dB(μV/m) en bande III et 72 dB(μV/m) en bandes IV et V.

Dans le cas de récepteurs pourvus de bornes d'antenne, un signal utile normalisé de 46 dB(μV) 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(μV/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 kHz 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,

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	40 cd/m ²
white bar	80 cd/m ²

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.

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

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).

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

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 homogeneous field of constant impedance results in the space through which the waves propagate when obstacles (equipment under test) are absent.

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

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 inférieur 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 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_e d'un dispositif TEM est le rapport entre la tension d'entrée U_{in} et le champ E :

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

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 ($h \sim \lambda/2$) 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 $200 \Omega/\square$).

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. 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 it 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 approximates 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 ($h \sim \lambda/2$) 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 $200 \Omega/\square$).

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.

5.2.3 *Mesure de l'immunité des récepteurs de télévision*

5.2.3.1 *Généralités*

Quoique les mesures correspondant à la procédure décrite au paragraphe 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 le 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-asymétrique 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

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 *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

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.

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 œuvre 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

to generate externally a radiated field according to figure 7, in 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.

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

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.

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 œuvre 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.

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 *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 (intermodulation 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.

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 de 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).

5.2.4 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.

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 *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.

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.

5.2.4.3 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 fréquences 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

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 *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

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.

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

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.

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 for 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

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).

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).

Le 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), est 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.

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).

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 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 perturbations, mais elles doivent être négligées comme entrées du signal utile.

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 pour 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.

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.

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 radiodiffusion;
- 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.

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

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 configurations 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 *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

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 a 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.

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:

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

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 Mesure 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 et 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 150 Ω ; 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 150 Ω 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 perturbatrice. 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 units 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 50 Ω 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 50 Ω bien définie.

L'appareil équipé d'une prise de terre doit être mis à la terre par une résistance de 150 Ω 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 150 Ω (100 Ω dans le dispositif de couplage en série avec 50 Ω 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).

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.

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).

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.

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 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.

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 (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.

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 μH sont considérées comme satisfaisantes.

Le filtre passe-haut de sortie (F_h) 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 (G_1) 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 (G_1) 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 (G_a), 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 (G_a) aux bornes d'entrée de modulation d'amplitude du générateur perturbateur (G_1). 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 (G_1) 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.

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.

Prior to measurements a check shall be carried out to confirm 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 μH have proved to be suitable.

The output high-pass (F_h) 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 (G_1) 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 (G_1) disconnected, the audio selector switch of the equipment under test is set at the relevant operating mode. The audio signal generator (G_a), 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 (G_a) is connected to the amplitude modulation input terminals of the disturbance generator (G_1). 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 (G_1) is swept through the testing frequency range. The level should be sufficiently high to locate frequencies of minimum immunity by observing the voltmeter reading.

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.

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

A l'étude.

5.7 Mesure de l'efficacité du blindage

A l'étude.

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

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*

Under consideration.

5.7 *Measurement of screening effectiveness*

Under consideration.

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 binomial 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 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.

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of CISPR 20:1990

Withdrawn

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 binomial 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.

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of CISPR 20:1990

Withdrawn

ANNEXE A

A.1 Étalonnage de la cellule TEM

En principe, un dispositif TEM à vide et dont les plaques sont distantes de h devra fournir un champ E qui est déterminé par la tension U_{in} à l'entrée du dispositif:

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

Dans des situations réelles, des écarts par rapport à cette relation peuvent être dus aux tolérances mécaniques, aux pertes dans les matériaux, aux réflexions internes provoquant des ondes stationnaires, au rayonnement, etc. Ces écarts, en général, varient avec la fréquence.

Pour cette raison, il est nécessaire d'étalonner le facteur de transfert h_t

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

en fonction de la fréquence dans la partie centrale du dispositif TEM.

L'étalonnage du facteur de transfert peut être obtenu au moyen d'une sonde ou d'une antenne fouet de petite dimension ($l \ll \lambda/4$) connectée à un mesureur de champ étalonné.

ANNEX A

A.1 Calibration of the TEM device

In principle, an empty TEM device should furnish a field strength E between plates at a distance h which is determined by the input voltage U_{in} of the device:

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

In actual situations deviations from this relationship may be caused by mechanical tolerances, material losses, internal reflections causing standing waves, radiation, etc. These deviations are in general dependent on frequency.

For this reason it is necessary to calibrate the transfer factor h

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

as a function of frequency in the centre part of the TEM device

Calibration of the transfer factor can be obtained by means of a calibrated short rod antenna or probe ($l \ll \lambda/4$) connected to a calibrated field strength meter.

ANNEXE 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

B.1 Guide de construction des dispositifs de couplage (figures 23 à 28)

Les dispositifs de couplage sont conçus pour injecter le courant perturbateur sur les conducteurs en essai et pour isoler les autres conducteurs et tout appareil qui est connecté à l'équipement en essai des effets de ces courants.

Cette annexe décrit les détails de construction des boîtiers pour la gamme de fréquences de 1,5 MHz à 150 MHz. Les détails de construction des dispositifs de couplage utilisables dans la gamme de 150 kHz à 30 MHz sont donnés en B.4.

Les dispositifs de couplage doivent avoir une impédance de source résistive de 150 Ω .

Le principe de fonctionnement est illustré à la figure 12. L'inductance L présente une impédance RF élevée vis-à-vis du courant perturbateur injecté. Le filtre L/C2 isole l'appareil de mesure. C1 et C2 peuvent être remplacés par un court-circuit si les conditions courant alternatif – courant continu le permettent. Le signal brouilleur issu d'un générateur RF de résistance interne 50 Ω est injecté à travers une résistance de 100 Ω et une capacité de blocage C1 (si nécessaire) sur les conducteurs ou sur le blindage d'un câble coaxial.

Les types de dispositifs de couplage suivants sont nécessaires:

- Type A: dispositif coaxial RF à utiliser pour les câbles coaxiaux véhiculant des signaux utiles dans la gamme de fréquences RF. Les détails de construction sont donnés à la figure 23.
- Type M: dispositif à utiliser pour les câbles d'alimentation. Les détails de construction sont donnés à la figure 24.
- Type L: dispositif à utiliser pour les lignes de haut-parleur. Les détails de construction sont donnés à la figure 25.
- Type Sw: dispositif de couplage pour câbles à multiconducteurs à utiliser pour les câbles audio, vidéo et autres câbles auxiliaires. Les signaux audio, vidéo, de contrôle et autres seront transmis par ces boîtiers auquel cas, un filtrage est nécessaire pour être sûr que le signal brouilleur s'achemine vers l'équipement en essai. Les détails de construction donnés à la figure 26 indiquent le filtrage nécessaire pour les signaux audio réalisé par une paire blindée bobinée sur un tore. Dans le cas de câbles à multiconducteurs il peut être nécessaire, pour des raisons de construction, de séparer les conducteurs avant de les bobiner sur un tore (figure 27).
- Type Sr: dispositif de couplage pour câbles à multiconducteurs à utiliser dans le cas où il n'est pas nécessaire d'assurer le passage d'un signal. Tous les conducteurs du câble sont chargés par une résistance réalisant l'adaptation. Les détails de construction sont donnés à la figure 28. Il convient de noter qu'un dispositif de couplage du type de celui qui est indiqué aux figures 26 et 27, terminé par une impédance de charge correcte, peut également être utilisé à cette fin.

ANNEX 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

B.1 Guide to the construction of the coupling units (figures 23 to 28)

The coupling units are designed in order to inject the disturbance current into the leads under test and to isolate the other leads and any apparatus which is connected to the equipment under test from the effects of these currents.

This annex describes the constructional details of units for use in the frequency range 1,5 MHz to 150 MHz. The constructional details of the coupling units for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz are given in B.4.

The coupling units shall have an effective resistive source impedance of 150 Ω .

The principle of operation is illustrated in figure 12. The inductance L presents a high RF impedance to the injected disturbance current. The filter L/C2 isolates the measuring apparatus. C1 and C2 may be replaced by a short circuit if the AC-DC conditions permit. The interfering signal from an RF generator with 50 Ω internal resistance is injected via a 100 Ω resistor and a blocking capacitor C1 (if required) onto the leads or onto the shield of a coaxial cable.

The following types of coupling units are required:

Type A: RF coaxial unit to be used for coaxial cables carrying wanted signals in the RF frequency range. The construction details are shown in figure 23.

Type M: unit for use with mains leads. The construction details are shown in figure 24.

Type L: unit for use with loudspeaker leads. The construction details are shown in figure 25.

Type Sw: multi-pin coupling unit designed for use with audio, video and other auxiliary leads. These units provide a path for audio, video, control or other signals, in which case filtering is required to ensure that the interfering signal is directed towards the equipment under test. The constructional details shown in figure 26 indicate the filtering provided for audio signals with a screened pair wound on a toroid. In the case of multi-lead cables it may be necessary, for constructional reasons, to separate the cable leads before winding upon a toroid (figure 27).

Type Sr: multi-pin coupling unit designed for the case where there is no requirement to provide a passage for a signal. All leads of the cable are terminated with a matched load resistance. The construction details are shown in figure 28. It should be noted that a coupling unit of the type indicated in figures 26 and 27, terminated with a correct load impedance, can also be used for this purpose.

Dans la réalisation de tous les dispositifs de couplage des précautions doivent être prises pour rendre les capacités parasites aussi faibles que possible pour les sorties qui conduisent le courant injecté. Il convient de noter que les boîtes de métal des dispositifs doivent être soigneusement reliées au plan de terre, par l'utilisation de tresses de cuivre de grandes dimensions, que ces boîtes ne sont pas peintes et que les connecteurs de sortie des dispositifs (prises à connecter à l'équipement en essai) doivent être montées sur une plaque isolante.

Les conditions générales suivantes s'appliquent:

- a) Tous les types de dispositifs de couplage doivent avoir une impédance de source résultante de $150\ \Omega$. La valeur des résistances séries incluses dans les dispositifs de couplage est ajustée compte tenu de l'impédance interne du générateur perturbateur (combinaison de $G1 + A_m + T2$). Quand l'impédance du générateur est de $50\ \Omega$, la résistance dans le dispositif de couplage est de $100\ \Omega$. Dans le dispositif de couplage à l'antenne (type A) cette résistance de $100\ \Omega$ est reliée au blindage du câble de la prise coaxiale de sortie. Dans le dispositif de couplage au réseau d'alimentation (type M) le courant perturbateur est injecté d'une façon asymétrique sur les deux conducteurs par une résistance équivalente de $100\ \Omega$. Cette unité de couplage a été conçue comme un réseau artificiel en delta et présente une résistance équivalente symétrique et asymétrique de $150\ \Omega$ pour l'équipement en essai.
- b) Les bobines d'inductance RF doivent présenter une impédance aux RF suffisamment haute dans toute l'étendue de la gamme de fréquences.
- c) L'efficacité d'écran du câble coaxial et des connecteurs coaxiaux pour le dispositif de couplage à l'antenne (type A) doit avoir une efficacité d'écran d'au moins 10 dB supérieure à celle des éléments utilisés dans le circuit d'entrée d'antenne du récepteur en essai (connecteur d'entrée, câble et tuner). La même exigence concerne aussi le câble de 30 cm de longueur qui relie le dispositif de couplage au connecteur d'antenne de l'appareil en essai.

B.2 Vérification des caractéristiques des dispositifs de couplage

Dans la gamme de fréquences jusqu'à 30 MHz l'impédance équivalente (bobine RF en parallèle avec la résistance de $150\ \Omega$) mesurée entre le point d'application du signal brouilleur à l'équipement en essai et la plaque de base doit avoir un module égal à $150\ \Omega \pm 20\ \Omega$ et un argument compris entre $\pm 20^\circ$. (Cette impédance est la même que celle du réseau fictif CISPR de $150\ \Omega$.)

Le point d'application est, pour les dispositifs de couplage types A et S, le blindage du connecteur de sortie et pour les types M et L les bornes de sortie réunies.

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 150 MHz la perte d'insertion de deux dispositifs de couplage identiques en tandem doit être mesurée dans un système à $50\ \Omega$. La méthode et les exigences sont indiquées à la figure 29.

Note — Pour les dispositifs de couplage décrits dans les figures 23 à 28 avec des inductances de $30\ \mu\text{H}$ ou $2 \times 60\ \mu\text{H}$ en parallèle les conditions a) et b) énoncées précédemment sont satisfaites à l'intérieur de la gamme de 1,5 MHz à 150 MHz.

B.3 Vérification des caractéristiques du filtre passe-bas (F)

La procédure suivante peut être utilisée pour vérifier les caractéristiques des filtres passe-bas qui sont utilisés dans la méthode de la cellule TEM (voir figures 8 à 10) ou dans la méthode d'injection de courant (voir figures 14 à 20).

In the layout of all coupling units precautions have to be taken to keep parasitic capacitance as low as possible for the terminals that conduct the injected current. It should be noted that the metal cases of the units are to be grounded carefully to the ground plane using large size copper braid, that these cases are unpainted and that the output terminals of the unit (terminals to be connected to the equipment under test) are to be mounted on an insulating plate.

The following general conditions apply:

- a) All types of coupling units shall have a resulting resistive source impedance of 150 Ω . The value of the series resistor included in the coupling unit is adjusted according to the internal impedance of the disturbance generator (combination of $G1 + A_m + T2$). When the generator impedance is 50 Ω , the resistor in the coupling unit has a value of 100 Ω . In the antenna line coupling unit (Type A) this 100 Ω resistor is bonded to the shield of the coaxial output connector in the unit. In the mains coupling unit (Type M) the disturbance current is injected asymmetrically on both wires through an equivalent resistance of 100 Ω . This unit has been designed as an artificial mains delta network and presents a symmetrical and asymmetrical equivalent resistive impedance of 150 Ω to the equipment under test.
- b) The RF chokes shall present a sufficiently high RF impedance over the whole frequency range.
- c) The shielding effectiveness of the coaxial cable and coaxial connectors used for the antenna coupling unit (Type A) shall be at least 10 dB better than the shielding effectiveness of the elements which are used in the antenna input circuit of the apparatus under test (input connector, cable and tuner). The same requirements apply also to the 30 cm cable length between coupling unit and antenna connector of the apparatus under test.

B.2 Performance checks for coupling units

In the frequency range up to 30 MHz the total asymmetric impedance (RF choke in parallel with the 150 Ω resistor) measured between the point of application of the interfering signal to the equipment under test and the ground plane shall have a modulus of 150 $\Omega \pm 20 \Omega$ and a phase angle less than $\pm 20^\circ$. (This impedance is the same as the CISPR 150 Ω artificial mains network.)

The point of application is, for coupling units Types A and S, the shield of the output connector and for coupling units Types M and L, the joint output terminals.

In the frequency range 30 MHz to 150 MHz the insertion loss of two identical coupling units in tandem shall be measured in a 50 Ω system. The method and the requirements are given in figure 29.

Note — For the coupling units described in figures 23 to 28, with coils of 30 μH or $2 \times 60 \mu\text{H}$ in parallel, the above conditions a) and b) are satisfied within the range 1.5 MHz to 150 MHz.

B.3 Performance checks for the low-pass filter (F)

The following procedure can be used to check the performances of low-pass filters that are utilized by the TEM device method (see figures 8 to 10) or by the current-injection method (see figures 14 to 20).

L'utilité du filtre passe-bas (F) est d'atténuer les harmoniques de la source de perturbations. La réponse en fréquence du filtre (F) devra avoir une fréquence de coupure nette située à quelques mégahertz en dessous de la bande de fréquences à protéger et devra avoir une atténuation importante dans cette bande de fréquences.

Les exigences pour ce filtre dépendent de la pureté spectrale du générateur de signal et de l'amplificateur de puissance.

La chaîne complète générateur-amplificateur-filtre est essayée avec la méthode suivante (l'exemple concerne l'essai des récepteurs de télévision):

Un générateur de signal RF étalonné de $50\ \Omega$ d'impédance de sortie est directement connecté à l'entrée du signal brouilleur du dispositif de couplage à l'antenne (A) ou à l'entrée de la cellule TEM en remplacement de la chaîne générateur-amplificateur-filtre. On balaye en fréquences la bande FI et le canal de réception RF du récepteur de télévision et on note les tensions RF qui provoquent un brouillage juste perceptibles.

Ensuite, les niveaux des harmoniques générées dans les gammes de fréquences ci-dessus par le montage combiné (GI + Am + F) sont mesurés en prenant le plus haut niveau utilisé pendant l'essai d'immunité RF. Dans le cas de la méthode d'injection de courant, les niveaux des harmoniques doivent être mesurés à la sortie de l'atténuateur (T2).

L'atténuation du filtre F est considérée comme acceptable si les niveaux des harmoniques sont au moins de 10 dB en dessous des tensions relevées dans l'essai précédent.

B.4 Constructions des dispositifs de couplage pour la gamme de 150 kHz à 30 MHz

1) Dispositif de couplage type A pour entrée coaxiale d'antenne

Schéma du circuit et construction similaires à ceux de la figure 23, mais l'inductance a une valeur de $280\ \mu\text{H}$.

Construction de l'inductance de choc de $280\ \mu\text{H}$

Noyau: 2 bagues de ferrite 4C6 groupées, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 30\ \text{mm}$.

Enroulement: 28 tours avec un micro-câble coaxial à écran total par exemple UT-34 $\varnothing\ 0,9\ \text{mm}$; isolation extérieure par un tube de plastique de diamètre extérieur de 1,5 mm.

2) Dispositif de couplage type M pour le réseau d'alimentation

Schéma du circuit et construction similaires à ceux de la figure 24, mais les deux inductances ont une valeur de $560\ \mu\text{H}$ avec $C_1 = 0,1\ \mu\text{F}$ et $C_2 = 0,47\ \mu\text{F}$.

Construction de chacune des inductances de $560\ \mu\text{H}$

Noyau: 2 bagues de ferrite 4C6 groupées, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 30\ \text{mm}$.

Enroulement: 40 tours de fil isolé de 1,5 mm de diamètre extérieur.

3) Dispositif de couplage type L pour les prises de haut-parleur

Schéma du circuit et construction similaire à ceux de la figure 25, mais avec deux inductances de $560\ \mu\text{H}$ et avec $C_1 = 0,1\ \mu\text{F}$ et $C_2 = 0,47\ \mu\text{F}$.

Construction de chacune des inductances de $560\ \mu\text{H}$

Noyau: 1 bague de ferrite 4C6, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 15\ \text{mm}$.

Enroulement: 56 tours fil de cuivre émaillé de $\varnothing\ 0,4\ \text{mm}$.

The purpose of the low-pass filter (F) is to attenuate the harmonics of the disturbance generator. The frequency response of the filter (F) shall have a sharp cut-off at a frequency of a few megahertz below the frequency band to be protected and shall have a high attenuation in this frequency band.

The requirements for this filter depend on the spectral purity of the signal generator and power amplifier.

The overall generator-amplifier-filter chain is tested in the following way (the example being the test for television receivers):

A calibrated RF signal generator with $50\ \Omega$ output impedance is directly connected to the interfering signal input of the antenna coupling unit (A) or of the TEM device input, replacing the generator-amplifier-filter chain. The frequency is swept through the IF and RF reception channels of the television receiver and the RF voltages required to cause just perceptible interference are noted.

Then the levels of the harmonics generated in the above frequency ranges by the combined set-up (G1 + Am + F) are measured setting the highest levels used during the RF immunity test. In the case of the current-injection method, the levels of the harmonics shall be measured at the output of the attenuator (T2).

The attenuation of the filter (F) is considered as adequate if the levels of the harmonics are at least 10 dB below the voltages noted in the preceding test.

B.4 Constructions of the coupling units for the 150 kHz to 30 MHz range

1) Coupling unit Type A, for coaxial antenna input

Circuit diagram and construction similar to figure 23, but 280 μH inductance.

Construction of the 280 μH choke

Core: 2 ferrite rings, 4C6, placed together, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 30\ \text{mm}$.

Windings: 28 turns with a full screen micro-coaxial cable, e.g. UT-34, $\varnothing\ 0,9\ \text{mm}$; outer isolation: plastic tube, 1,5 mm outer diameter.

2) Coupling unit Type M, for mains leads

Circuit diagram and construction similar to figure 24, but with two 560 μH inductances and with $C_1 = 0,1\ \mu\text{F}$ and $C_2 = 0,47\ \mu\text{F}$.

Construction of each 560 μH choke

Core: 2 ferrite rings, 4C6, placed together, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 30\ \text{mm}$.

Windings: 40 turns of insulated copper wire, 1,5 mm outer diameter.

3) Coupling unit Type L, for loudspeaker leads

Circuit diagram and construction similar to figure 25, but with two 560 μH inductances and with $C_1 = 0,1\ \mu\text{F}$ and $C_2 = 0,47\ \mu\text{F}$.

Construction of each 560 μH choke

Core: 1 ferrite ring, 4C6, $\varnothing\ 36\ \text{mm} \times \varnothing\ 23\ \text{mm} \times 15\ \text{mm}$.

Windings: 56 turns, varnish insulated copper wire, $\varnothing\ 0,4\ \text{mm}$.

4) Dispositif de couplage type Sw pour signaux AF

Schéma du circuit et construction similaires à ceux de la figure 26, mais avec une inductance de 280 μH construite comme celle du point 1) ci-dessus. Le câble AF blindé ne doit pas avoir un diamètre supérieur à 2,1 mm.

Noter qu'un dispositif de couplage type A décrit au point 1) ci-dessus peut être utilisé dans ce cas si les deux sorties stéréo de l'appareil en essai sont connectées ensemble.

5) Dispositif de couplage type Sw pour signaux AF, vidéo et de contrôle

Schéma du circuit et construction similaires à ceux de la figure 27, mais avec deux inductances de 560 μH construites comme il est indiqué au point 2) ci-dessus. Le câble à trois conducteurs ne doit pas avoir un diamètre extérieur supérieur à 1,5 mm. Cela peut être réalisé en utilisant deux micro-câbles coaxiaux UT-20 de $\varnothing$ 0,6 mm et un fil de cuivre émaillé de $\varnothing$ 0,3 mm.

Note — Caractéristiques magnétiques de la ferrite type 4C6:

perméabilité relative initiale $\mu_i = 120$
facteur de pertes $\text{tg}\delta/\mu_i < 40 \cdot 10^{-6}$ à 2 MHz
 $< 100 \cdot 10^{-6}$ à 10 MHz
résistivité $\rho = 10 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$

4) Coupling unit Type Sw, for AF signals

Circuit diagram and construction similar to figure 26, but with a 280 μH inductance, constructed as in item 1) above. The screened AF cable shall not have an outer diameter larger than 2,1 mm.

Note that a coupling unit Type A, as described in item 1) above, may be used in this case, if the two stereo output signals of the device under test are connected together.

5) Coupling unit Type Sw for AF, video and control signals

Circuit diagram and construction similar to figure 27, but with two 560 μH chokes, constructed as described in item 2) above. The cable with three conductors shall not have a larger outer diameter than 1,5 mm. This may be achieved by using two micro-coaxial cables UT-20 with $\varnothing$ 0,6 mm and a varnish-insulated copper wire of $\varnothing$ 0,3 mm.

Note — Magnetic characteristics of ferrite type 4C6:

relative initial permeability $\mu_i = 120$

losses factor $\text{tg}\delta/\mu_i < 40 \cdot 10^{-6}$ to 2 MHz

$< 100 \cdot 10^{-6}$ to 10 MHz

resistivity $\rho = 10 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$

ANNEXE C

GUIDE POUR L'ESSAI DES RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION

L'essai d'un récepteur de télévision de 150 kHz à 1 GHz doit être exécuté en plusieurs étapes. L'immunité doit être mesurée successivement dans les gammes de fréquences suivantes:

- bandes de réception;
- bande FI;
- bande vidéo;
- en dehors des bandes ci-dessus.

Le tableau C.1 donne les informations nécessaires pour la procédure d'essai.

Remarques se rapportant au tableau C.1:

- a) Le récepteur de télévision est considéré comme une boîte noire; toutes les fonctions peuvent être perturbées et il est quelquefois difficile de déterminer l'origine de l'effet de perturbation.
- b) La détermination de la nécessité et de l'efficacité du filtre passe-bas (F) doit être faite conformément à la méthode décrite en B.3. (l'essai d'immunité n° 5 est le plus critique pour ce qui concerne les harmoniques des sources perturbatrices).
- c) Le filtre passe-bas (F) peut être supprimé dans les essais n° 3 et 6 en choisissant des canaux de réception qui ne coïncident pas avec les harmoniques de la source perturbatrice.
- d) Pour les essais dans la bande de réception le filtre de canal (F_c) peut être supprimé à condition que le récepteur de télévision soit correctement accordé (par exemple, sur la bande latérale supérieure du générateur de signal d'image).
- e) Pour les essais en dehors de la bande de réception un filtre de canal devra être utilisé si le générateur d'image (P) produit des émissions parasites et si ces émissions créent avec le signal brouilleur des composantes spectrales tombant dans les bandes FI ou vidéo.

ANNEX C

GUIDE TO THE TESTING OF TELEVISION RECEIVERS

The test of a television receiver from 150 kHz to 1 GHz has to be performed in several steps. The immunity shall be measured consecutively in the following frequency ranges:

- reception bands;
- IF band;
- video band;
- outside the above bands.

Table C.1 gives the necessary information for the test procedure.

Remarks referring to table C.1:

- a) The television receiver is considered as a black box; all functions might be subject to disturbances and it is sometimes difficult to decide the origin of the disturbance effect.
- b) The test of the necessity and effectiveness of the low-pass filter (F) shall be made according to the method described in B.3 (the immunity test No.5 is the most critical concerning the harmonics of the disturbance source).
- c) For tests Nos.3 and 6 the low-pass filter (F) may be omitted by choosing reception channels which do not coincide with the harmonics of the disturbance source.
- d) For the tests in the reception bands the channel filter (Fc) may be omitted on condition that the television receiver is tuned correctly (e.g. to the upper lateral band of the pattern generator signal).
- e) For the tests outside the reception bands a channel filter should be used if the pattern generator (P) produces spurious emissions and these emissions, together with the interfering signal, create spectral components which fall into the IF or video region.

TABLEAU C.1 — Exemple de la procédure d'essai de l'immunité d'un récepteur de télévision pour le système B, G/PAL dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 150 MHz.
(FI: 32-40 MHz; bande I: 47-68 MHz; bande III: 174-230 MHz; bande spéciale: 104-174 MHz)

N° de l'essai	Fonction essayée	Gamme de mesure (fréquence de G ₁)	Utilisation de l'amplificateur Am	Bande passante du filtre passe-bas F	Canaux utilisés pour la réception	Utilisation du filtre de canal F _c d)
1	Réception des canaux de la bande I (47-68 MHz)	Essai fait dans le canal de réception	Non utilisé	Sans filtre	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Non nécessaire d)
2	Réception des canaux de la bande spéciale (104-174 MHz)	Essai fait dans le canal de réception	Non utilisé	Sans filtre	Canal central de la bande spéciale	Non nécessaire d)
3	Circuit FI (32-40 MHz)	32-40 MHz	Non utilisé	0-47 MHz c)	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Recommandé e)
4	Amplificateur vidéo	A partir de 150 kHz jusqu'à la limite de la bande vidéo ¹⁾	Utilisé	0-30 MHz b)	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Recommandé e)
5	Toutes fonctions a)	6-30 MHz	Utilisé	0-30 MHz b)	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Recommandé e)
6	Toutes fonctions a)	40-47 MHz	Utilisé	0-47 MHz c)	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Recommandé e)
7	Toutes fonctions a)	68-150 MHz	Utilisé	0-150 MHz e)	Canal central de la bande I ^{2),3)}	Recommandé e)

¹⁾ Selon la norme utilisée.

²⁾ Si aucun canal de réception en bande I n'est disponible, le canal central en bande III sera utilisé.

³⁾ Si uniquement les canaux des bandes IV et V sont disponibles, le canal central en bande IV-V sera utilisé.

TABLE C.1 — Example of the procedure for the immunity test of a television receiver, norm B, G/PAL in the frequency range 150 kHz–150 MHz (IF: 32–40 MHz; Band I: 47–68 MHz; Band III: 174–230 MHz; Special Band: 104–174 MHz)

Test No.	Function under test	Range of measurement (frequency of G1)	Use of the amplifier Am	Pass-band of the low-pass filter F	Reception channels used	Use of the channel filter F _c d)
1	Reception channels Band I (47–68 MHz)	Tested reception channel	Not used	No filter	Centre channel of Band I ^{2),3)}	May be omitted d)
2	Reception channels Special Band (104–174 MHz)	Tested reception channel	Not used	No filter	Centre channel of the Special Band	May be omitted d)
3	IF section (32–40 MHz)	32–40 MHz	Not used	0–47 MHz c)	Centre channel of Band I ^{2),3)}	Recommended e)
4	Video amplifier	From 150 kHz to the highest video frequency ¹⁾	Used	0–30 MHz b)	Centre channel of Band I ^{2),3)}	Recommended e)
5	All functions a)	6–30 MHz	Used	0–30 MHz b)	Centre channel of Band I ^{2),3)}	Recommended e)
6	All functions a)	40–47 MHz	Used	0–47 MHz c)	Centre channel of Band I ^{2),3)}	Recommended e)
7	All functions a)	68–150 MHz	Used	0–150 MHz c)	Centre channel of Band I ^{2),3)}	Recommended e)

¹⁾ According to the standard used.

²⁾ If no reception channel of Band I is available, the centre channel of Band III applies.

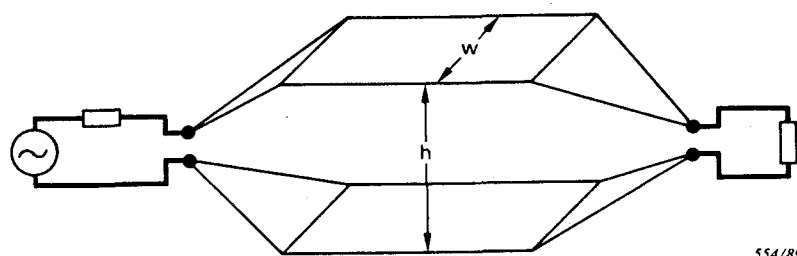
³⁾ If only channels of Bands IV and V are available, the centre channel of Band IV–V applies.

Légende des figures 1 à 30

Pl	=	Plaque de base métallique, 1 m × 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.

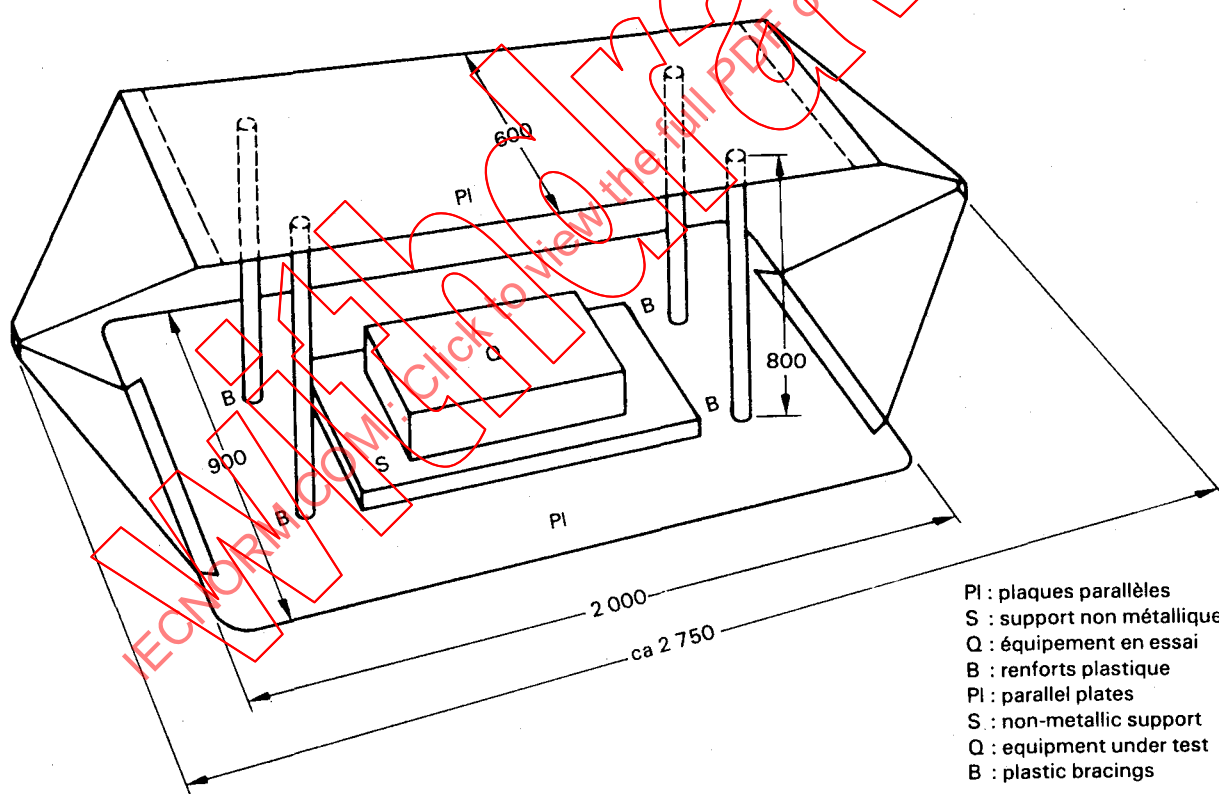
Legend of figures 1 to 30

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.



554/89

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

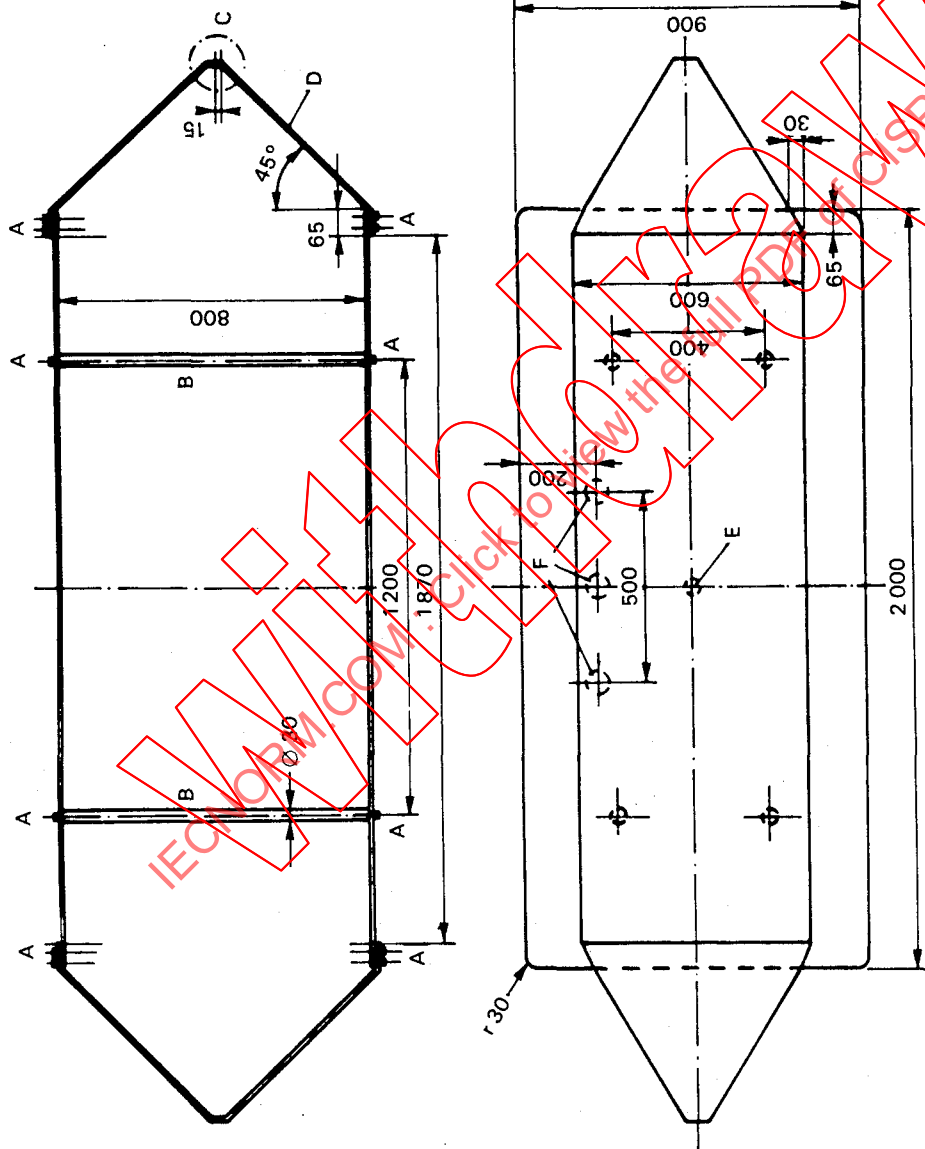
Dimensions en millimètres

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)

Matériau de 3 à 5 mm en aluminium
 A : vis M 5 x 15
 B : renforts plastique
 C : détail (voir figure 2c)
 D : voir ci-dessous
 E : trou Ø 25 mm dans la plaque inférieure pour la sonde de mesure
 F : trou Ø 50 mm dans la plaque inférieure pour le passage du câble d'alimentation

Material 3 mm up to 5 mm aluminium
 A : threaded screws M 5 x 15
 B : plastic bracings
 C : detail (see Figure 2c)
 D : see below
 E : hole Ø 25 mm in base plate for measuring probe
 F : hole Ø 50 mm in base plate for mains cable passage



556/89

Partie D
Part D

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

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)

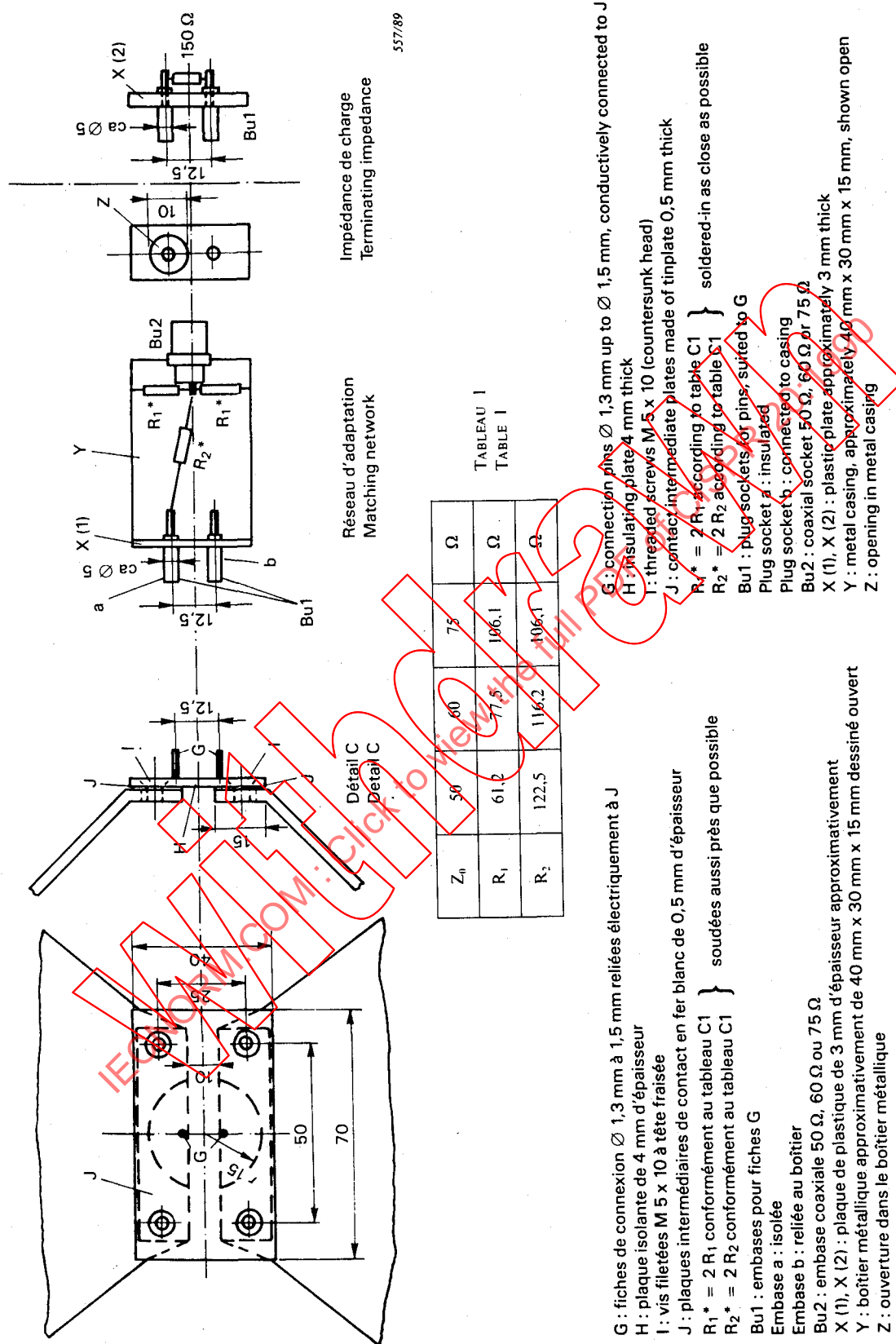


Figure 2c — Détails de construction d'un dispositif TEM à ligne ouverte (voir 5.2.2)
 Constructional details of an open stripline TEM device (see 5.2.2)

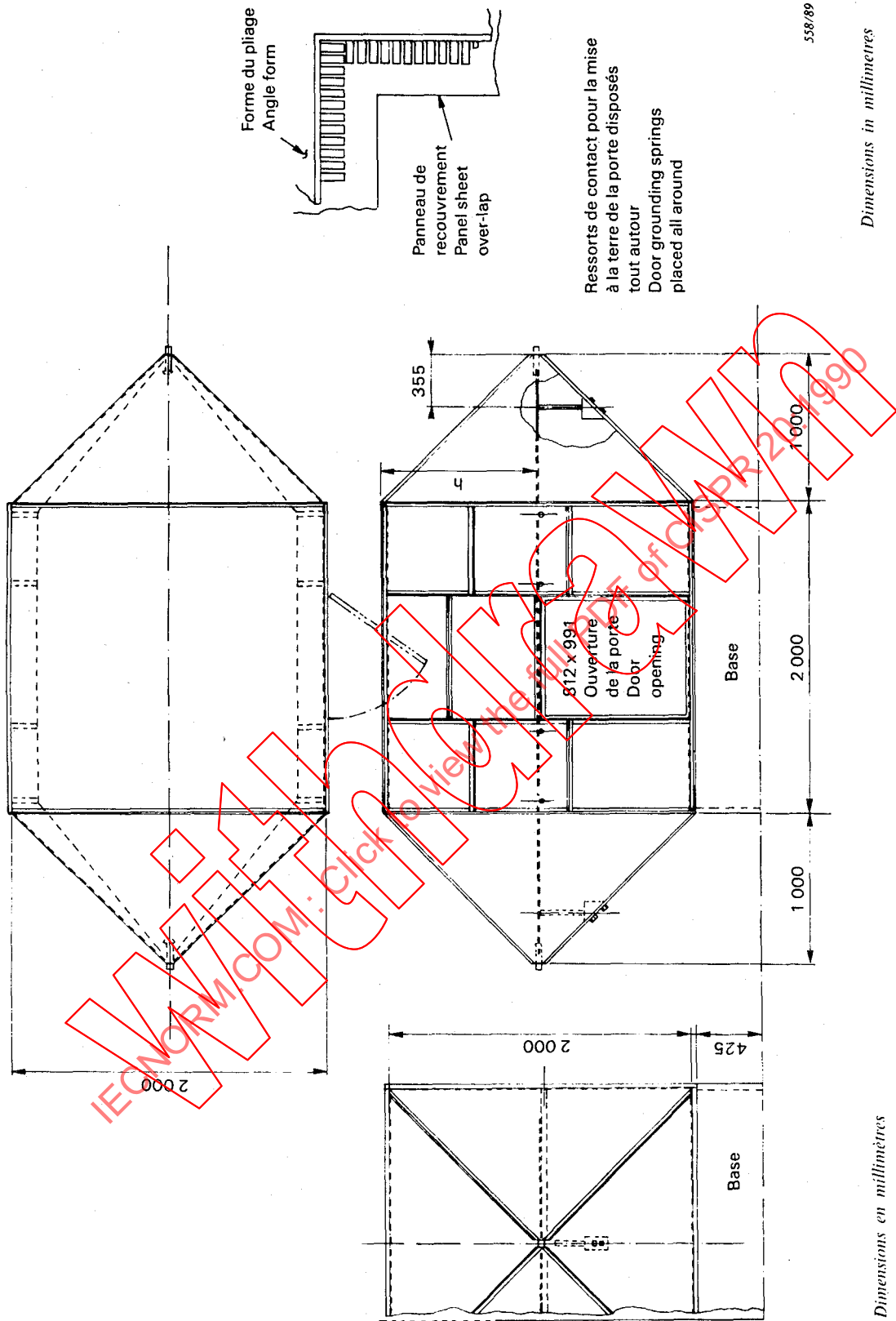
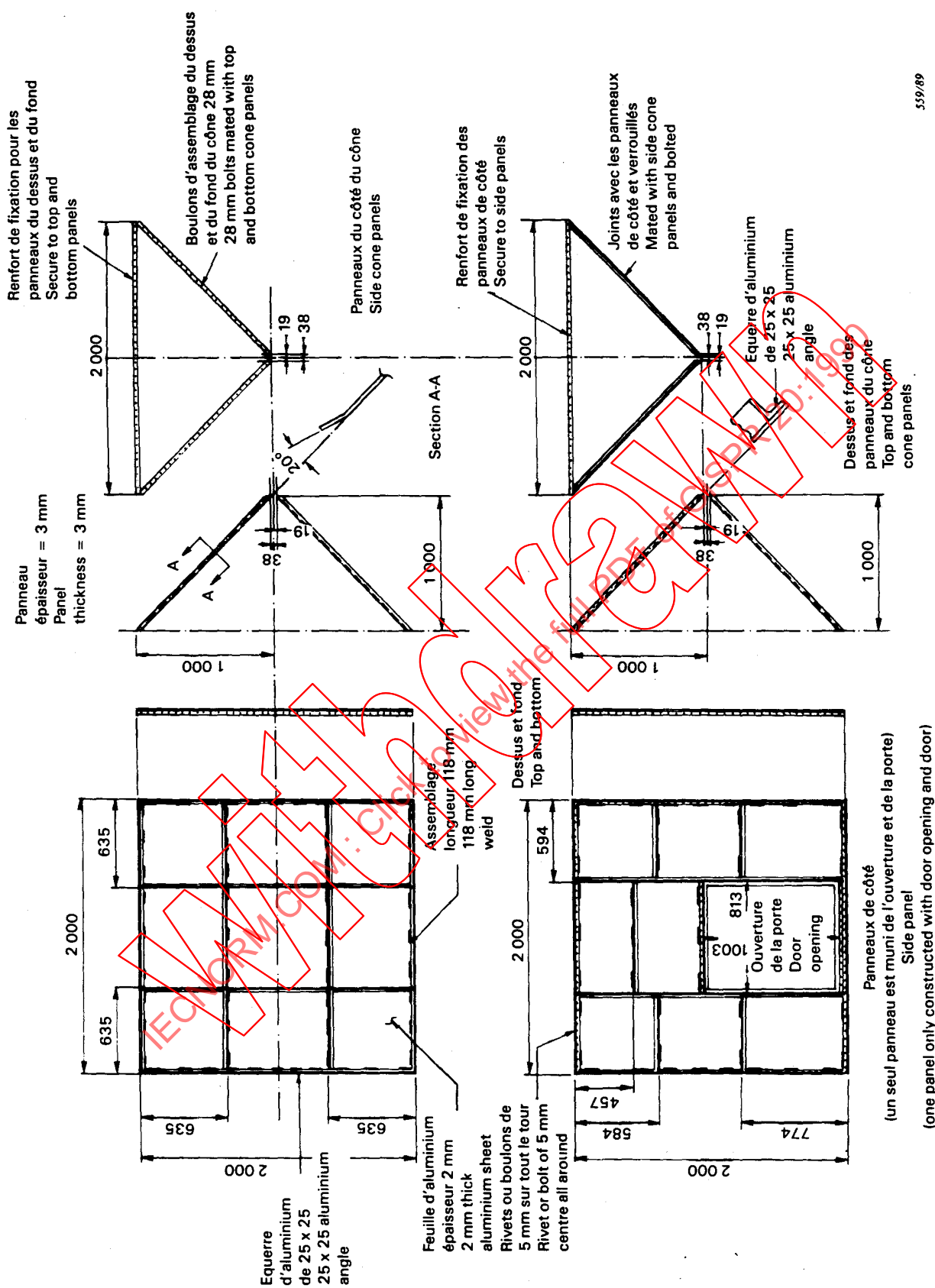


Figure 3a — Détails de construction du dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)



559/89

Dimensions in millimetres

Dimensions in millimetres

Figure 3b — Détails de construction du dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)

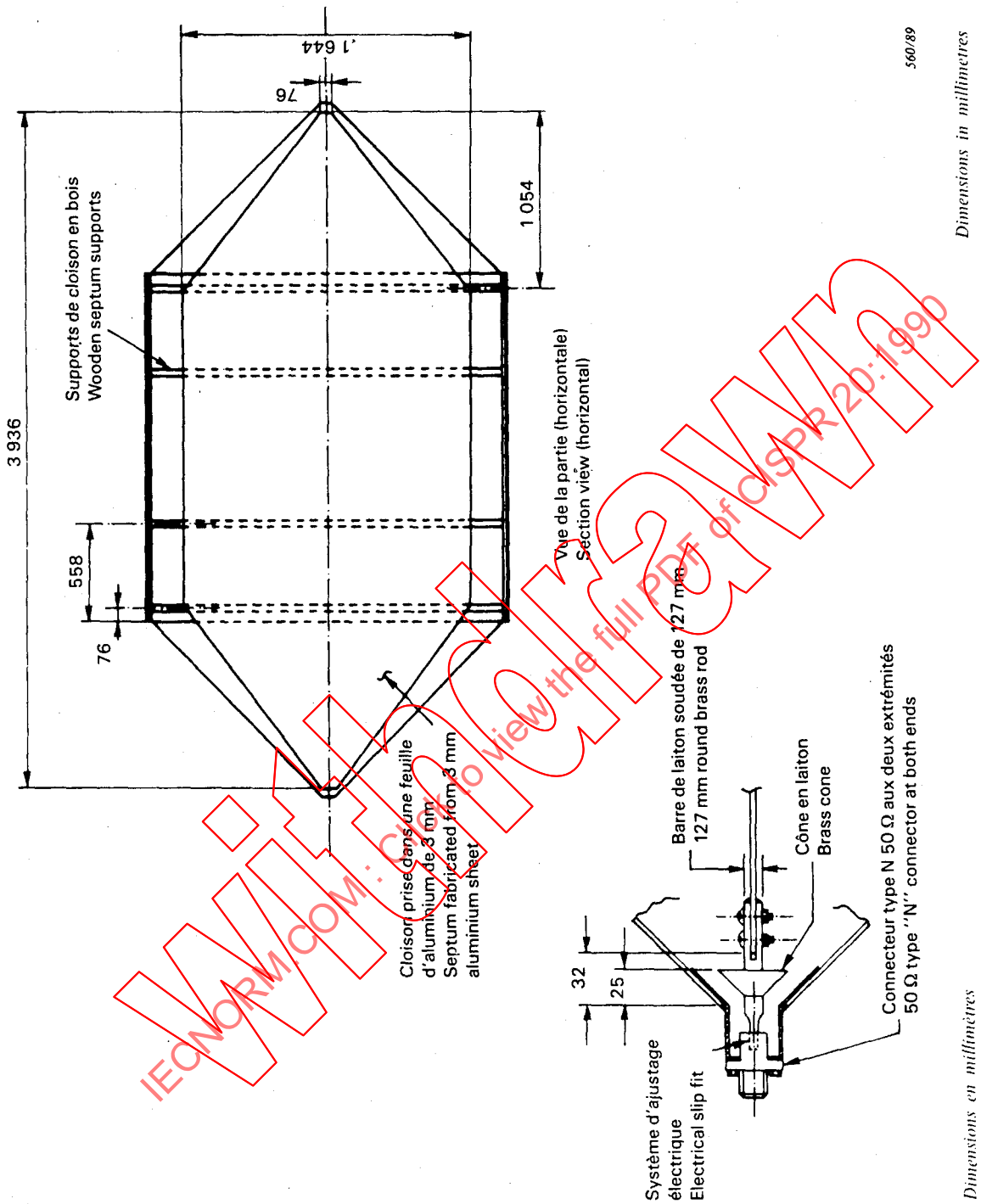
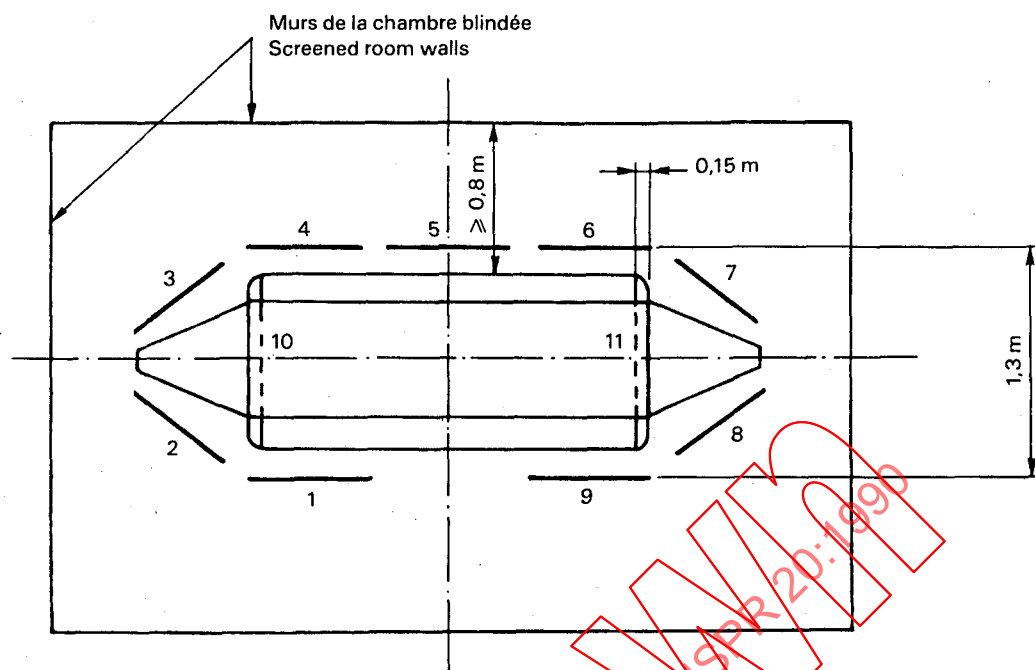


Figure 3c — Détails de construction du dispositif TEM fermé de 2 m (voir 5.2.2)
Constructional details of the 2 m closed TEM device (see 5.2.2)



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)

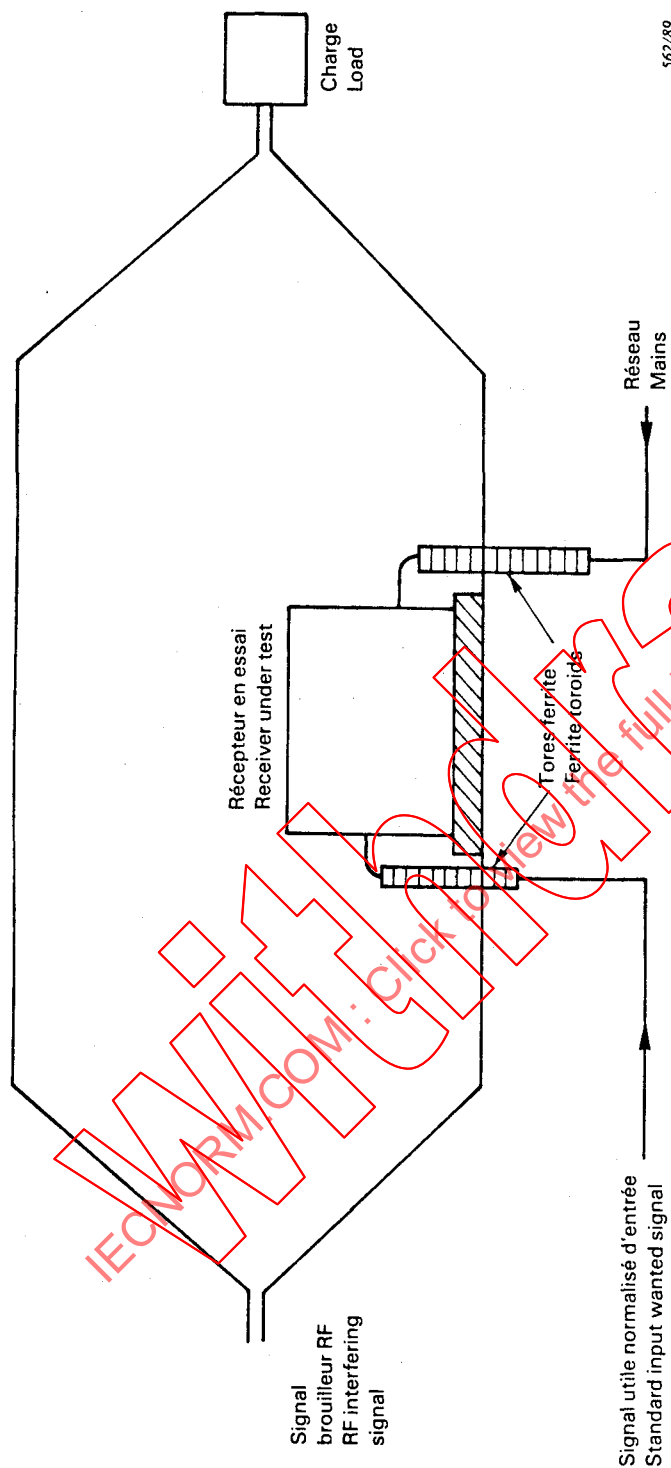


Figure 5 — Dispositif de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des récepteurs de radiodiffusion dans la gamme de fréquences 150 kHz–150 MHz (voir 5.2.3.2)

Measuring set-up for the immunity of broadcast receivers to ambient fields in the frequency range 150 kHz–150 MHz (see 5.2.3.2)

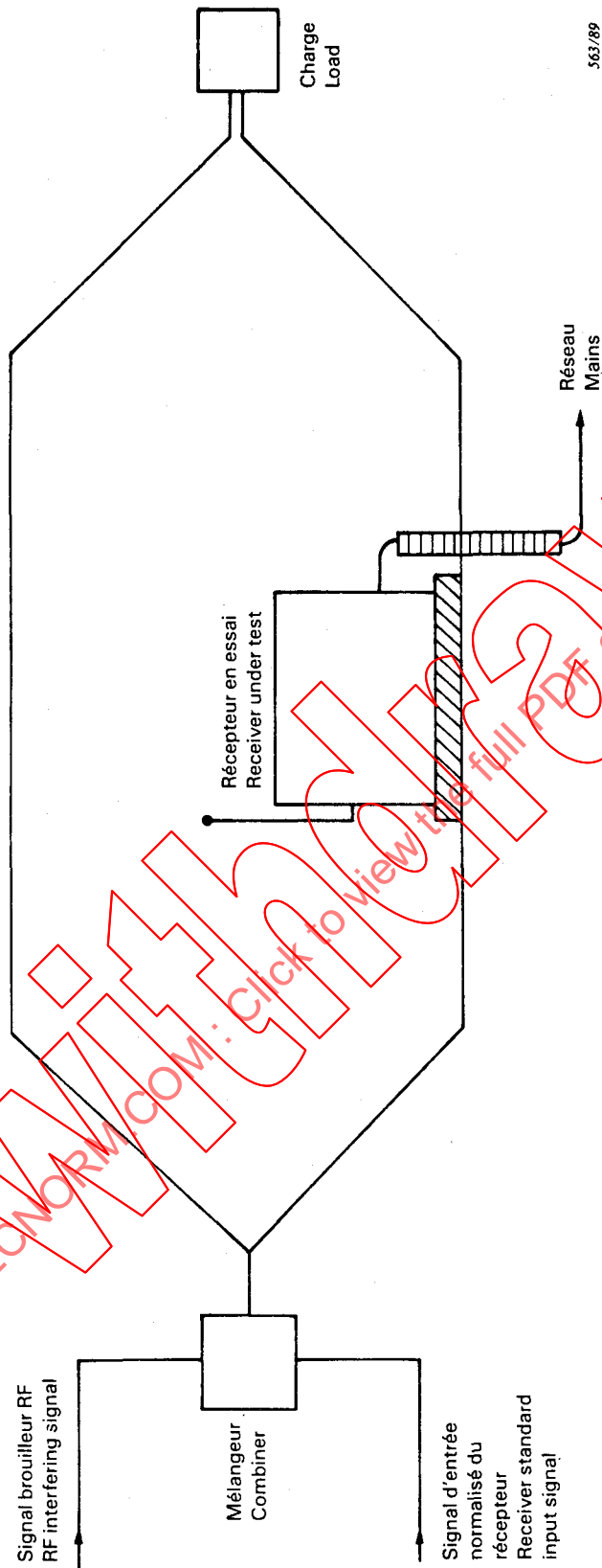
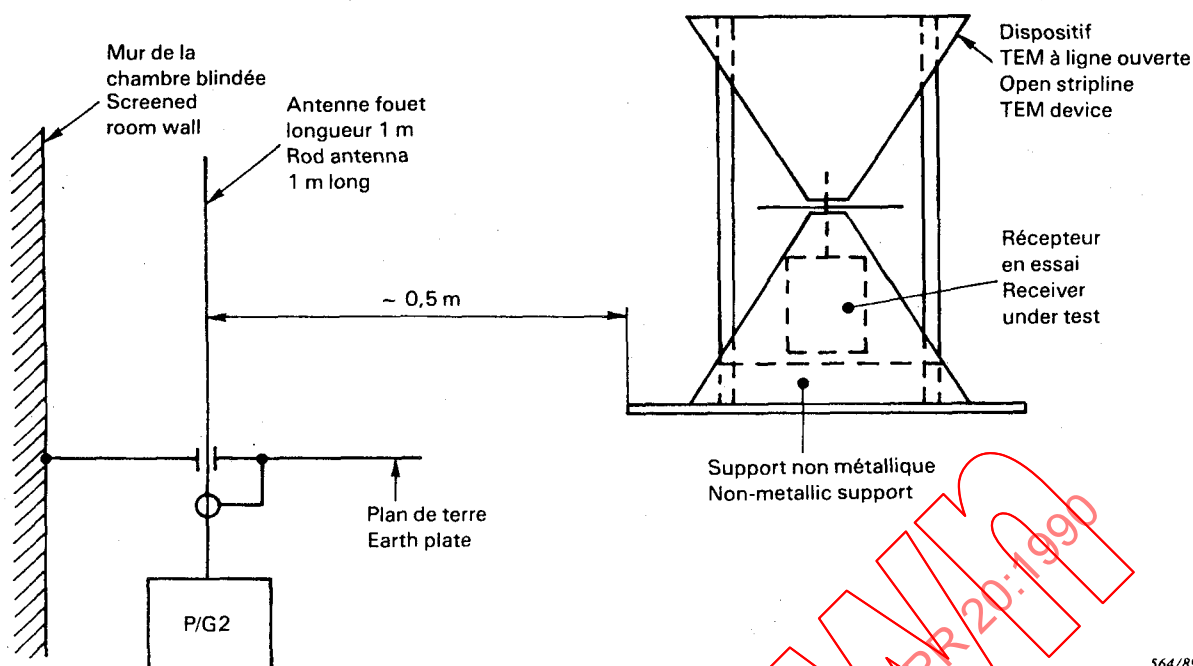


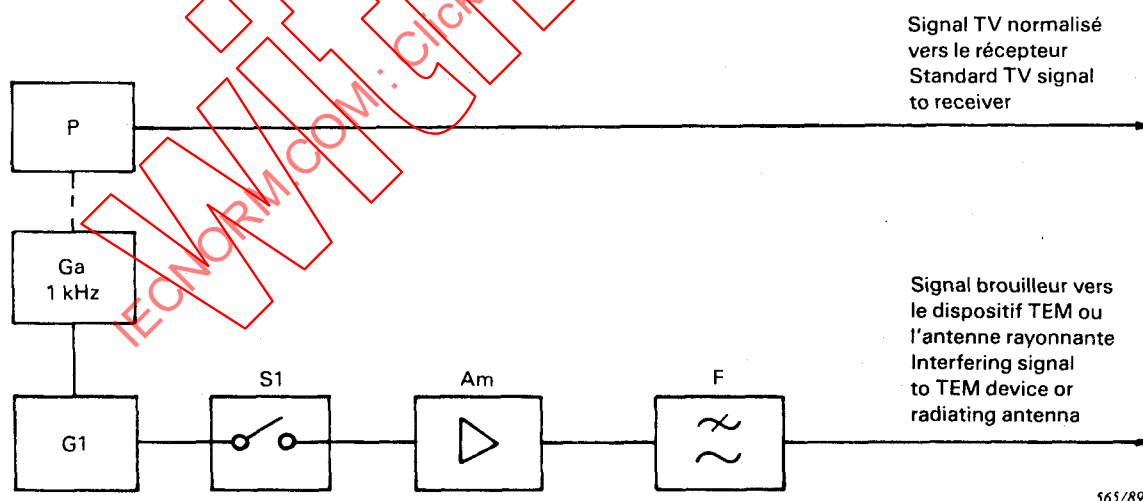
Figure 6 — Dispositif de mesure pour l'immunité des récepteurs de radiodiffusion non équipés de borne d'entrée antenne (voir 5.2.3.2)
Measuring set-up for the immunity of broadcast receivers not equipped with an antenna input terminal (see 5.2.3.2)



564/89

Figure 7 — Dispositif de mesure pour l'immunité de récepteurs de radiodiffusion non équipés 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 des téléviseurs (voir 5.2.3.2)

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

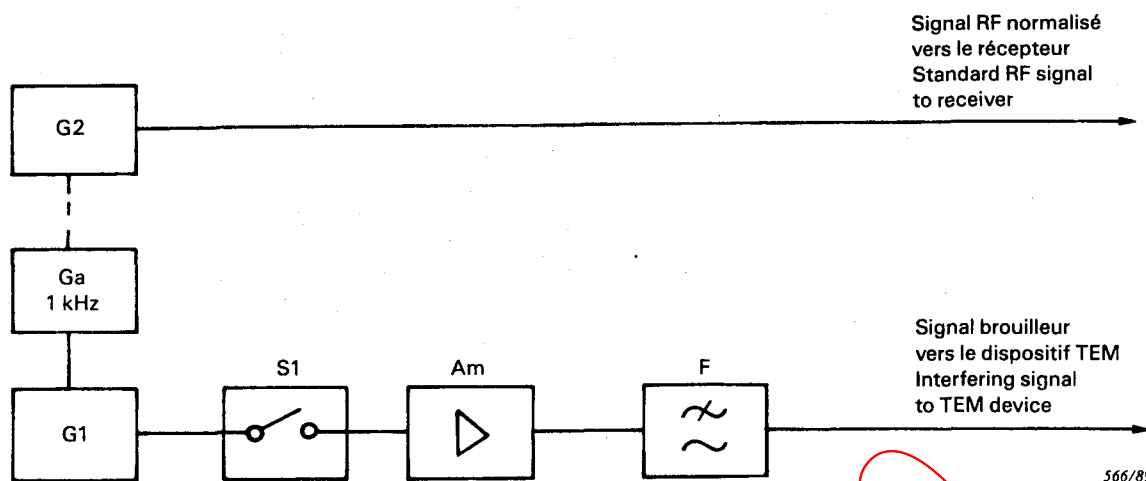


Figure 9 — Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des récepteurs de radiodiffusion sonore (voir 5.2.4.2)

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

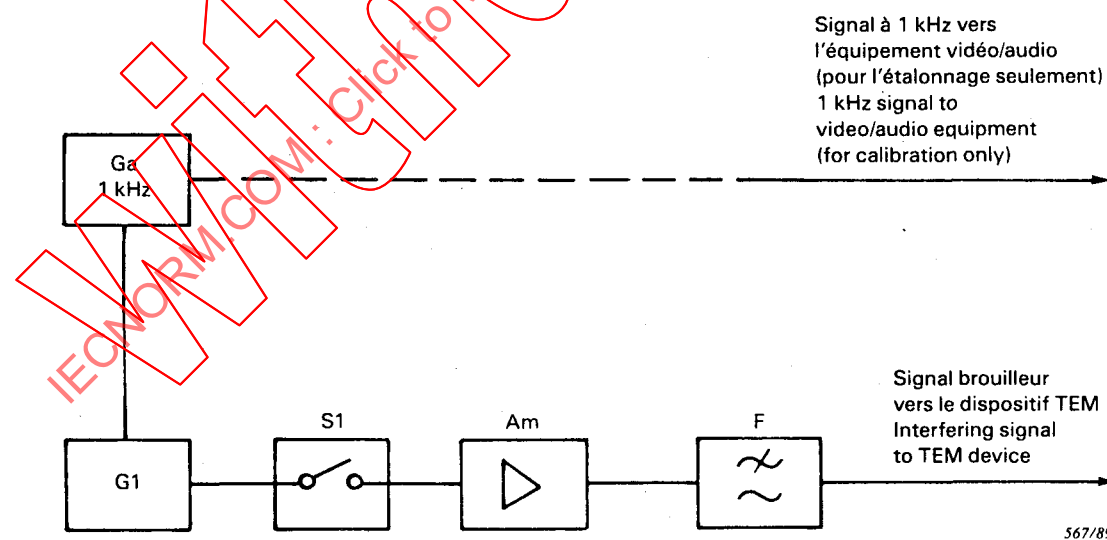


Figure 10 — Circuit de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des équipements associés aux récepteurs de radiodiffusion sonore et visuelle (voir 5.2.5.1)

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

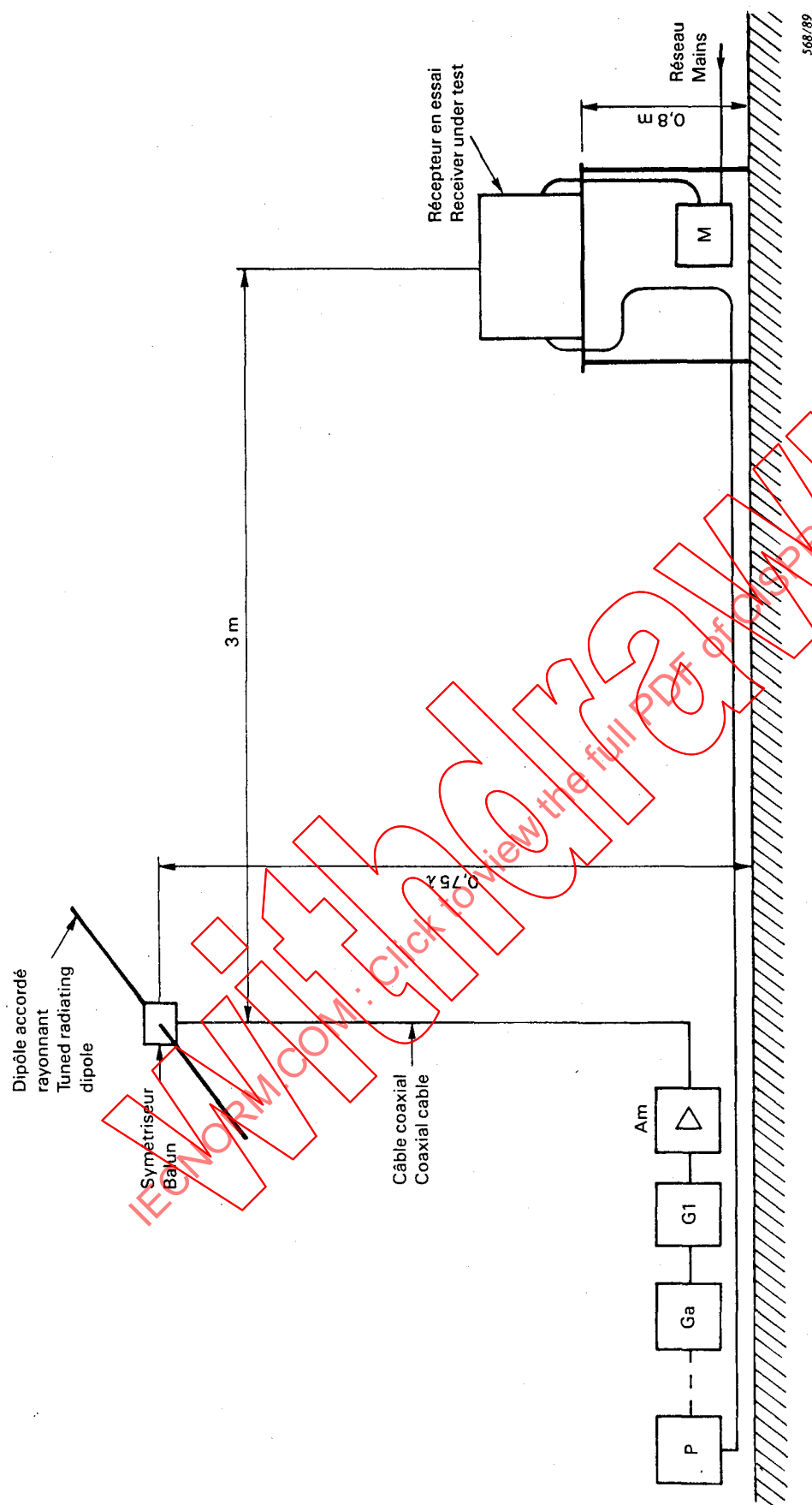


Figure 11a — Dispositif de mesure pour l'immunité aux champs ambiants des téléviseurs dans la gamme de fréquences de 150 MHz à 1 GHz (vue de côté) (voir 5.3.4)

Measuring set-up for the immunity of television receivers to ambient fields in the frequency range 150 MHz to 1 GHz (side view) (see 5.3.4)