

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60728-3

Deuxième édition
Second edition
2000-10

**Systèmes de distribution par câble destinés aux
signaux de radiodiffusion sonore et de télévision –**

**Partie 3:
Matériels actifs utilisés dans les systèmes de
distribution coaxiale à large bande**

**Cabled distribution systems for television and
sound signals –**

**Part 3:
Active coaxial wideband distribution equipment**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60728-3:2000

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60728-3

Deuxième édition
Second edition
2000-10

**Systèmes de distribution par câble destinés aux
signaux de radiodiffusion sonore et de télévision –**

**Partie 3:
Matériels actifs utilisés dans les systèmes de
distribution coaxiale à large bande**

**Cabled distribution systems for television and
sound signals –**

**Part 3:
Active coaxial wideband distribution equipment**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	16
3.1 Termes et définitions.....	16
3.2 Symboles.....	22
3.3 Abréviations.....	22
4 Méthodes de mesure.....	26
4.1 Distorsion linéaire	26
4.2 Distorsion non linéaire.....	28
4.3 Réponse de la commande automatique de gain et de pente à une variation instantanée	52
5 Exigences générales et recommandations	56
5.1 Exigences générales	56
5.2 Sécurité	56
5.3 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	56
5.4 Gamme de fréquences.....	56
5.5 Impédance et facteur d'adaptation.....	58
5.6 Gain.....	58
5.7 Ondulation	60
5.8 Points d'essai.....	60
5.9 Retard de groupe	60
5.10 Facteur de bruit.....	60
5.11 Distorsion non linéaire.....	60
5.12 Commande automatique de gain et de pente	64
5.13 Modulation de ronflement.....	64
5.14 Alimentation en énergie.....	64
5.15 Conditions ambiantes.....	64
5.16 Marquage.....	66
5.17 Moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF).....	66
Annexe A (normative) Porteuses d'essai, niveaux et produits d'intermodulation	80
Annexe B (normative) Vérifications de l'appareillage de mesure	84
Annexe C (normative) Affectation des fréquences pour la mesure des battements triples composites, des battements composites d'ordre deux et de la transmodulation	86
Annexe D (normative) Erreurs de mesure provoquées par une désadaptation des matériels	90
Bibliographie	92

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations	17
3.1 Terms and definitions	17
3.2 Symbols	23
3.3 Abbreviations	23
4 Methods of measurement	27
4.1 Linear distortion	27
4.2 Non-linear distortion	29
4.3 Automatic gain and slope control step response	53
5 Performance requirements and recommendations	57
5.1 General requirements	57
5.2 Safety	57
5.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	57
5.4 Frequency range	57
5.5 Impedance and return loss	59
5.6 Gain	59
5.7 Flatness	61
5.8 Test points	61
5.9 Group delay	61
5.10 Noise figure	61
5.11 Non-linear distortion	61
5.12 Automatic gain and slope control	65
5.13 Hum modulation	65
5.14 Power supply	65
5.15 Environmental	65
5.16 Marking	67
5.17 Mean operating time between failure (MTBF)	67
Annex A (normative) Test carriers, levels and intermodulation products	81
Annex B (normative) Checks on test equipment	85
Annex C (normative) Test frequency plan for composite triple beat (CTB), composite second order (CSO) and cross-modulation (XMOD) measurement	87
Annex D (normative) Measurement errors which occur due to mismatched equipment	91
Bibliography	93

Figure 1 – Mesure du facteur d'adaptation	68
Figure 2 – Erreur maximale, a , pour la mesure du facteur d'adaptation à l'aide du pont de mesure de ROS, avec une directivité de 46 dB et un facteur d'adaptation de la voie d'essai de 26 dB	68
Figure 3 – Configuration de base du montage de mesure pour l'évaluation du rapport signal à produit d'intermodulation.....	70
Figure 4 – Montage d'essai pour la mesure de la distorsion non linéaire due à des battements composites.....	72
Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la transmodulation composite	72
Figure 6 – Mesure de la réponse à une variation instantanée du dispositif de commande automatique de gain	74
Figure 7 – Constante de temps T_c	74
Figure 8 – Mesure du facteur de bruit	76
Figure 9 – Rapport porteuse à ronflement = $20 \lg \frac{A}{a}$ (dB)	76
Figure 10 – Montage de mesure pour matériels alimentés localement	76
Figure 11 – Montage de mesure pour les matériels téléalimentés.....	78
Figure 12 – Affichage sur l'oscilloscope	78
Figure A.1 – Exemple de produits formés dans le cas où $2f_a > f_b$	80
Figure A.2 – Exemple de produits formés dans le cas où $2f_a < f_b$	82
Figure A.3 – Produits de la forme $f_a \pm f_b \pm f_c$	82
Figure D.1 – Erreur concernant les mesures du facteur d'adaptation	90
Figure D.2 – Ondulation maximale.....	90
Tableau 1 – Facteur de correction lorsque la modulation utilisée est autre que 100 %	42
Tableau 2 – Exigences concernant le facteur d'adaptation pour tous les matériels.....	58

	Page
Figure 1 – Measurement of return loss.....	69
Figure 2 – Maximum error, a , for measurement of return loss using VSWR bridge with 46 dB directivity and 26 dB test port return loss.....	69
Figure 3 – Basic arrangement of test equipment for evaluation of the ratio of signal-to-intermodulation product	71
Figure 4 – Connection of test equipment for the measurement of non-linear distortion by composite beat	73
Figure 5 – Connection of test equipment for the measurement of composite cross-modulation	73
Figure 6 – Measurement of the AGC step response	75
Figure 7 – Time constant T_c	75
Figure 8 – Measurement of noise figure	77
Figure 9 – Carrier/hum ratio = $20 \lg \frac{A}{a}$ (dB)	77
Figure 10 – Test set-up for local-powered objects	77
Figure 11 – Test set-up for remote-powered objects.....	79
Figure 12 – Oscilloscope display.....	79
Figure A.1 – Example showing products formed when $2f_a > f_b$	81
Figure A.2 – Example showing products formed when $2f_a < f_b$	83
Figure A.3 – Products of the form $f_a \pm f_b \pm f_c$	83
Figure D.1 – Error concerning return loss measurement.....	91
Figure D.2 – Maximum ripple	91
Table 1 – Correction factor when the modulation used is other than 100 %.....	43
Table 2 – Return loss or attenuation requirements for all equipment.....	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE DISTRIBUTION PAR CÂBLE DESTINÉS AUX SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE ET DE TÉLÉVISION –

Partie 3: Matériels actifs utilisés dans les systèmes de distribution coaxiale à large bande

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60728-3 a été établie par le sous-comité 100D: Réseaux de distribution par câbles, du comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1997, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
100D/82/FDIS	100D/89/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A, B, C et D font partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLED DISTRIBUTION SYSTEMS FOR TELEVISION
AND SOUND SIGNALS –****Part 3: Active coaxial wideband distribution equipment**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60728-3 has been prepared by subcommittee 100D: Cabled distribution systems, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997, of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
100D/82/FDIS	100D/89/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B, C and D form an integral part of this standard.

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2000

Withd2W

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2000

Withdrawn

INTRODUCTION

Les amplificateurs traités dans la présente partie de la CEI 60728 sont répartis en deux classes de qualité:

- classe 1: amplificateurs destinés principalement à être montés en cascade;
- classe 2: amplificateurs destinés principalement à être utilisés dans un immeuble collectif ou une résidence individuelle, et alimentant quelques prises d'usager.

L'expérience a montré que ces types d'amplificateurs répondent à la plupart des exigences techniques nécessaires pour fournir aux usagers un signal de qualité minimal. Il convient de ne pas considérer cette classification comme une exigence mais comme une information, pour les utilisateurs et les fabricants, concernant les critères de qualité minimale des matériels, à respecter lors de l'installation des réseaux de différentes tailles. Il faut que l'opérateur du système choisisse le matériel approprié afin de répondre à la qualité minimale du signal à la prise d'usager et d'optimiser le rapport qualité/prix, en tenant compte de la taille du réseau et des circonstances locales.

INTRODUCTION

Amplifiers dealt with in this part of IEC 60728 are divided into the following two quality levels:

- grade 1: amplifiers typically intended to be cascaded;
- grade 2: amplifiers for use typically within an apartment block, or within a single residence, to feed a few outlets.

Practical experience has shown that these types meet most of the technical requirements necessary for supplying a minimum signal quality to the subscribers. This classification should not be considered as a requirement but as information for users and manufacturers on the minimum quality criteria of the material required to install networks of different sizes. The system operator has to select appropriate material to meet the minimum signal quality at the subscriber's outlet and to optimize cost/performance, taking into account the size of the network and local circumstances.

SYSTÈMES DE DISTRIBUTION PAR CÂBLE DESTINÉS AUX SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE ET DE TÉLÉVISION –

Partie 3: Matériels actifs utilisés dans les systèmes de distribution coaxiale à large bande

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60728 établit les méthodes de mesure, les exigences relatives au fonctionnement et les exigences relatives à la publication des données pour les matériels actifs utilisés dans les systèmes de distribution coaxiale à large bande par câble, destinés aux signaux de radiodiffusion sonore et de télévision.

La présente norme s'applique à tous les amplificateurs à large bande utilisés dans les systèmes de distribution par câble et couvre la bande de fréquences de 5 MHz à 3 000 MHz. Elle est également applicable aux matériels unidirectionnels et bidirectionnels.

NOTE La limite supérieure de 3 000 MHz est un exemple mais pas une valeur stricte. Il convient d'indiquer la ou les gammes de fréquences de fonctionnement du matériel.

Cette norme

- établit les méthodes de mesure fondamentales des caractéristiques fonctionnelles des matériels actifs, afin d'évaluer leurs caractéristiques;
- identifie les spécifications des caractéristiques à publier par les fabricants;
- spécifie les exigences minimales de certains paramètres.

Toutes les exigences et tous les renseignements publiés sont considérés comme des valeurs garanties dans la bande de fréquences spécifiée et dans des conditions de bonne adaptation.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60728. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60728 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*
Amendement 1 (1992)

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

CABLED DISTRIBUTION SYSTEMS FOR TELEVISION AND SOUND SIGNALS –

Part 3: Active coaxial wideband distribution equipment

1 Scope

This part of IEC 60728 lays down the measuring methods, performance requirements and data publication requirements for active coaxial wideband distribution equipment of cabled distribution systems for television and sound signals.

This standard applies to all broadband amplifiers used in cabled distribution systems and covers the frequency range 5 MHz to 3 000 MHz. It also applies to one-way and two-way equipment.

NOTE The upper limit of 3 000 MHz is an example, but not a strict value. The frequency range, or ranges, over which the equipment is specified should be published.

This standard

- lays down the basic methods of measurement of the operational characteristics of the active equipment in order to assess the equipment performance;
- identifies the performance specifications that need to be published by the manufacturers;
- states the minimum performance requirements of certain parameters.

All requirements and published data are understood as guaranteed values within the specified frequency range and in well-matched conditions.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60728. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60728 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*
Modification 1 (1986)

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*
Modification 1 (1985)

CEI 60068-2-31:1969, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels*
Modification 1 (1982)

CEI 60068-2-32:1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ed: Chute libre (méthode 1)*
Modification 2 (1990)

CEI 60068-2-40:1976, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Z/AM: Essais combinés froid/basse pression atmosphérique*
Modification 1 (1983)

CEI 60068-2-48:1982, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Guide sur l'utilisation des essais de la CEI 68 pour simuler les effets du stockage*

CEI 60416:1988, *Principes généraux pour l'établissement des symboles graphiques d'information*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60728-1:1986, *Réseaux de distribution par câbles – Première partie: Systèmes principalement destinés aux signaux de radiodiffusion sonore de télévision et fonctionnant entre 30 MHz et 1 GHz*
Amendement 1 (1992)
Amendement 2 (1995)

CEI 60728-4:1997, *Systèmes de distribution par câble destinés aux signaux de radiodiffusion sonore et de télévision – Partie 4: Matériels passifs utilisés dans les systèmes de distribution coaxiale à large bande*¹⁾

CEI 60728-5, — *Systèmes de distribution par câble destinés aux signaux de radiodiffusion sonore et de télévision – Partie 5: Matériels de tête de réseaux*²⁾

CEI 60728-11:1997, *Systèmes de distribution par câbles destinés aux signaux de radiodiffusion sonore et de télévision – Partie 11: Sécurité*

¹⁾ Deuxième édition à publier.

²⁾ A publier.

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*
Amendment 1 (1985)

IEC 60068-2-31:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens*
Amendment 1 (1982)

IEC 60068-2-32:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall (Procedure 1)*
Amendment 2 (1990)

IEC 60068-2-40: 1976, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Z/AM: Combined cold/low air pressure tests*
Amendment 1 (1983)

IEC 60068-2-48: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Guidance on the application of the tests of IEC 68 to simulate the effects of storage*

IEC 60416:1988, *General principles for the formulation of graphical symbols*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60728-1:1986, *Cabled distribution systems – Part 1: Systems primarily intended for sound and television signals operating between 30 MHz and 1 GHz*
Amendment 1 (1992)
Amendment 2 (1995)

IEC 60728-4:1997, *Cabled distribution systems for television and sound – Part 4 Passive coaxial wideband distribution equipment*¹⁾

IEC 60728-5,— *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 5: Head end equipment*²⁾

IEC 60728-11:1997, *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 11: Safety*

¹⁾ Second edition to be published.

²⁾ To be published.

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60728, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1.1

égalisateur

dispositif conçu pour compenser, dans une certaine gamme de fréquences, la distorsion amplitude / fréquence ou la distorsion phase / fréquence introduite par les lignes ou les matériels

NOTE Ce dispositif est destiné uniquement à compenser les distorsions linéaires.

3.1.2

ligne

trajet de transmission faisant partie d'un réseau de distribution par câble. Une telle transmission peut être réalisée au moyen d'un câble métallique, d'une fibre optique, d'un guide d'ondes ou de toute combinaison de ces moyens. Par extension, le terme est également appliqué aux liaisons comportant un ou plusieurs faisceaux hertziens

3.1.3

écart (rapport) en décibels

dix fois le logarithme du rapport de deux quantités, de puissance P_1 et P_2 , c'est-à-dire

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

3.1.4

puissance et tension de référence normalisées

dans les systèmes de distribution par câble, la puissance de référence normalisée, P_0 , est de 1/75 pW

NOTE C'est la puissance dissipée dans une résistance de 75 Ω aux bornes de laquelle apparaît une différence de potentiel de 1 μ V (en valeur efficace).

La tension de référence normalisée, U_0 , est de 1 μ V.

3.1.5

niveau (d'un signal)

le niveau d'un signal de puissance P_1 quelconque est le rapport en décibels entre cette puissance et la puissance de référence normalisée P_0 , soit

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} \text{ dB}$$

Le niveau d'un signal de tension U_1 quelconque est le rapport en décibels entre cette tension et la tension de référence normalisée U_0 , soit

$$10 \lg \frac{U_1}{U_0} \text{ dB}$$

Ce rapport est exprimé en décibels (par rapport à 1 μ V dans 75 Ω) ou plus simplement en décibels (microvolts) [dB (μ V)] s'il n'y a pas de risque d'ambiguïté.

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 60728, the following definitions apply:

3.1.1

equalizer

device designed to compensate over a certain frequency range for the amplitude/frequency distortion or phase/frequency distortion introduced by feeders or equipment

NOTE This device is for the compensation of linear distortion only.

3.1.2

feeder

transmission path forming part of a cabled distribution system. Such a path may consist of a metallic cable, optical fibre, waveguide or any combination of these. By extension, the term is also applied to paths containing one or more radio links

3.1.3

decibel ratio

ten times the logarithm of the ratio of two quantities of power P_1 and P_2 , i.e.:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

3.1.4

standard reference power and voltage

in cabled systems the standard reference power, P_0 , is 1/75 pW

NOTE This is the power dissipated in a 75 Ω resistor with a voltage drop of 1 μ V RMS across it.

The standard reference voltage, U_0 , is 1 μ V.

3.1.5

level

the level of any power P_1 is the decibel ratio of that power to the standard reference power P_0 , i.e.

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} \text{ dB}$$

The level of any voltage U_1 is the decibel ratio of that voltage to the standard reference voltage U_0 , i.e.

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0} \text{ dB}$$

This may be expressed in decibels (relative to 1 μ V in 75 Ω) or more simply in decibels (microvolts) [dB(μ V)] if there is no risk of ambiguity.

3.1.6

affaiblissement

rapport entre la puissance d'entrée et la puissance de sortie d'un matériel ou d'un système, habituellement exprimé en décibels

3.1.7

gain

rapport en décibels entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée

3.1.8

réponse amplitude / fréquence

gain ou affaiblissement d'un matériel ou d'un système en fonction de la fréquence

3.1.9

pente

différence de gain ou d'affaiblissement entre deux points quelconques d'un matériel ou d'un système pour deux fréquences spécifiées

3.1.10

transmodulation

modulation parasite de la porteuse d'un signal utile par la modulation d'un autre signal résultant de la non-linéarité d'un matériel ou d'un système

3.1.11

rapport porteuse à bruit

rapport en décibels, en un point donné d'un matériel ou d'un système, entre le niveau de la porteuse-image ou de la porteuse-son et le niveau de bruit en ce point (mesuré dans une bande passante convenable pour le système de radiodiffusion ou de télévision utilisé)

3.1.12

facteur de bruit

facteur de bruit utilisé comme facteur de mérite décrivant le bruit interne produit par un dispositif actif.

Le facteur de bruit (F) est le rapport entre le rapport porteuse à bruit à l'entrée et le rapport porteuse à bruit à la sortie d'un dispositif actif, en supposant que la porteuse à l'entrée est exempte de bruit:

$$F = \frac{C_1/N_1}{C_2/N_2}$$

où

C_1 est la puissance du signal à l'entrée;

C_2 est la puissance du signal à la sortie;

N_1 est la puissance du bruit à l'entrée (bruit thermique idéal);

N_2 est la puissance du bruit à la sortie.

En d'autres termes, le facteur de bruit est le rapport de la puissance du bruit à la sortie d'un dispositif actif sur la puissance du bruit au même point si le dispositif avait été idéal et exempt de bruit supplémentaire.

$$F = \frac{N_2 \text{ réel}}{N_2 \text{ idéal}}$$

3.1.6**attenuation**

ratio of the input power to the output power of an equipment or a system, usually expressed in decibels

3.1.7**gain**

decibel ratio of the output power to the input power

3.1.8**amplitude frequency response**

the gain or loss of an equipment or a system plotted against frequency

3.1.9**slope**

difference in gain or attenuation at two specified frequencies between any two points in an equipment or system

3.1.10**cross-modulation**

undesired modulation of the carrier of a desired signal by the modulation of another signal as a result of equipment or system non-linearities

3.1.11**carrier-to-noise ratio**

difference in decibels between the vision or sound carrier level at a given point in an equipment or system and the noise level at that point (measured within a bandwidth appropriate to the television or radio system in use)

3.1.12**noise factor/noise figure**

figure used as a figure of merit describing the internally generated noise of an active device.

The noise factor (F) is the ratio of the carrier-to-noise ratio at the input to the carrier-to-noise ratio at the output of an active device, assuming the incoming carrier is noise-free:

$$F = \frac{C_1/N_1}{C_2/N_2}$$

where

C_1 is the signal power at the input;

C_2 is the signal power at the output;

N_1 is the noise power at the input (ideal thermal noise);

N_2 is the noise power at the output.

In other words, the noise factor is the ratio of noise power at the output of an active device to the noise power at the same point if the device had been ideal and added no noise:

$$F = \frac{N_{2 \text{ actual}}}{N_{2 \text{ ideal}}}$$

Le facteur de bruit est sans dimension et s'exprime souvent en décibels:

$$NF = 10 \lg F \text{ (dB)}$$

3.1.13

bruit thermique idéal

bruit produit dans un composant résistif par l'agitation thermique des électrons.

La puissance thermique produite est donnée par

$$P = 4 \times B \times k \times T$$

où

P est la puissance de bruit, en watts;

B est la bande passante, en hertz;

k est la constante de Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K;

T est la température absolue en kelvins.

Il s'ensuit que

$$\frac{U^2}{R} = 4 \times B \times k \times T$$

et

$$U = \sqrt{4 \times R \times B \times k \times T}$$

où

U est la tension de bruit;

R est la résistance, en ohms.

En pratique, il est normal que la source soit bouclée par une charge de valeur égale à sa résistance interne; le bruit à l'entrée est alors $U/2$.

3.1.14

inégalité de retard entre la chrominance et la luminance

inégalité de retard, exprimée en nanosecondes, entre la luminance et la chrominance (4,43 MHz dans un seul canal de télévision PAL ou SECAM et 3,58 MHz dans un seul canal de télévision NTSC). Il convient que les canaux présentant les cas les plus défavorables soient identifiés par leurs fréquences.

3.1.15

bien adapté

condition d'adaptation pour laquelle le facteur d'adaptation du matériel satisfait aux exigences du tableau 2

NOTE 1 On peut avoir besoin d'une meilleure valeur pour la mesure du facteur d'adaptation.

NOTE 2 Il est possible d'avoir des erreurs de mesure provoquées par une désadaptation entre les instruments de mesure et le matériel en essai. Des informations sur l'estimation de telles erreurs sont données dans l'annexe D.

Information générale: il convient que le facteur d'adaptation du matériel d'essai soit au moins de 10 dB meilleur que la valeur prévue pour le dispositif en essai.

The noise factor is dimensionless and is often expressed as noise figure (NF) in decibels:

$$NF = 10 \lg F \text{ (dB)}$$

3.1.13

ideal thermal noise

noise generated in a resistive component due to the thermal agitation of electrons.

The thermal power generated is given by:

$$P = 4 \times B \times k \times T$$

where

P is the noise power, in watts;

B is the bandwidth, in hertz;

k is the Boltzmann constant = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K;

T is the absolute temperature, in kelvins.

It follows that:

$$\frac{U^2}{R} = 4 \times B \times k \times T$$

and

$$U = \sqrt{4 \times R \times B \times k \times T}$$

where

U is the noise voltage;

R is the resistance, in ohms.

In practice, it is normal for the source to be terminated with a load equal to the internal resistance value; the noise at the input is then $U/2$.

3.1.14

chrominance/luminance delay inequality

delay inequality in nanoseconds, between the luminance and chrominance (4,43 MHz within a single PAL/SECAM television channel and 3,58 MHz within a single NTSC television channel). The worst-case channels should be identified by frequency

3.1.15

well-matched

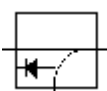
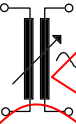
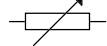
matching condition when the return loss of the equipment complies with the requirements of table 2

NOTE 1 For return loss measurements, a better value may be needed.

NOTE 2 Through mismatching of measurement instruments and the measurement object, measurement errors are possible. Comments to the estimation of such errors are given in annex D.

General information: the return loss of the test equipment should be at least 10 dB better than the expected value for the device under test (DUT).

3.2 Symboles

Symboles	Termes	Symboles	Termes
	Voltmètre		Oscilloscope
	Générateur réglable		Détection avec amplificateur basse fréquence
	Vobulateur		Pont de mesure de ROS
	Matériel en essai		Source de courant alternatif réglable
	Ampèremètre		Filtre passe-bas
	Mélangeur		Filtre passe-bande
	Atténuateur variable		Filtre passe-haut
	Masse		Inductance RF
	Condensateur		Résistance variable

3.3 Abréviations

CEM	Compatibilité électromagnétique
MTBF	Moyenne des temps de bon fonctionnement
PAL	Phase Alternation Line (Ligne à phase alternée)
RF	Fréquence radioélectrique
ROS	Rapport d'onde stationnaire
RS	Commutateur rotatif
SECAM	Séquentiel Couleur à Mémoire
TV	Télévision

NOTE Seules les abréviations utilisées dans le texte français de la présente partie de la CEI 60728 sont mentionnées dans ce paragraphe. La version anglaise de cette partie peut utiliser d'autres abréviations. Pour les détails, se reporter au paragraphe 3.3 des versions correspondantes.

3.2 Symbols

Symbols	Terms	Symbols	Terms
	Voltmeter		Oscilloscope
	Variable generator		Detector with LF-amplifier
	Sweep generator		VSWR-bridge
	Device under test		Adjustable AC voltage source
	Amperemeter		Low-pass filter
	Combiner		Band-pass filter
	Variable attenuator		High-pass filter
	Ground		RF choke
	Capacitor		Variable resistor

3.3 Abbreviations

AC	alternating current
AF	audio frequency
AM	amplitude modulation
CATV	community antenna television (system)
CSO	composite second order
CTB	composite tripple beat
CW	continuous wave
DC	direct current
DUT	device under test

– Page blanche –

– Blank page –

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2000

Withd2W

EMC	electromagnetic compatibility
i.f., IF	intermediate frequency
HP	high pass
LF	low frequency
LP	low pass
MTBF	mean time between failure
NTSC	National Television System Committee
PAL	phase alternating line
RF	radiofrequency
RMS	root mean square
RS	rotary switch
SECAM	séquentiel couleur à mémoire
TV	television
VSWR	voltage standing wave ratio
XMOD	cross-modulation

NOTE Only the abbreviations used in the English version of this part of IEC 60728 are mentioned in this subclause. The French version of this part may use other abbreviations. Refer to 3.3 of each language version for details.

4 Méthodes de mesure

Cet article définit les méthodes de mesure fondamentales. Toute méthode équivalente assurant la même précision peut être utilisée pour évaluer les caractéristiques.

Sauf indication contraire, toutes les mesures doivent être effectuées avec des atténuateurs et des égalisateurs enfichables de 0 dB. La position des commandes variables utilisées pendant les mesures doit être publiée.

Le montage d'essai doit être bien adapté dans la bande de fréquences spécifiée.

4.1 Distorsion linéaire

4.1.1 Facteur d'adaptation

La méthode décrite est applicable à la mesure du facteur d'adaptation des matériels fonctionnant dans la bande de fréquences de 5 MHz à 3 000 MHz.

Toutes les entrées et sorties du matériel doivent être conformes à la spécification dans toutes les conditions des commandes automatiques et manuelles de gain et avec toute combinaison des égalisateurs et des atténuateurs enfichables.

4.1.1.1 Appareillage nécessaire

- a) Un générateur ou un vobulateur, réglable dans toute la bande de fréquences du matériel soumis à l'essai.

Il est nécessaire de s'assurer que la sortie du générateur ou du vobulateur ne présente pas de résidu harmonique susceptible d'entraîner une erreur importante.

- b) Un pont de mesure de rapport d'onde stationnaire (ROS), avec un détecteur RF intégré ou séparé.

La précision de la mesure dépend de la qualité du pont de mesure de ROS, notamment de la directivité et du facteur d'adaptation de la sortie d'essai du pont. Par exemple, la figure 2 illustre la précision maximale assurée par un pont présentant une directivité de 46 dB et un facteur d'adaptation de 26 dB.

- c) Un oscilloscope.
- d) Des dispositifs de désadaptation étalonnés.

4.1.1.2 Montage de mesure

L'appareillage doit être branché conformément à la figure 1.

4.1.1.3 Mode opératoire

NOTE 1 Il convient que toutes les sorties et toutes les entrées coaxiales, autres que celles soumises à l'essai, soient fermées sur des impédances de 75 Ω .

NOTE 2 S'assurer de l'absence de tension d'alimentation, au niveau du point mesuré, susceptible de détériorer le pont. S'il est nécessaire d'utiliser un dispositif de blocage de la tension, il convient d'utiliser un dispositif présentant un bon facteur d'adaptation (10 dB au-dessus de la valeur prescrite).

NOTE 3 Il convient de n'utiliser que des connecteurs, des adaptateurs et des câbles étalonnés et de bonne qualité.

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes:

- a) brancher l'appareillage conformément à la figure 1;

4 Methods of measurement

This clause defines basic methods of measurement. Any equivalent method that ensures the same accuracy may be used for assessing performance.

Unless stated otherwise, all measurements shall be carried out with 0 dB plug-in attenuators and equalizers. The position of variable controls used during the measurements shall be published.

The test set-up shall be well matched over the specified frequency band.

4.1 Linear distortion

4.1.1 Return loss

The method described is applicable to the measurement of the return loss ratio of equipment operating in the frequency range 5 MHz to 3 000 MHz.

All input and output ports of the unit shall meet the specification under all conditions of automatic and manual gain controls and with any combination of plug-in equalizers and attenuators fitted.

4.1.1.1 Equipment required

- a) A signal generator or sweep generator, adjustable over the frequency range of the equipment to be tested.

Care must be taken to ensure that the signal generator or sweep generator output does not have a high harmonic content, as this can cause serious inaccuracy.

- b) A voltage standing wave ratio bridge with built-in or separate RF detector.

The accuracy of measurement is dependent on the quality of the bridge; it depends in particular on the directivity and on the return loss of the test port of the bridge. For example, figure 2 shows the maximum accuracy achieved by a bridge with 46 dB directivity and 26 dB return loss.

- c) An oscilloscope.
- d) Calibrated mismatches.

4.1.1.2 Connection of equipment

The equipment shall be connected as in figure 1.

4.1.1.3 Measurement procedure

NOTE 1 All coaxial input and output ports, other than those under test, should be terminated in 75 Ω .

NOTE 2 Ensure that there is no supply voltage on the port being measured as this could damage the bridge. If it is necessary to use a voltage blocking device, use one with a good return loss ratio (10 dB above requirement).

NOTE 3 Only good quality calibrated connectors, adaptors and cables should be used.

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) connect the equipment as shown in figure 1;

- b) régler le niveau de sortie du générateur de sorte que le dispositif soumis à l'essai ne soit pas surchargé;
- c) utiliser les dispositifs de désadaptation étalonnés pour étalonner l'affichage sur l'oscilloscope;
- d) brancher le dispositif soumis à l'essai conformément à la figure 1 et vérifier le facteur d'adaptation dans la bande de fréquences spécifiée.

4.1.2 Ondulation

Les méthodes de mesure étant bien connues, il n'est pas nécessaire de décrire entièrement la procédure.

La mesure est habituellement effectuée avec un analyseur scalaire ou vectoriel de réseau 75 Ω. On doit prendre soin que tous les matériels utilisés (connecteurs, adaptateurs, câbles, etc.) soient bien adaptés.

4.1.3 Inégalité de retard entre la luminance et la chrominance, pour le PAL et le SECAM uniquement

La méthode de mesure avec une impulsion 20T, bien connue, est utilisée comme décrit dans la CEI 60728-5.

4.2 Distorsion non linéaire

4.2.1 Généralités

4.2.1.1 Fondements

Dans un dispositif non linéaire, l'expression relative au signal de sortie comporte, en général, une infinité de termes, chacun de ces termes provenant d'un ou de plusieurs termes (supposés sinusoïdaux) présents à l'entrée, et plus particulièrement de l'interaction d'au moins deux termes. La fonction de transfert du dispositif peut être exprimée comme suit:

$$V_{\text{sortie}} = a_0 + a_1 V_{\text{entrée}} + a_2 V_{\text{entrée}}^2 + a_3 V_{\text{entrée}}^3 + \dots a_n V_{\text{entrée}}^n + \dots \text{etc.}$$

Si le signal d'entrée $V_{\text{entrée}}$ comporte m termes sinusoïdaux, il peut alors être exprimé comme suit:

$$V_{\text{entrée}} = V_1 \sin(\omega_1 t + \Phi_1) + V_2 \sin(\omega_2 t + \Phi_2) + \dots V_m \sin(\omega_m t + \Phi_m)$$

Le signal de sortie est alors une série de termes; chacun de ces termes peut être exprimé sous la forme:

$$CV_i a_n \sin(\omega_i t + \Phi_i)$$

où

ω_i est la somme ou la différence des multiples entiers positifs d'une ou de plusieurs fréquences d'entrée, par exemple:

$$4\omega_2, 2\omega_1 - \omega_3, 4\omega_1 + \omega_2, 2\omega_1 + \omega_2 + \omega_3$$

Cette formule peut être écrite sous la forme générale suivante:

$$\omega_i = p_1 \omega_1 \pm p_2 \omega_2 \pm p_3 \omega_3 \pm \dots p_m \omega_m$$

- b) set the signal generator output level such that the device under test is not overloaded;
- c) use calibrated mismatches to calibrate the display on the oscilloscope;
- d) connect the device under test as shown in figure 1 and check the return loss over the specified frequency range.

4.1.2 Flatness

Methods of measurement are well known and a full description of the procedure is not necessary.

Measurement is commonly made with a 75 Ω scalar or vector network analyzer. Care shall be taken that all equipment used (connectors, adaptors, cable etc.) are well matched.

4.1.3 Chrominance/luminance delay inequality for PAL/SECAM only

The well-known 20T pulse method of measurement is used as described in IEC 60728-5.

4.2 Non-linear distortion

4.2.1 General

4.2.1.1 Fundamentals

In a non-linear device, the expression for the output signal will, in general, have an infinity of terms, each generated from one or more of the (assumed sinusoidal) terms in the input, and particularly by the interaction of two or more terms. The transfer function of the device can be expressed as:

$$V_{\text{out}} = a_0 + a_1 V_{\text{in}} + a_2 V_{\text{in}}^2 + a_3 V_{\text{in}}^3 + \dots a_n V_{\text{in}}^n + \dots \text{ etc.}$$

If the input signal V_{in} has m sinusoidal terms, then this can be expressed as:

$$V_{\text{in}} = V_1 \sin(\omega_1 t + \Phi_1) + V_2 \sin(\omega_2 t + \Phi_2) + \dots V_m \sin(\omega_m t + \Phi_m)$$

The output signal is then a series of terms each of which can be expressed in the general form:

$$C V_i a_n \sin(\omega_i t + \Phi_i)$$

where ω_i is the sum or difference of integral positive multiples of one or more of the input frequencies, for example:

$$4\omega_2, 2\omega_1 - \omega_3, 4\omega_1 + \omega_2, 2\omega_1 + \omega_2 + \omega_3$$

This may be written in a general form as:

$$\omega_i = p_1 \omega_1 \pm p_2 \omega_2 \pm p_3 \omega_3 \pm \dots p_m \omega_m$$

où

ω_i est la vitesse angulaire $2 \pi f_i$;

$p_1, p_2, \dots, p_m$ sont des entiers positifs (y compris 0);

Φ_i est la phase relative des signaux de sortie;

a_n est un coefficient de la fonction de transfert;

V_i est un terme dépendant du produit des puissances des amplitudes des signaux d'entrée (V_1, V_2 , etc.) où la somme des puissances est égale à n ;

C est un multiplicateur numérique.

Il convient de noter qu'à la même fréquence, les termes peuvent provenir de plusieurs termes différents dans la fonction de transfert, c'est-à-dire pour plusieurs valeurs différentes de n .

Chaque composante du signal de sortie représentée par une telle expression avec $n > 1$ est un produit de distorsion non linéaire. Lorsque ω_i est un multiple entier d'un seul terme dans le signal d'entrée, par exemple: $4\omega_2$, le produit est considéré comme un produit de distorsion harmonique. S'il est constitué d'au moins deux termes, par exemple: $2\omega_1 - \omega_3$, il est considéré comme un produit de distorsion d'intermodulation.

Etant donné que les valeurs de a_1, a_2, a_3 , etc., décroissent normalement de façon relativement rapide lorsque n augmente, il s'avère que les signaux de sortie non linéaires prédominants proviennent des termes présents dans la fonction de transfert, de telle sorte que la somme $p_1 + p_2 + \dots + p_m$ soit égale à n et que n soit défini comme l'ordre du produit de distorsion non linéaire; par exemple, $3\omega_1 - 2\omega_3$ est un produit d'ordre cinq provenant du terme $a_5 V_{\text{entrée}}^5$.

Les m signaux d'entrée représentés dans l'expression ne sont pas nécessairement des signaux distincts. Tout signal périodique peut être représenté par une série de termes sinusoïdaux, comme dans l'expression relative à $V_{\text{entrée}}$. Pour ce qui concerne les signaux de sortie non linéaires prédominants, on obtient l'expression suivante:

$$V_i = V_1^{p_1} \times V_2^{p_2} \times V_3^{p_3} \times \dots \times V_m^{p_m}$$

de sorte que, si les amplitudes de tous les signaux d'entrée sont multipliées par un facteur commun K , l'amplitude des produits de distorsion d'ordre n est multipliée par un facteur K^n (étant donné que $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_m = n$). Lorsque les niveaux de tous les signaux d'entrée sont augmentés de 1 dB, le niveau de tout produit de distorsion d'ordre n du signal croît de n dB, et le rapport signal à distorsion résultant décroît de $(n - 1)$ dB. Cette relation est désignée par «la variation de niveau normalisée» d'un produit de distorsion.

Si un produit de distorsion est dû à des composants d'ordre différent, et/ou si des produits d'ordre différent se produisent dans la bande passante du dispositif utilisé pour mesurer le niveau des produits de distorsion, alors le niveau mesuré ne suit pas une variation de niveau normalisée.

En principe, la description complète d'une caractéristique non linéaire nécessite un nombre infini de termes. Cependant, compte tenu de la variation de niveau normalisée des termes d'ordres différents, la contribution relative de termes d'ordre supérieur augmente en fonction du niveau des signaux d'entrée. Inversement, si les niveaux des signaux sont suffisamment faibles, seul un petit nombre des termes d'ordres les plus faibles contribue de façon significative à la distorsion en sortie.

Si tous les signaux d'entrée sont contenus dans une bande de fréquences inférieure à une octave, les fréquences de tous les termes d'ordre deux tombent en dehors des limites de la bande. Les fréquences des signaux peuvent être également placées dans deux ou plusieurs bandes non contiguës, de telle manière que tous les produits d'ordre deux se trouvent en dehors des bandes.

where

ω_i is the angular velocity $2\pi f_i$;

$p_1, p_2, \dots, p_m$ are positive integers (including 0);

Φ_i is the relative phase of the output signals;

a_n is a coefficient of the transfer function;

V_i is a term dependent on the product of powers of the amplitudes of the input signals (V_1, V_2 , etc.) where the sum of the powers equals n ;

C is a numerical multiplier.

It should be noted that terms at the same frequency may arise from several different terms in the transfer function, i.e. for several different values of n .

Each component of the output signal represented by such an expression with $n > 1$ is a non-linear distortion product. Where ω_i is an integral multiple of a single term in the input signal, for example $4 \omega_2$, the product is regarded as a harmonic distortion product. If it is formed from two or more terms, for example $2 \omega_1 - \omega_3$, it is known as an intermodulation distortion product.

Since the values of a_1, a_2, a_3 , etc., usually decrease relatively rapidly with increasing values of n , it is found that the predominant non-linear output signals arise from the terms in the transfer function in such a way that the sum $p_1 + p_2 + \dots + p_m = n$, and n is defined as the order of the non-linear distortion product, for example $3 \omega_1 - 2 \omega_3$ is a fifth-order product arising from the term $a_5 V_{in}^5$.

The m input signals represented in the expression are not necessarily distinct signals. Any periodic signal may be represented by a series of sinusoidal terms as in the expression for V_{in} . For the predominant non-linear output signals it is found that

$$V_i = V_1^{p_1} \times V_2^{p_2} \times V_3^{p_3} \times \dots \times V_m^{p_m}$$

so that, if the amplitudes of all the input signals are multiplied by a common factor K , the amplitude of the n th order distortion products will be multiplied by K^n (since $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = n$). When the levels of all inputs signals are raised by 1 dB, the level of any signal n th order distortion product will increase by n dB, and the resultant signal/distortion ratio will decrease by $(n - 1)$ dB. This relationship will be referred to as the "standard level variation" of a distortion product.

If a distortion product is due to components of different order, and/or different order products occur within the bandwidth of the device used to measure the level of distortion products, then the measured level will not follow a standard level variation.

In principle, an infinite number of terms is necessary for a complete description of a non-linear characteristic. However, considering the standard level variation of terms of different order, the relative contribution of higher order terms increases with the level of input signals. Conversely, if signal levels are low enough, only a few of the lowest order terms will produce significant contributions at the output.

If all input signals are limited to a frequency band of less than one octave, the frequencies of all second-order terms will fall outside the band limits. Signal frequencies can also be allocated in two or more non-contiguous bands in a manner that will place all second-order products outside the bands.

Les produits de distorsion d'ordre trois, en particulier ceux obtenus à des fréquences de la forme, $\omega_1 \pm \omega_2 \pm \omega_3$ ne peuvent être maintenus en dehors de la bande contenant les signaux d'entrée. L'accumulation des produits de distorsion d'ordre trois peut donc être un facteur de limitation des caractéristiques de fonctionnement d'un système de distribution multicanal à large bande.

4.2.1.2 Mesure

Les mesures relatives aux phénomènes suivants sont décrites ci-dessous:

- intermodulation entre deux ou trois signaux à une fréquence chacun;
- battements composites produits par un certain nombre de signaux à une fréquence chacun;
- transmodulation composite entre un certain nombre de signaux à une fréquence chacun.

Une spécification convenable doit inclure au moins les indications suivantes:

- a) l'effet particulier mesuré;
- b) le rapport signal à distorsion prescrit.

Le résultat de la mesure doit être donné comme le niveau maximal du signal dans le cas le plus défavorable, à la sortie du matériel, permettant d'obtenir le rapport signal à distorsion prescrit. Si le niveau de sortie diminue en fonction de la fréquence, cela doit être défini.

L'effet doit être défini comme étant d'un ordre donné (par exemple «intermodulation d'ordre trois»).

4.2.2 Intermodulation

4.2.2.1 Introduction

Les méthodes à deux porteuses égales et à trois porteuses égales décrites ici sont applicables à la mesure du rapport de la porteuse à un produit d'intermodulation unique, en un point spécifié dans le réseau de distribution par câble. Les méthodes peuvent être également utilisées pour déterminer les caractéristiques d'intermodulation d'un matériel isolé.

NOTE Il convient de noter que l'utilisation simultanée de nombreux canaux espacés par le même intervalle de fréquence entraîne un grand nombre de produits d'intermodulation (en particulier d'ordre trois) tombant à proximité de la fréquence porteuse-image du canal utile.

Dans de tels cas, le brouillage résultant est d'une nature extrêmement complexe et une autre méthode de mesure est nécessaire. Voir à ce sujet 4.2.3 et 4.2.4.

Des exemples de produits d'intermodulation d'ordres deux et trois sont donnés à l'annexe A.

Les produits d'ordre deux se rencontrent uniquement dans les matériels et dans les systèmes à large bande couvrant une gamme de fréquences de plus d'une octave; ces produits doivent être mesurés par la méthode à deux signaux (voir article A.1).

Les produits d'ordre trois se rencontrent à la fois dans les matériels et dans les systèmes à large bande et à bande étroite; ces produits doivent être mesurés par la méthode à trois signaux (voir article A.2).

4.2.2.2 Appareillage nécessaire

- a) Un voltmètre sélectif couvrant la gamme de fréquences du matériel ou du système à essayer. Il peut s'agir d'un analyseur de spectre.
- b) Le nombre convenable de générateurs de signaux couvrant les fréquences auxquelles les essais doivent être effectués.

Third-order distortion products, in particular some of the products that occur at frequencies represented by $\omega_1 \pm \omega_2 \pm \omega_3$ cannot be kept out of the band that contains the input signals. The accumulation of third-order distortion products may therefore be a limiting factor in the performance of a wideband multi-channel distribution system.

4.2.1.2 Measurement

Measurements relate to the following phenomena:

- intermodulation between two or three single-frequency signals;
- composite beats produced by a number of single-frequency signals;
- composite cross-modulation between a number of single-frequency signals.

A proper specification shall include at least the following details:

- a) the particular effect that is measured;
- b) the required signal-to-distortion ratio.

The result of the measurement shall be given as the worst-case maximum signal level at the equipment output that allows the required signal-to-distortion ratio to be met. If the output level is sloped with frequency, this shall be defined.

The effect shall be defined as being of a particular order (for example "third-order intermodulation").

4.2.2 Intermodulation

4.2.2.1 Introduction

The two equal carrier and the three equal carrier methods described are applicable to the measurement of the ratio of the carrier to a single intermodulation product at a specified point within the cabled distribution system. The methods can also be used to determine the intermodulation performance of individual items of equipment.

NOTE It should be especially noted that the simultaneous use of many channels spaced by the same frequency interval results in a large number of intermodulation products (particularly those of the third order) falling near the vision carrier of a wanted television channel.

In these cases, the resultant interference is of an extremely complex nature and an alternative measurement procedure will be needed. This is covered in 4.2.3 and 4.2.4.

Examples of second-order and third-order intermodulation products are given in annex A.

Second-order products are encountered only in wideband equipment and systems covering more than one octave and shall be measured using two signals (see clause A.1).

Third-order products are encountered in wideband and narrowband equipment and systems and shall be measured using three signals (see clause A.2).

4.2.2.2 Equipment required

- a) A selective voltmeter covering the frequency range of the equipment or system to be tested. This may be a spectrum analyzer.
- b) The appropriate number of signal generators covering the frequencies at which the tests are to be carried out.

- c) Un atténuateur variable ayant une gamme d'affaiblissement plus large que la valeur du rapport signal à intermodulation prévu, si un atténuateur de ce type n'est pas incorporé au voltmètre décrit au point a).
- d) Un mélangeur est nécessaire pour les essais relatifs aux matériels et aux systèmes munis d'une seule entrée (voir figure 3).

NOTE Des appareils supplémentaires peuvent être nécessaires, par exemple pour s'assurer que les mesures ne sont pas faussées par des signaux parasites produits dans l'appareil de mesure lui-même (voir annexe B).

4.2.2.3 Montage de mesure

L'appareillage doit être branché conformément à la figure 3.

4.2.2.4 Mode opératoire

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes.

a) Généralités

Sauf indication contraire, les niveaux de référence utilisés pour les mesures doivent être égaux aux niveaux de sortie nominaux de fonctionnement spécifiés pour le matériel. Si les niveaux spécifiés ne sont pas constants dans la gamme de fréquences, les niveaux de tous les signaux d'essai doivent être indiqués avec les résultats.

Les mesures des produits d'ordres deux et trois doivent être effectuées avec les signaux largement espacés et peu espacés dans chaque bande considérée à des fréquences susceptibles d'engendrer des produits significatifs dans toute la gamme de fréquences.

Lorsque le matériel à mesurer comporte un dispositif de commande automatique de gain (CAG), les essais doivent être effectués aux niveaux de fonctionnement nominaux des signaux d'entrée.

b) Etalonnage et vérifications

On doit effectuer une vérification en vue de déterminer si les harmoniques et d'autres signaux parasites présents aux sorties des générateurs sont susceptibles d'affecter matériellement les résultats des mesures (voir annexe B).

Le voltmètre sélectif doit être étalonné et l'on doit vérifier son fonctionnement correct (voir annexe B).

On doit vérifier la présence d'une éventuelle intermodulation entre les générateurs pour les niveaux de sortie utilisés pour les essais (voir annexe B).

c) Mesures

Placer les générateurs, en mode non modulé, sur les fréquences des signaux d'essai (voir point a) et annexe A) et régler leurs niveaux de sortie ainsi que ceux des différents points du système jusqu'au point de mesure, de façon à obtenir en tous points les niveaux de fonctionnement spécifiés.

Brancher l'atténuateur variable, le voltmètre sélectif ainsi que les autres appareils, si nécessaire, (voir annexe B) à la sortie du matériel à mesurer. Accorder le voltmètre sur chaque signal d'essai et noter la valeur d'affaiblissement a_1 nécessaire pour obtenir une lecture convenable R sur le voltmètre pour le signal de référence. Il convient que la valeur d'affaiblissement a_1 soit légèrement supérieure au rapport signal à intermodulation que l'on s'attend à trouver au point de mesure.

Accorder le voltmètre sur le produit d'intermodulation à mesurer et ramener l'atténuateur variable à la valeur a_2 requise pour obtenir la même lecture R sur le voltmètre.

NOTE Lors de la mesure des niveaux de produits d'intermodulation, il peut être nécessaire d'intercaler un filtre à l'entrée du voltmètre (voir annexe B). Dans de tels cas, la perte d'insertion (en décibels) du filtre à la fréquence des produits est ajoutée à la valeur d'affaiblissement.

- c) A variable attenuator with a range greater than the signal-to-intermodulation ratio expected, if not incorporated in the voltmeter described in item a).
- d) A combiner will be required for tests on equipment and systems with a single input (figure 3).

NOTE Additional items may be necessary, for example to ensure that the measurements are not affected by spurious signals generated in the test equipment itself (see annex B).

4.2.2.3 Connection of equipment

The equipment shall be connected as shown in figure 3.

4.2.2.4 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

a) General

Unless otherwise required, the reference levels used in the measurements shall be the nominal output levels specified for the equipment. If the specified levels are not constant over the frequency range then the levels of all the test signals shall be quoted in the results.

Measurements of both second-order and third-order products shall be carried out with the test signals widely and closely spaced over each band of interest at frequencies capable of producing significant products within the overall frequency range.

Where the equipment to be measured includes automatic gain control (AGC), tests shall be carried out at the nominal operating signal input levels.

b) Calibration and checks

A check shall be made to determine if the harmonics and other spurious signals at the outputs of the signal generators are likely to affect materially the results of the measurements (see annex B).

The selective voltmeter shall be calibrated and checked for satisfactory operation (see annex B).

A check shall be made for possible intermodulation between the signal generators at the output levels to be used for the tests (see annex B).

c) Measurement

Set the signal generators, in CW mode, to the frequencies of the test signals (see item a), and annex A) and adjust their outputs and those of the different points of the system as far as the point of measurement to obtain the specified system operating levels throughout.

Connect the variable attenuator, the selective voltmeter and other items if required (see annex B) to the output of the device under test. Tune the meter to each test signal and note the attenuator value a_1 required to obtain a convenient meter reading R for the reference signal. The attenuator value a_1 should be slightly greater than the signal-to-intermodulation ratio expected at the point of measurement.

Tune the meter to the intermodulation product to be measured and reduce the setting of the variable attenuator to the value a_2 required to obtain the same meter reading R .

NOTE When measuring levels of intermodulation products, it may be necessary to insert a filter at the input to the meter (see annex B). In such instances the insertion loss (in decibels) of the filter at the frequency of the products is added to the attenuator value.

Le rapport signal à produit d'intermodulation, en décibels, est donné par la relation

$$S/I = a_1 - a_2$$

où

a_1 est la valeur d'affaiblissement pour le signal d'essai utilisé comme référence, en décibels;

a_2 est la valeur d'affaiblissement pour le produit d'intermodulation, en décibels.

4.2.3 Battements triples composites

4.2.3.1 Introduction

La méthode de mesure des battements triples composites à l'aide de signaux non modulés est applicable à la mesure du rapport porteuse à battements triples composites en un point spécifié dans un réseau de distribution par câble. Cette méthode peut également servir à déterminer les caractéristiques d'intermodulation des battements triples composites d'un matériel particulier.

Lorsque les signaux d'entrée sont régulièrement espacés (comme c'est normalement le cas dans la plupart des allocations des fréquences des canaux de télévision), les divers produits de distorsion ont tendance à former des groupes, situés au voisinage des canaux de télévision. Le nombre de produits différents dans chaque groupe croît rapidement avec le nombre de canaux et ces produits se combinent de différentes manières, selon le degré de cohérence entre les signaux qui sont à l'origine de ces produits et selon les phases relatives des différents produits de distorsion.

La méthode décrite dans le présent paragraphe mesure la distorsion non linéaire d'un matériel ou d'un système, par l'effet composite de tous les battements groupés dans une bande de ± 15 kHz autour de la porteuse-image d'un canal de télévision. Pendant la mesure, la porteuse-image de ce canal doit être coupée, afin que les battements triples composites mesurés soient ceux qui sont produits par toutes les porteuses, excepté celle du canal mesuré.

La méthode est employée comme base pour une spécification de la forme générale suivante:

«Les battements triples composites pour des groupes de porteuses dans le canal (A) à (B) dB (μ V) est de (C) dB»

où

- (A) désigne le canal dans lequel les essais sont effectués. S'il n'est pas mentionné, cela sous-entend que la spécification indiquée correspond à une spécification minimale relative aux mesures dans tous les canaux spécifiés par la liste de porteuses.
- (B) est le niveau de référence auquel il convient que toutes les porteuses soient normalement réglées pendant la mesure, sauf indication contraire. Si toutes les porteuses ne sont pas au même niveau, il convient que la spécification indique clairement le niveau de chaque porteuse par rapport au niveau de référence.
- (C) est le rapport des battements triples composites, habituellement donné comme une spécification minimale.

En raison de la grande variété des plans de fréquences utilisés dans le monde et de la nécessité de comparer rapidement les spécifications des caractéristiques des matériels de différents fabricants, les mesures doivent être effectuées à l'aide des porteuses figurant sur la liste indiquée à l'annexe C.

Les fréquences des porteuses-image sont disposées en groupes et seuls des groupes complets doivent être utilisés, sauf dans les cas indiqués ci-dessous. Si un amplificateur est spécifié pour des fréquences jusqu'à 450 MHz, le groupe A doit être utilisé. S'il est spécifié pour des fréquences jusqu'à 550 MHz, il est nécessaire d'utiliser les groupes A et B. S'il est spécifié pour des fréquences jusqu'à 862 MHz, on doit utiliser tous les groupes A, B, C, D et E.

The signal-to-intermodulation product ratio, in decibels, is given by

$$S/I = a_1 - a_2$$

where

a_1 is the attenuator value for the test signal used as a reference, in decibels;

a_2 is the attenuator value for the intermodulation product, in decibels.

4.2.3 Composite triple beat

4.2.3.1 Introduction

The method of measurement of composite triple beat using CW signals is applicable to the measurement of the ratio of the carrier to composite triple beat at a specified point in a cabled distribution system. The method can also be used to determine the composite triple beat intermodulation performance of individual items of equipment.

When the input signals are at regularly spaced intervals (as is common in most allocations for TV channels), the various distortion products tend to cluster in groups, close to the TV channels. The number of different products in each cluster increases rapidly with the number of channels, and they combine in different ways, depending on the degree of coherence between generating signals and the relative phases of the different distortion products.

The method described in this subclause measures the non-linear distortion of a device or system by the composite effect of all the beats clustered within ± 15 kHz of the vision carrier of a TV channel. During the measurement, the vision carrier of that channel shall be turned off, so that the composite triple beat measured is that generated by all the carriers except that of the measured channel.

The method is used to support a specification of the following general format:

"The composite triple beat ratio for groups of carriers in channel (A) at (B) dB(μ V) is (C) dB"

where

- (A) designates the channel in which the test is made. If omitted, the specification is understood to be a minimum specification for measurements at all the channels specified by the list of carriers.
- (B) is the reference level at which all the carriers should be set during the measurement, unless otherwise specified. If all the carriers are not at the same level, the specification should clearly indicate the level of each carrier relative to the reference level.
- (C) is the composite triple beat ratio, usually given as a minimum specification.

Because of the large variety of frequency plans in use throughout the world and the need to rapidly compare performance specifications of different manufacturers' equipment, the measurement shall be made with the carriers listed in annex C.

The vision carrier frequencies are arranged in groups and only complete groups shall be used, except as stated below. If an amplifier is specified up to 450 MHz, group A shall be used. If specified up to 550 MHz, groups A and B shall be used. If specified up to 862 MHz, all groups A, B, C, D and E shall be used.

Le groupe A peut également être utilisé partiellement. Cela dépend de la largeur de bande spécifiée du matériel en essai. Les fréquences supprimées doivent être indiquées.

Pour tous les matériels passe-bande, les caractéristiques doivent être indiquées pour le plus grand nombre possible de groupes complets. Le fabricant peut, de plus, indiquer des caractéristiques pour un nombre plus important de porteuses. Les fréquences supprimées doivent être indiquées.

4.2.3.2 Appareillage nécessaire

- a) Un analyseur de spectre ayant une largeur de bande de 30 kHz en fréquence intermédiaire (f.i.) et de 10 Hz en vidéo.

NOTE Lorsqu'on utilise un analyseur de spectre dont la capacité minimale de filtrage vidéo est supérieure à 10 Hz, il est possible que la distorsion composite d'ordre trois soit affectée de bruit; il convient alors de lire sa valeur au milieu de la trace sur l'écran.

- b) Un atténuateur variable d'impédance 75 Ω , réglable par sauts de 1 dB.
- c) Un filtre passe-bande pour chaque canal à essayer ou un filtre passe-bande accordable. Ce filtre doit affaiblir suffisamment les signaux des autres canaux présents sur le système à essayer, pour que les produits dus à la non-linéarité de l'analyseur de spectre lui-même ne contribuent pas de façon significative aux produits des battements composites à mesurer.

La bande passante de ce filtre doit présenter une réponse plate au moins à 1 dB près, dans la gamme de fréquences considérée et doit être bien adaptée sur toute la bande de fréquences. Si nécessaire, un atténuateur fixe doit être placé à l'entrée du filtre.

- d) Des générateurs de signaux non modulés, fonctionnant aux fréquences des porteuses-image utilisées dans le système à mesurer. La précision et la stabilité des générateurs doivent être meilleures que ± 5 kHz. Le nombre de générateurs nécessaires dépend du nombre de groupes de fréquences utilisés pour les essais (voir 4.2.3.1).
- e) Un mélangeur pour les signaux issus des générateurs.
- f) Des dispositifs d'adaptation, des atténuateurs et des filtres, etc., pour obtenir les niveaux corrects des signaux, de bonnes conditions d'adaptation et une réduction des signaux parasites à l'entrée du système.

4.2.4 Montage de mesure

L'appareillage doit être branché conformément à la figure 4.

4.2.4.1 Mode opératoire

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes:

- a) relier directement le point A au point B et débrancher le filtre passe-bande (voir figure 4). Régler le niveau de chaque générateur pour obtenir au point A un niveau de sortie égal à celui qui est présent lorsque le système ou le matériel à l'essai est connecté;
- b) régler l'analyseur de spectre comme suit:
- | | |
|------------------------|------------|
| largeur de bande f.i. | 30 kHz |
| largeur de bande vidéo | 10 Hz |
| balayage | 50 kHz/div |
| échelle verticale | 10 dB/div |
| durée de balayage | 0,5 s/div |
- c) régler l'analyseur de spectre de sorte que la porteuse-image du canal dans lequel la mesure doit être effectuée soit centrée sur l'écran de visualisation;

Group A also can be used in part, dependent on the specified bandwidth of the equipment under test. The frequencies deleted shall be stated.

For all passbands, the performance shall be quoted for the maximum possible number of complete groups. The manufacturer may, in addition, provide a performance figure for a larger number of carriers. The frequencies deleted shall be stated.

4.2.3.2 Equipment required

- a) A spectrum analyzer with 30 kHz intermediate frequency (i.f.) bandwidth and 10 Hz video bandwidth capability.

NOTE When using a spectrum analyzer with minimum video filtering capabilities greater than 10 Hz, the composite third-order distortion may be noisy and should be read at the middle of the trace.

- b) A variable 75 Ω attenuator, adjustable in 1 dB steps.
- c) A bandpass filter for each channel to be tested or a tunable bandpass filter. This filter shall attenuate the other channels present on the system to be tested sufficiently to ensure that the products generated by non-linearity in the spectrum analyzer itself do not contribute significantly to the composite beat products to be measured.
- The passband of this filter shall be flat at least to within 1 dB over the frequency range of interest and shall be well matched over the complete frequency band. If necessary, a fixed attenuator shall be connected at the input to the filter.
- d) CW generators, operating at the frequencies of the vision carriers used in the system to be tested. The tuning accuracy and stability shall be better than ± 5 kHz. The number of generators needed is governed by the number of groups of frequencies used for the tests (see 4.2.3.1).
- e) A combiner for the signals from the generators.
- f) Matching devices, attenuators and filters etc., to obtain the correct signal levels, matching conditions and reduction of spurious signals at the input of the system.

4.2.4 Connection of equipment

The equipment shall be connected as shown in figure 4.

4.2.4.1 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) connect point A directly to point B and disconnect the bandpass filter (see figure 4). Adjust the level of each generator for an output level at point A equal to that which will be present when the system or device under test is connected;
- b) adjust the spectrum analyzer as follows:
- | | |
|-----------------|------------|
| i.f. bandwidth | 30 kHz |
| video bandwidth | 10 Hz |
| scan width | 50 kHz/div |
| vertical scale | 10 dB/div |
| scan time | 0,5 s/div |
- c) tune the spectrum analyzer so that the vision carrier of the channel in which the measurement is to be made is centred on the display screen;

- d) régler la sensibilité de l'analyseur de spectre en utilisant à la fois ses atténuateurs d'entrée interne et externe, de sorte que la réponse à la porteuse-image corresponde à la pleine échelle de déviation de référence. En même temps, le niveau de bruit doit être inférieur d'au moins 10 dB au niveau de distorsion prévu;
- e) intercaler le filtre passe-bande correspondant au canal à mesurer et régler l'atténuateur d'entrée pour compenser l'affaiblissement dû au filtre;
- f) débrancher le générateur correspondant au canal à mesurer et boucler le mélangeur par son impédance nominale;
- g) vérifier que les produits d'intermodulation engendrés dans l'analyseur de spectre sur la totalité du canal sont inférieurs d'au moins 20 dB au rapport de distorsion prescrit. Si ce n'est pas le cas, débrancher le filtre passe-bande et répéter les étapes d) à g) de cette procédure, en réduisant la sensibilité de l'analyseur de spectre;
- h) noter la valeur de réglage de la commande de sensibilité;
- i) rebrancher le générateur de signaux et répéter les étapes c) à h) de cette procédure pour tous les canaux;
- j) brancher le dispositif à essayer entre les points A et B et régler à nouveau les générateurs pour obtenir au point B les niveaux de sortie prescrits;
- k) régler la fréquence centrale de l'analyseur de spectre de la même manière qu'à l'étape c) et intercaler le filtre passe-bande approprié;
- l) régler l'atténuateur d'entrée (interne ou externe) afin de ramener la réponse de l'analyseur de spectre sur la fréquence porteuse à pleine déviation, avec un réglage approprié de sa commande de sensibilité (se reporter à l'étape h);
- m) débrancher le générateur correspondant au canal à mesurer et boucler le mélangeur par son impédance nominale;
- n) les battements triples composites sont regroupés au voisinage de la porteuse-image, dans des limites de ± 15 kHz, de sorte que le rapport signal à battements triples composites peut être directement lu sur l'écran de l'analyseur de spectre;
- o) régler l'atténuateur A1 de la figure 4 de manière à obtenir le rapport signal à battements triples composites prescrit, et compenser la variation du niveau de sortie à l'aide de l'atténuateur A2;
- p) mesurer le niveau du signal à la sortie du dispositif à l'essai;
- q) répéter les étapes k) à p) de cette procédure pour chaque canal utilisé dans cet essai;
- r) le niveau de sortie maximal dans le cas le plus défavorable, donnant le rapport signal à battements triples composites requis doit être noté et publié.

4.2.5 Battements composites d'ordre deux

Le matériel d'essai nécessaire, le montage de mesure et le mode opératoire sont similaires à ceux prescrits pour la mesure des battements triples composites, mais avec les différences suivantes:

4.2.5.1 Appareillage nécessaire

L'appareillage d'essai nécessaire est le même que celui décrit en 4.2.3.2.

4.2.5.2 Mode opératoire

La procédure est similaire à celle prescrite pour la mesure des battements triples composites, sauf que les battements d'ordre deux ne sont pas regroupés (± 15 kHz) autour des fréquences porteuses exactes, mais peuvent se situer (± 10 kHz) à $\pm 0,75$ MHz de ces fréquences. Le rapport porteuse à battements composites d'ordre deux peut être directement lu sur l'écran de l'analyseur de spectre.

- d) adjust the sensitivity of the spectrum analyzer together with its internal and external input attenuator in such a way that the response to the vision carrier corresponds to a full-scale reference. At the same time the noise level shall be at least 10 dB lower than the distortion level expected;
- e) insert the bandpass filter corresponding to the channel to be measured and adjust the input attenuator to correct for the attenuation of the filter;
- f) disconnect the generator for the channel to be measured and terminate the combiner with its nominal impedance;
- g) verify that the intermodulation products generated in the spectrum analyzer over the entire channel are at least 20 dB below the distortion ratio required. If this is not the case, disconnect the bandpass filter and repeat steps d) to g) of this procedure with decreased sensitivity of the spectrum analyzer;
- h) note the setting of the sensitivity control;
- i) connect the signal generator again and repeat steps c) to h) of this procedure for all channels;
- j) connect the device to be tested between points A and B and reset the signal generators to obtain the required output levels at point B;
- k) adjust the centre frequency of the spectrum analyzer as in step c) and insert the appropriate bandpass filter;
- l) adjust the input attenuator (internal or external) to return the response of the spectrum analyzer to the vision carrier to full scale with the appropriate setting of its sensitivity control (see step h);
- m) disconnect the generator for the channel to be measured and terminate the combiner with its nominal impedance;
- n) the composite triple beats are clustered within ± 15 kHz of the vision carrier, so the signal/composite triple beat ratio can be read directly off the screen of the spectrum analyzer;
- o) adjust the attenuator A1 of figure 4 to obtain the required signal/composite triple beat ratio and compensate for the change in output level by using attenuator A2;
- p) measure the signal level at the output of the device under test;
- q) repeat steps k) to p) of this procedure for every channel used in this test;
- r) the worst-case maximum output level giving the required signal to composite triple beat ratio shall be noted for publication.

4.2.5 Composite second-order beat

The test equipment required, connection of equipment and measurement procedure are the same as for the composite triple beat measurement, but with the following differences.

4.2.5.1 Equipment required

The test equipment required is the same as described in 4.2.3.2.

4.2.5.2 Measurement procedure

The procedure is as for composite triple beat except that the second-order beats are not clustered (± 15 kHz) about the exact carrier frequencies but may be clustered (± 10 kHz) at $\pm 0,75$ MHz from them. The carrier/composite second-order distortion ratio can be read directly off the screen of the spectrum analyzer.

Pour les battements composites d'ordre deux, il est également nécessaire de mesurer les battements à proximité du canal à 55,25 MHz ou, lorsque cela n'est pas possible avec le matériel en essai, à la fréquence la plus basse disponible. Bien que la présence de la porteuse ne soit pas indispensable à cette fréquence, elle peut s'avérer utile à des fins de référence. Dans ce cas, les battements d'ordre deux sont regroupés autour de 48,00 MHz $\pm$ 10 kHz et 56,00 MHz $\pm$ 10 kHz, et là encore, il est possible de les lire directement sur l'écran de l'analyseur de spectre.

Le niveau de sortie maximal dans le cas le plus défavorable, donnant le rapport signal à battements composites d'ordre deux doit être noté et publié.

4.2.6 Transmodulation composite

4.2.6.1 Introduction

On utilise la méthode de mesure à plusieurs signaux. On mesure les niveaux des signaux en sortie du matériel, qui produisent le rapport de transmodulation composite d'amplitude et le rapport de transmodulation composite totale requis.

La méthode décrite est applicable à la mesure de la transmodulation par transfert de modulation, depuis plusieurs signaux brouilleurs modulés vers un signal utile non modulé.

Les mesures sont effectuées en utilisant les mêmes fréquences porteuses que celles prescrites pour les battements composites d'ordre deux, c'est-à-dire celles qui sont indiquées au tableau de l'annexe C.

La méthode utilise plusieurs signaux brouilleurs modulés en synchrone tels que la tension en crête de l'enveloppe de modulation soit égale au niveau de référence L, qui est également le niveau du signal utile non modulé.

On introduit un facteur de correction pour permettre l'utilisation de taux de modulation inférieurs à 100 % (voir tableau 1).

Tableau 1 – Facteur de correction lorsque la modulation utilisée est autre que 100 %

Modulation (à couplage alternatif) %	Correction à ajouter au rapport mesuré dB
100	0
90	0,4
80	0,9
70	1,4
60	1,9
50	2,5
40	3,1
30	3,7

La transmodulation composite d'amplitude est définie comme le transfert de la modulation d'amplitude, depuis un certain nombre de signaux modulés vers la porteuse utile et peut être exprimée comme suit (les tensions sont des tensions crête à crête):

$$20 \lg \frac{\text{tension crête à crête de modulation d' amplitude utile}}{\text{tension crête à crête de modulation d' amplitude transférée}}$$

For composite second order it is also necessary to measure the beats close to the carrier at 55,25 MHz or, where this is not possible with the equipment under test, at the lowest frequency available. Although it is not essential to have the carrier present at this frequency, it may be useful for reference purposes. In this case, the second-order beats are clustered around $48,00 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ and $56,00 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ and so again may be read directly from the screen of the spectrum analyzer.

The worst-case maximum output level giving the required signal to composite second-order distortion ratio shall be noted for publication.

4.2.6 Composite cross-modulation

4.2.6.1 Introduction

The multi-signal method of measurement is used. The equipment output signal levels that produce the required composite amplitude cross-modulation ratio and the composite total cross-modulation ratio are measured.

The method described is applicable to the measurement of cross-modulation by the transfer of modulation from multiple interfering modulated signals on to an unmodulated wanted signal.

Measurements are made using the same carrier frequencies as for composite second order, i.e. as shown in the table in annex C.

The method uses multiple interfering signals synchronously modulated such that the voltage at the peak of the modulation envelope is equal to the reference level L , which is also the level of the unmodulated wanted signal.

A correction factor is included to allow for the use of modulation depths of less than 100 % (see table 1).

Table 1 – Correction factor when the modulation used is other than 100 %

Modulation (AC coupled) %	Correction to be added to measured ratio dB
100	0
90	0,4
80	0,9
70	1,4
60	1,9
50	2,5
40	3,1
30	3,7

Composite amplitude cross-modulation is defined as the transfer of amplitude modulation from a number of modulated signals to the wanted carrier and can be expressed as follows (voltages are peak-to-peak voltages):

$$20 \lg \frac{\text{voltage of wanted amplitude modulation}}{\text{voltage of transferred amplitude modulation}}$$

La transmodulation composite totale est définie comme le transfert de la modulation totale, c'est-à-dire comme la somme vectorielle de la modulation d'amplitude et de phase, depuis un certain nombre de signaux modulés vers la porteuse utile et peut être exprimée comme suit (les tensions sont des tensions crête à crête):

$$20 \lg \frac{\text{tension crête à crête de la bande latérale utile}}{\text{tension crête à crête de la bande latérale transférée}}$$

Les résultats de mesure obtenus au taux de modulation choisi sont corrigés pour correspondre aux valeurs qui seraient obtenues avec une modulation de 100 % (voir tableau 1).

Le dispositif à l'essai est mesuré au niveau maximal du signal de sortie permettant d'obtenir un rapport donné modulation utile sur transmodulation composite (normalement 60 dB).

4.2.6.2 Conditions de mesure

- Les mesures doivent être effectuées en présence de tous les signaux d'entrée. Ces derniers doivent correspondre à la gamme de fréquences du dispositif à l'essai considéré et doivent être conformes au tableau de l'annexe C.
- Lorsque le matériel à mesurer comporte un dispositif de commande automatique de gain (CAG), les essais doivent être effectués aux niveaux de fonctionnement nominaux des signaux d'entrée.
- Tous les niveaux doivent être exprimés en valeurs efficaces.

4.2.6.3 Appareillage nécessaire

- Un voltmètre sélectif RF couvrant la gamme de fréquences du système ou du matériel à essayer, muni d'une sortie linéaire pour le signal démodulé, pour les taux de modulation à utiliser et ayant une largeur de bande convenable pour passer, sans affaiblissement, les bandes latérales utiles. Si la sélectivité et la linéarité du voltmètre ne sont pas suffisantes pour éviter la génération de signaux parasites dans le voltmètre, il est nécessaire d'intercaler le filtre passe-bande représenté à la figure 5.

Le voltmètre sélectif RF doit indiquer la valeur efficace de son signal d'entrée en crête de l'enveloppe de modulation.

- Des générateurs de signaux couvrant les fréquences porteuses-image appropriées énumérées dans la liste de l'annexe C; tous ces générateurs doivent pouvoir être modulés et doivent être linéaires pour le taux de modulation à utiliser.

NOTE Il est recommandé d'utiliser une fréquence de modulation approximativement égale à la fréquence de balayage des lignes des signaux de télévision afin de tenir compte des effets susceptibles d'être engendrés par les circuits basse fréquence (par exemple découplage) dans le matériel à essayer. Il convient que la fréquence de modulation ne soit pas un multiple de la fréquence du réseau d'alimentation.

Toute forme d'onde symétrique de modulation (excepté la modulation par impulsions) peut être utilisée, à condition que le même générateur de signaux soit utilisé pour l'étalonnage et pour la mesure et que le taux et la forme d'onde de modulation restent inchangés.

- Un générateur de modulation ayant une sortie suffisante pour fournir une modulation commune aux générateurs de signaux mentionnés en b).
- Un voltmètre sélectif basse fréquence couvrant la fréquence de modulation et présentant une gamme de niveaux d'entrée étalonnés supérieure au taux de transmodulation prévu.
- Un mélangeur, des dispositifs d'adaptation, des atténuateurs, des filtres, etc., permettant d'obtenir les niveaux de signaux, une adaptation et une réduction des signaux parasites, corrects.
- Un analyseur de spectre ayant une largeur de bande de 1 kHz en fréquence intermédiaire (f.i) et de 10 Hz en vidéo.

Composite total cross-modulation is defined as the transfer of total modulation, i.e. the vector sum of amplitude and phase modulation, from a number of modulated signals to the wanted carrier, and can be expressed as follows (voltages are peak-to-peak voltages):

$$20 \lg \frac{\text{voltage of wanted sideband}}{\text{voltage of transferred sideband}}$$

The measurement results obtained at the chosen depth of modulation are corrected to those which would be obtained with 100 % modulation (see table 1).

The device under test is measured at the maximum output signal level that will allow a particular wanted modulation/composite cross-modulation ratio to be achieved (usually 60 dB).

4.2.6.2 Conditions of measurement

- a) The measurements shall be carried out with all the input signals present. These shall be appropriate to the frequency range of the particular device under test and in accordance with the table in annex C.
- b) Where the equipment to be measured includes AGC, the tests shall be made at the input signal's nominal levels.
- c) All levels shall be expressed in RMS values.

4.2.6.3 Equipment required

- a) An RF selective voltmeter covering the frequency range of the system or equipment to be tested having linear demodulated output facilities at the depths of modulation to be used and a bandwidth adequate to pass the desired AF sidebands without attenuation. If the selectivity and linearity of the voltmeter are not adequate to prevent the generation of spurious signals, it is essential that the bandpass filter shown in figure 5 be inserted.

The RF selective voltmeter shall indicate the RMS value of its input signal at the peaks of the modulation envelope.

- b) Signal generators covering the appropriate vision carrier frequencies as listed in annex C, all having the required modulation facilities, and linear at the depth of modulation to be used.

NOTE It is recommended that the modulation frequency approximate the line scan frequency of the TV signals in order to include effects which may be caused by the low-frequency circuits (for example decoupling) in the equipment to be tested. The modulation frequency should not be a multiple of the power supply frequency.

Any symmetrical modulation waveform (excluding pulse modulation) may be used providing the same signal generator is used for both calibration and measurement, and the modulation depth and waveform remain the same.

- c) A modulating voltage generator of sufficient output to provide common modulation of the signal generators in b).
- d) An AF selective voltmeter covering the modulation frequency to be used and having a calibrated input level range exceeding the expected cross-modulation ratio.
- e) A combiner, matching devices, attenuators, filters, etc. to obtain the correct signal levels, matching and reduction of spurious signals.
- f) A spectrum analyzer with a 1 kHz i.f. bandwidth and a 10 Hz video bandwidth capability.

- g) Un filtre passe-bande pour chaque canal à essayer ou un filtre passe-bande accordable. Ce filtre doit affaiblir suffisamment les signaux des autres canaux présents sur le système à essayer, pour que les produits dus à la non-linéarité de l'analyseur de spectre lui-même ne contribuent pas de façon significative aux produits de transmodulation à mesurer. La bande passante de ce filtre doit présenter une réponse plate à au moins 1 dB près, dans la gamme de fréquences considérée, et doit être bien adaptée sur toute la bande de fréquences. Si nécessaire, un atténuateur fixe doit être raccordé à l'entrée du filtre.

4.2.6.4 Montage de mesure

Brancher l'équipement conformément à la figure 5.

4.2.6.5 Mode opératoire

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes.

- Transmodulation composite d'amplitude:
 - a) brancher la sortie du matériel à essayer au voltmètre sélectif RF;
 - b) sélectionner, à tour de rôle, chaque générateur de signaux, régler le taux de modulation et ajuster le niveau de sortie de manière à obtenir le niveau de crête RF désiré L à la sortie du matériel à essayer, en utilisant le voltmètre sélectif RF;
 - c) régler le voltmètre sélectif sur la fréquence de la porteuse choisie comme signal utile. Supprimer tous les signaux parasites. Ajuster le voltmètre sélectif basse fréquence de manière à obtenir une lecture convenable du signal démodulé. Noter la valeur de cette lecture;
 - d) couper la modulation du signal utile choisi. Ajuster la sortie non modulée de manière à obtenir le niveau RF désiré L à la sortie du matériel à essayer, en utilisant le voltmètre sélectif RF;
 - e) brancher tous les signaux modulés et, après avoir accordé le voltmètre sélectif RF sur la fréquence de la porteuse utile, noter le niveau du signal de transmodulation d'amplitude démodulé sur le voltmètre sélectif basse fréquence;
 - f) la différence en décibels entre les niveaux obtenus aux étapes c) et e), après application du facteur de correction du tableau 1, est le rapport de transmodulation d'amplitude par rapport à une modulation à 100 %. Ajuster l'atténuateur A1 de la figure 5 et compenser la variation du niveau de sortie à l'aide de l'atténuateur A2 pour obtenir le rapport de transmodulation composite d'amplitude prescrit;
 - g) le niveau de sortie maximal dans le cas le plus défavorable, pour le rapport signal à transmodulation composite d'amplitude donné, doit être noté et publié;
- Transmodulation composite totale
 - h) brancher la sortie du système ou du matériel à l'essai sur l'analyseur de spectre;
 - i) régler l'analyseur de spectre comme suit:

largeur de bande f.i.	1 kHz
largeur de bande vidéo	10 Hz
balayage	5 kHz/div
échelle verticale	10 dB/div
durée de balayage	2 s/div;
 - j) régler l'analyseur de spectre sur le canal à mesurer de manière à afficher la porteuse-image et une bande de fréquences de 25 kHz de part et d'autre de la porteuse;
 - k) couper tous les autres canaux et moduler le canal à mesurer;
 - l) intercaler le filtre passe-bande correspondant au canal à mesurer et régler l'atténuateur d'entrée pour compenser l'affaiblissement dû au filtre;

NOTE Lorsque l'on utilise un analyseur de spectre dont la capacité minimale de filtrage vidéo est supérieure à 10 Hz, il est possible que la transmodulation composite soit affectée de bruit; il convient alors de lire sa valeur au milieu de la trace.

- g) A bandpass filter for each channel to be tested or a tunable bandpass filter. This filter shall attenuate the other channels present on the system to be tested sufficiently to ensure that the products generated by non-linearity in the spectrum analyzer itself do not contribute significantly to the cross-modulation products to be measured. The passband of this filter shall be flat at least to within 1 dB over the frequency range of interest, and shall be well matched over the complete frequency band. If necessary, a fixed attenuator shall be connected to the input of the filter.

4.2.6.4 Connection of equipment

Connect the equipment as shown in figure 5.

4.2.6.5 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

- Composite amplitude cross-modulation:
 - a) connect the output of the equipment under test to the RF selective voltmeter;
 - b) select each signal generator in turn, set the modulation depth and adjust the output to give the desired RF peak level, L, at the output of the equipment to be tested using the RF selective voltmeter;
 - c) tune the selective voltmeter to the frequency of the carrier selected as the wanted signal. Switch off all the unwanted signals. Adjust the AF selective voltmeter for a convenient reading of the demodulated signal. Note this reading;
 - d) switch off the modulation on the selected wanted signal. Adjust its unmodulated output to give the desired RF level, L, at the output of the equipment to be tested, using the RF selective voltmeter;
 - e) switch on all the modulated signals and, with the RF selective voltmeter tuned to the wanted carrier frequency, note the level of the demodulated amplitude cross-modulation signal on the AF selective voltmeter;
 - f) the difference in decibels between the levels obtained in steps c) and e), corrected as in table 1, is the amplitude cross-modulation ratio referred to 100 % modulation. Adjust attenuator A1 of figure 5 and compensate for the change in output level using attenuator A2 in order to obtain the required composite amplitude cross-modulation ratio;
 - g) the worst-case maximum output level giving the required signal to composite amplitude cross-modulation ratio shall be noted for publication.
- Composite total cross-modulation
 - h) connect the output of the system or equipment under test to the spectrum analyzer;
 - i) adjust the spectrum analyzer as follows:

i.f. bandwidth	1 kHz
video bandwidth	10 Hz
scan width	5 kHz/div
vertical scale	10 dB/div
scan time	2 s/div;
 - j) tune the spectrum analyzer to the channel on which the measurement is to be made so as to display the vision carrier and a frequency range of 25 kHz either side of the carrier;
 - k) switch off all other channels and switch on the modulation of the channel to be measured;
 - l) insert the bandpass filter corresponding to the channel to be measured and adjust the input attenuator to compensate for the attenuation of the filter;

NOTE When using a spectrum analyzer with minimum video filtering capabilities greater than 10 Hz, the composite cross-modulation may be noisy and should be read at the middle of the trace.

- m) régler la sensibilité de l'analyseur de spectre à l'aide de son atténuateur d'entrée interne et/ou externe, de sorte que la réponse aux premières bandes latérales, à environ 15 kHz de part et d'autre de la porteuse-image, corresponde à la référence pleine échelle. En même temps, le niveau de bruit doit être inférieur d'au moins 10 dB au niveau de distorsion prévu;
 - n) couper la modulation de la porteuse utile et brancher toutes les autres porteuses modulées;
 - o) mesurer l'amplitude des bandes latérales de part et d'autre de la porteuse utile produite par le transfert de la transmodulation composite totale. La différence, en décibels, entre la référence pleine échelle et la plus grande des bandes latérales corrigée comme indiqué au tableau 1, est le rapport de transmodulation totale par rapport à une modulation à 100 %.
- Régler l'atténuateur A1 de la figure 5 et compenser la variation du niveau du signal de sortie à l'aide de l'atténuateur A2 afin d'obtenir la transmodulation composite totale requise;
- p) répéter les étapes a) à n) de cette procédure, en sélectionnant chaque fois un signal utile différent, jusqu'à ce tous les canaux employés dans cet essai soient sélectionnés;
 - q) le niveau de sortie maximal dans le cas le plus défavorable donnant le rapport signal à transmodulation composite totale doit être noté et publié.

4.2.7 Modulation de ronflement de porteuse

4.2.7.1 Définition

Le rapport de perturbation pour la modulation de ronflement est le rapport indiqué en décibels entre la valeur crête à crête de la porteuse non modulée et la valeur crête à crête de l'une des deux enveloppes produites par la modulation de ronflement de cette porteuse.

Le rapport de modulation de ronflement (rapport porteuse à ronflement) est indiqué à la figure 9.

4.2.7.2 Description de la méthode de mesure

4.2.7.2.1 Généralités

Cette méthode de mesure s'applique aux matériels utilisés dans les réseaux de distribution par câble de signaux radio et TV et qui sont alimentés en courant alternatif à 50 Hz.

Des tensions sinusoïdales issues d'une source d'impédance de sortie suffisamment faible sont utilisées pour les mesures. On doit indiquer la plus mauvaise valeur, tenant compte de la tension ou du courant maximal admissible, pour la gamme de fréquences de fonctionnement.

NOTE Pour les systèmes de distribution par câble, la valeur crête de la tension ou du courant d'alimentation peut être supérieure à la valeur résultant d'un calcul basé sur le facteur de forme d'onde correspondant.

Une méthode de mesure à l'oscilloscope est utilisée pour mesurer le matériel en essai.

4.2.7.2.2 Appareillage nécessaire

- Alimentation à tension réglable
- Résistance de charge variable
- Injecteur de courant
- Atténuateur variable
- Oscilloscope
- Voltmètre (valeur efficace)

- m) adjust the sensitivity of the spectrum analyzer together with its internal and/or external input attenuator in such a way that the responses to the first sidebands, approximately 15 kHz on either side of the vision carrier, correspond to a full-scale reference. At the same time, the noise level shall be at least 10 dB lower than the distortion level expected;
- n) switch off the modulation of the wanted carrier and switch on all the other modulated carriers;
- o) measure the amplitude of the sidebands on either side of the wanted carrier caused by the total composite cross-modulation transfer. The difference in decibels between the full-scale reference and the largest of the sidebands, corrected as in table 1, is the total cross-modulation ratio referred to 100 % modulation.

Adjust attenuator A1 of figure 5 and compensate for the change in output level by using the attenuator A2 in order to obtain the required total composite cross-modulation;

- p) repeat steps a) to n) of this procedure, each time selecting a different wanted signal, until all channels used in this test have been selected;
- q) the worst-case maximum output level giving the required signal-to-composite total cross-modulation ratio shall be noted for publication.

4.2.7 Hum modulation of carrier

4.2.7.1 Definition

The interference ratio for hum modulation is the ratio stated in dB between the peak-to-peak value of the unmodulated carrier and the peak-to-peak value of one of the two envelopes caused by the hum modulated to this carrier.

The hum modulation ratio (carrier/hum ratio) is shown in figure 9.

4.2.7.2 Description of the measurement method

4.2.7.2.1 General

This measurement method is valid for radio and TV signal equipment within a cabled distribution system that are supplied with alternating current, 50 Hz.

For measuring purposes sinusoidal voltages from a source with sufficient low output impedance are used. Taking into account the maximum admissible voltage or the maximum admissible current, the worst value for the operating frequency range shall be published.

NOTE For cabled distribution systems the peak value of the supply voltage or of the supply current can be higher than the value resulting from calculation using the corresponding waveform factor.

To measure the test object an oscilloscope method is used.

4.2.7.2.2 Test equipment required

- Adjustable voltage source
- Variable load resistor
- Power inserter
- Variable attenuator
- Oscilloscope
- Voltmeter (RMS)

- Ampèremètre
- Générateur RF accordable ayant des caractéristiques de bruit de phase et de modulation de ronflement suffisantes et pouvant être modulé en amplitude (400 Hz)
- Détecteur comportant un amplificateur basse fréquence (alimenté sur batterie) et un filtre passe-bas à 1 kHz en sortie, pour éliminer la distorsion basse fréquence (un filtre passe-haut doit être placé en entrée).

4.2.7.2.3 Montage de mesure

La figure 10 montre le montage de mesure à réaliser pour les matériels en essai alimentés localement. La figure 11 montre le montage de mesure à réaliser pour les matériels en essai téléalimentés.

4.2.7.3 Mode opératoire

4.2.7.3.1 Étalonnage

Le signal de référence est produit par le générateur RF représenté à la figure 10 et à la figure 11. Choisir une fréquence porteuse RF qui correspond au canal TV considéré et la moduler à 400 Hz avec un taux de modulation de 1 %. Régler le générateur RF à un niveau approprié et lire la valeur crête à crête du signal démodulé («*c*» à la figure 12) sur l'oscilloscope. C'est le signal de référence. Avec 1 % de modulation, cette valeur est $-20 \lg(0,01) = 40 \text{ dB}$. Le générateur doit ensuite être mis en position non modulé. La valeur restante «*m*» à la figure 12 est la valeur à mesurer.

Vérifier la validité du banc de mesure en connectant ensemble les points A et B et en mesurant le ronflement inhérent du montage. Le calcul du rapport de modulation de ronflement est donné en 4.2.7.4. Il convient que cette valeur soit d'au moins 10 dB meilleure que les valeurs à mesurer pour le matériel en essai. Pour les mesures avec le banc de mesure pour matériels alimentés localement, utiliser pour la vérification le banc de mesure indiqué à la figure 10. Les mesures suivantes doivent être réalisées par incréments successives dans l'ensemble de la gamme de fréquences de fonctionnement. La valeur mesurée est indépendante du niveau RF; cependant, il convient que le niveau RF soit au moins de l'ordre de grandeur du niveau de fonctionnement du matériel en essai.

4.2.7.3.2 Matériels en essai alimentés localement

Régler la tension d'alimentation du matériel en essai au maximum ou au minimum au moyen du transformateur. Le courant d'alimentation dépend de la puissance demandée par le matériel en essai. Moduler le générateur avec le signal de référence et régler le niveau au point B au moyen de l'atténuateur de façon à ce que ni le matériel en essai ni le détecteur ne soient soumis à des niveaux non admissibles. Noter l'amplitude crête à crête «*c*» du signal démodulé de référence qui est affiché sur l'oscilloscope. Couper ensuite le signal de référence et mesurer la valeur crête à crête «*m*» du signal restant.

De plus, pour les matériels en essai avec possibilités de téléalimentation sur des accès, régler le courant maximal admissible pour l'accès considéré au moyen de la résistance R.

4.2.7.3.3 Matériels en essai téléalimentés

Pour les matériels en essai téléalimentés, procéder de façon générale comme décrit en 4.2.7.3.2. La seule différence est que l'alimentation en énergie est acheminée à l'appareil par un accès RF. Dans le cas où plusieurs interfaces RF sont disponibles pour injecter l'alimentation, la procédure de mesure doit être appliquée à chacune de ces interfaces, de manière appropriée.

- Amperemeter
- Tunable RF signal generator with sufficient phase noise and hum modulation ratio, including AM capability (400 Hz)
- Detector including (battery powered) LF-amplifier and 1 kHz LP-filter in the output, to suppress low-frequency distortion (A HP-filter shall be used at the input).

4.2.7.2.3 Connection of test equipment

The connection scheme for local-powered test objects is shown in figure 10. The connection scheme for remote-powered test objects is shown in figure 11.

4.2.7.3 Measuring procedure

4.2.7.3.1 Set-up of calibration

The reference signal is generated by means of the RF signal generator shown in figure 10 and figure 11. Select an RF carrier frequency that suits the TV channel under consideration and modulate it to a depth of 1 % at a frequency of 400 Hz. Adjust the RF signal generator to an appropriate level and read the peak-to-peak value of the demodulated AM signal ("c" in figure 12) on the oscilloscope. This is the reference signal. With 1 % modulation this value is – $20 \lg(0,01) = 40$ dB. The modulation of the signal generator has to be switched off. The remaining value "m" in figure 12 is the value to be measured.

Check the suitability of the measuring set-up by connecting points A and B together and measuring the set-ups inherent hum. The calculation of the Hum Modulation Ratio is given in 4.2.7.4. This value should be at least 10 dB better than the values to be measured for the equipment under test. For measurements with set-ups for local powered objects, use as check the set-up shown in figure 10. The subsequent measurements shall be carried out in suitable increments through the entire operating frequency range. The measured value is independent from the RF level; however, the RF level should be at least the magnitude of the test object's operating level.

4.2.7.3.2 Local-powered test objects

Adjust the test object to maximum or minimum operating voltage using the transformer. The supply current depends on the power requirement of the test object. Modulate the signal generator with the reference signal and adjust the level at point B by means of an attenuator such that neither the measuring object is overdriven nor the detector is within a non-admissible operating range. Note down the peak-to-peak amplitude "c" of the demodulated reference signal which is displayed on the oscilloscope. Then switch off the reference signal and measure the peak-to-peak value "m" of the remaining signal.

In addition, for test objects with remote supply terminals, adjust the maximum admissible current for the respective terminal by means of resistor R.

4.2.7.3.3 Remote-powered test objects

For remotely supplied test objects generally proceed as described in 4.2.7.3.2. The only difference is that the supply energy is routed to the equipment via an RF terminal. In case there are several RF interfaces available for power insertion, each of these interfaces shall be included in the measurement procedure in a suitable manner.

4.2.7.4 Calcul du rapport de modulation de ronflement

La gamme de fréquences considérée pour le ronflement est comprise entre 50 Hz et 1 kHz.

4.2.7.4.1 Matériel seul

Rapport de modulation de ronflement $_{[matériel]}$ =

$$40 \text{ dB} + 20 \lg \left(\frac{c}{m} \right) \text{ (dB) pour un taux de modulation de référence de 1 \% .}$$

Pour un autre choix de taux de modulation de référence, la valeur de 40 dB doit être remplacée par le résultat de l'expression: $- 20 \lg (\text{taux de modulation})$.

4.2.7.4.2 Essai de matériels en cascade

Pour des rapports de modulation de ronflement élevés il peut être utile de monter en cascade plusieurs matériels en essai pour une meilleure détermination des valeurs mesurées. Pour calculer un matériel seul, utiliser alors la formule suivante:

Rapport de modulation de ronflement $_{[matériel]}$ =

$$\text{modulation de ronflement}_{[cascadé]} + 20 \lg n \text{ (dB)}$$

où n est le nombre de matériels en essai montés en cascade.

4.2.7.4.3 Correction de la valeur de boucle

Dans le cas où une correction d'étalonnage est nécessaire utiliser la formule suivante:

Rapport de modulation de ronflement $_{[matériel]}$ =

$$-20 \lg \left[10 - \frac{\text{valeur mesurée}}{20} - 10 - \frac{\text{correction d'étalonnage}}{20} \right] \text{ (dB)}$$

4.3 Réponse de la commande automatique de gain et de pente à une variation instantanée

Dans les systèmes de télévision par câble utilisant des amplificateurs à large bande munis de dispositifs de commandes automatiques de gain et de pente, il est important de choisir soigneusement les constantes de temps des commandes pour éviter les instabilités lorsque les amplificateurs sont montés en cascade. Par ailleurs, un choix correct des constantes de temps constitue un avantage notable au cours des mesures effectuées avec des analyseurs pour réseaux de distribution par câble.

La constante de temps de la commande, T_c , est la durée pour laquelle le niveau en sortie d'un amplificateur se réduit de 50 % de la variation instantanée produite par une variation instantanée du niveau à l'entrée de cet amplificateur.

NOTE On suppose que la courbe de la commande est exponentielle. Contrairement à la définition normale d'une constante de temps, la valeur de 50 % a été choisie comme une valeur plus aisée à lire sur l'écran d'un analyseur de spectre (voir figure 7).

On utilise la méthode suivante sur les matériels utilisant des fréquences pilotes.

4.2.7.4 Calculating the hum modulation ratio

The considered frequency range for the hum is from 50 Hz to 1 kHz.

4.2.7.4.1 Individual object

Hum modulation ratio $_{[DUT]}$ =

$$40 \text{ dB} + 20 \lg \left(\frac{c}{m} \right) (\text{dB}) \text{ for } 1 \% \text{ reference modulation depth.}$$

For other chosen reference modulation depth, the value 40 dB has to be replaced by the result of the term: $-20 \lg (\text{modulation depth})$.

4.2.7.4.2 Cascaded test objects

For high hum modulation ratios it can be useful to cascade several test objects for better determination of the measuring values. Then, for calculating the individual object, use the following formula:

Hum modulation ratio $_{[DUT]}$ =

$$\text{hum modulation ratio}_{[cascaded]} + 20 \lg n (\text{dB})$$

where n is the number of cascaded test objects.

4.2.7.4.3 Loop value correction

In case a set-up calibration correction is required, use the following formula:

Hum modulation ratio $_{[DUT]}$ =

$$-20 \lg \left(10^{-10} \frac{\text{measured value}}{20} - 10^{-10} \frac{\text{calibration correction}}{20} \right) (\text{dB})$$

4.3 Automatic gain and slope control step response

In cabled television systems using broadband amplifiers having automatic gain and slope controls, it is important to have carefully chosen control time constants to prevent instability when amplifiers are cascaded. Moreover, correctly chosen time constants are an advantage during measurements with CATV systems analyzers.

The control time constant, T_c , is the time in which the effect on the output of an instantaneous change in level at the input of an amplifier is reduced to 50 % of the instantaneous change.

NOTE It is assumed that the control curve follows an exponential function. Contrary to the normal definition of a time constant, the 50 % value has been chosen as it is more easily read on the display of a spectrum analyzer (see figure 7).

The following procedure is used on equipment using pilot frequencies.

4.3.1 Appareillage nécessaire

- a) Deux générateurs de fréquences pilotes (ou un seul si on utilise une seule fréquence pilote).
- b) Un mélangeur pour les deux générateurs de fréquences pilotes.
- c) Un atténuateur commutable.
- d) Deux commutateurs rotatifs (à établissement d'un contact avant l'ouverture de l'autre).
- e) Deux câbles présentant un affaiblissement de 2 dB à la plus haute fréquence de la gamme de fréquences de l'amplificateur.
- f) Un analyseur de spectre à mémoire.

4.3.2 Montage de mesure

L'équipement est branché conformément à la figure 6.

4.3.3 Mode opératoire

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes:

- a) les deux commutateurs rotatifs RS_1 et RS_2 étant en position B (aucun câble), s'assurer que les signaux pilotes ont la même valeur et que les niveaux d'entrée se situent dans la plage de fonctionnement normal du dispositif soumis à l'essai;
- b) placer le commutateur rotatif RS_1 sur A (câble 1) et brancher le dispositif soumis à l'essai. Avec un égalisateur enfichable de 2 dB (ou un égalisateur à câbles de 2 dB placé à l'entrée du dispositif à l'essai), les signaux pilotes ont le même niveau au premier étage de l'amplificateur;
- c) commuter le dispositif à l'essai sur le mode de commande automatique de gain. Il convient que le niveau des deux fréquences pilotes soit normal sur l'analyseur de spectre;
- d) sélectionner la fréquence pilote supérieure à l'aide de l'analyseur de spectre réglé sur les valeurs suivantes:

excursion de fréquence	0 MHz
largeur de bande f.i.	3 MHz
durée de balayage	0,5 s/div
échelle verticale	1 dB/div;
- e) placer le commutateur rotatif RS_2 sur A (variation négative) peu de temps après le début du balayage de l'analyseur de spectre (voir figure 7). Mesurer la constante de temps de la commande T_c ;
- f) répéter la procédure avec les commutateurs rotatifs dans les mêmes positions de départ (RS_1 sur A et RS_2 sur B) et placer le commutateur rotatif RS_1 sur B (aucun câble), (variation positive);
- g) répéter la procédure pour la fréquence pilote inférieure.

4.3.4 Facteur de bruit

Normalement, le facteur de bruit est mesuré soit à l'aide d'un générateur de bruit étalonné adapté à la gamme de fréquences prescrite soit, de manière plus commode, à l'aide d'un instrument de mesure automatique du facteur de bruit, en utilisant une source de bruit supplémentaire.

Les paragraphes suivants décrivent la méthode de mesure à «deux fois la puissance» utilisant un générateur de bruit étalonné.

4.3.1 Equipment required

- a) Two pilot frequency generators (or one if only one pilot frequency is used).
- b) A combiner for the two pilot frequency generators.
- c) One switched attenuator.
- d) Two rotary switches (make-before-break).
- e) Two cables with attenuation of 2 dB at the highest frequency of the amplifier range.
- f) A spectrum analyzer with storage display.

4.3.2 Connection of equipment

The equipment is connected as shown in figure 6.

4.3.3 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) with the rotary switches RS_1 and RS_2 in position B (no cable), ensure that the pilot signals have the same value and that the input levels are in the normal operating range of the device under test;
- b) turn the rotary switch RS_1 to position A (cable 1) and connect the device under test. With a 2 dB plug-in equalizer (or an additional 2 dB cable equalizer in front of the device under test), the pilot signals will have the same level at the first stage of the amplifier;
- c) switch the device under test to automatic gain control. The two pilot frequencies on the spectrum analyzer should be at normal level;
- d) tune to the upper pilot frequency using the spectrum analyzer on the following settings:

frequency span	0 MHz
i.f. bandwidth	3 MHz
scan time	0.5 s/div
vertical scale	1 dB/div
- e) turn the rotary switch RS_2 to position A (negative step) shortly after the start of the spectrum analyzer scan (see figure 7). Measure the control time constant T_C ;
- f) repeat the procedure with the rotary switches in the same start positions (RS_1 at A, RS_2 at B) and turn RS_1 to position B (no cable), (positive step);
- g) repeat the procedure for the lower pilot frequency.

4.3.4 Noise figure

Normally the noise figure is measured using either a calibrated noise generator suitable for the required frequency range or, more conveniently, with an automatic noise figure meter using an excess noise source.

The following subclauses describe the "twice power" method of measurement using a calibrated noise generator.

4.3.5 Appareillage nécessaire

- a) Un générateur de bruit (source de bruit supplémentaire) adapté à la gamme de fréquences utilisée, étalonné en dB ou en KT_0 .
- b) Un atténuateur de 3 dB.
- c) Un voltmètre sélectif.

4.3.6 Montage de mesure

Le matériel est branché conformément à la figure 8. Il est souhaitable que la longueur du branchement entre le générateur de bruit et le dispositif en essai soit courte. Il convient que l'impédance de tous les appareils soit égale à 75Ω .

4.3.7 Mode opératoire

La méthode de mesure comprend les étapes suivantes:

- a) régler le voltmètre sur un niveau de référence convenable à la fréquence utile, sans l'affaiblissement de 3 dB et sans bruit supplémentaire à l'entrée du dispositif en essai (générateur de bruit hors service). Il convient que le niveau de bruit mesuré soit supérieur d'au moins 10 dB à la valeur indiquée par le voltmètre, lorsque son entrée est reliée à une impédance de 75Ω . Il convient que la largeur de bande du voltmètre soit réglée pour obtenir une lecture stable;
- b) intercaler l'atténuateur de 3 dB et augmenter le niveau de sortie du générateur de bruit jusqu'à ce que le voltmètre revienne au niveau de référence initial;
- c) lire la valeur du facteur de bruit sur le générateur de bruit;
- d) répéter les étapes a) à c) pour différentes fréquences dans la bande. Le cas le plus défavorable doit être indiqué.

5 Exigences générales et recommandations

5.1 Exigences générales

Lorsque la norme fait appel à des valeurs de caractéristiques devant être publiées, ces valeurs doivent être indiquées, si applicable, pour chaque entrée et pour chaque sortie.

Ces valeurs de caractéristiques publiées doivent s'appliquer lorsque les méthodes de mesure décrites à l'article 4 ou des méthodes équivalentes sont utilisées.

Il convient que des instructions d'utilisation et d'installation soient disponibles.

5.2 Sécurité

Les exigences de sécurité applicables spécifiées dans la CEI 60728-11 doivent être respectées.

5.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les exigences de compatibilité électromagnétique applicables spécifiées dans la CEI 60728-2 doivent être respectées.

5.4 Gamme de fréquences

La ou les gammes de fréquences pour lesquelles le matériel est spécifié doivent être publiées.

4.3.5 Equipment required

- a) A noise generator (excess noise source) suitable for the frequency range in use, with dB or KT_0 calibration.
- b) A 3 dB attenuator.
- c) A frequency selective power meter (voltmeter).

4.3.6 Connection of equipment

The equipment is connected as in figure 8. The connection between the noise generator and the device under test should be short. The impedance of all equipment should be 75 Ω .

4.3.7 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) set a convenient reference on the power meter at the wanted frequency without the 3 dB attenuator and without additional noise at the input port of the device under test (noise generator turned off). The measured noise level should be at least 10 dB higher than the indication of the power meter if its input is terminated in 75 Ω . The bandwidth of the power meter should be adjusted to obtain a stable reading;
- b) insert the 3 dB attenuator and increase the noise generator output level until the power meter returns to the original reference level;
- c) read the noise figure from the noise generator;
- d) repeat steps a) to c) at different frequencies across the band. The worst case shall be stated.

5 Performance requirements and recommendations

5.1 General requirements

Where the standard calls for performance figures to be published, these shall be stated, if appropriate, for each input and output port.

Published performance figures shall apply when the methods of measurement given in clause 4 or equivalent methods are used.

Service and installation instructions should be available.

5.2 Safety

The relevant safety requirements as laid down in IEC 60728-11 shall be met.

5.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

The relevant EMC requirements as laid down in IEC 60728-2 shall be met.

5.4 Frequency range

The frequency range or ranges for which the equipment is specified shall be published.

5.5 Impédance et facteur d'adaptation

L'impédance nominale doit être égale à 75 Ω .

Les exigences relatives au facteur d'adaptation d'un amplificateur dépendent de sa position et de sa fonction au sein du système. Toutes les bornes d'entrée et de sortie du matériel doivent respecter les spécifications dans toutes les conditions spécifiées de commande automatique ou manuelle de gain et de pente et avec toutes les combinaisons des égalisateurs enfichables et des atténuateurs prévus.

Pour les amplificateurs de classe 1, le facteur d'adaptation doit être de catégorie B et pour les amplificateurs de classe 2, le facteur d'adaptation doit être de catégorie C.

Le tableau 2 indique les exigences relatives aux caractéristiques pour chaque catégorie de facteur d'adaptation.

Tableau 2 – Exigences concernant le facteur d'adaptation pour tous les matériels

Catégorie	Gamme de fréquences MHz	Exigence
A	5 à 40	≥ 22 dB
	40 à 1 750	≥ 22 dB – 1,5 dB/octave, mais ≥ 14 dB
	1 750 à 3 000	14 dB décroissant linéairement à 10 dB
B	5 à 40	≥ 18 dB
	40 à 1 750	≥ 18 dB – 1,5 dB/octave, mais ≥ 10 dB
	1 750 à 3 000	10 dB décroissant linéairement à 6 dB
C	5 à 40	≥ 14 dB
	40 à 1 750	≥ 14 dB – 1,5 dB/octave, mais ≥ 10 dB
D	5 à 1 750	≥ 10 dB
	1 750 à 3 000	10 dB décroissant linéairement à 6 dB

Les fabricants doivent indiquer la catégorie de facteur d'adaptation de chaque amplificateur.

Pour les amplificateurs de classe autre que 1 ou 2, les fabricants doivent spécifier la valeur minimale du facteur d'adaptation en utilisant la méthode de mesure décrite en 4.1.1 et la présentation du tableau 2. Certains amplificateurs peuvent avoir différentes catégories de facteur d'adaptation pour des bornes différentes.

5.6 Gain

On doit publier le gain minimal et maximal garanti de l'amplificateur, exprimé en décibels, à la plus haute fréquence spécifiée.

5.6.1 Commande de gain

On doit publier la gamme, exprimée en décibels, de toute commande de gain.

5.5 Impedance and return loss

The nominal impedance shall be 75 Ω .

Amplifier return loss requirements are dependent on its position and purpose in the system. All input and output ports of the unit shall meet the specification under all specified conditions of automatic or manual gain and slope controls, and with any combination of plug-in equalizers and attenuators fitted.

For amplifier quality grade 1, the return loss shall be category B and for amplifier quality grade 2, the return loss shall be category C.

The performance requirement for each return loss category is given in table 2.

Table 2 – Return loss or attenuation requirements for all equipment

Category	Frequency range MHz	Requirement
A	5 to 40	≥ 22 dB
	40 to 1750	≥ 22 dB – 1,5 dB/octave, but ≥ 14 dB
	1 750 to 3 000	14 dB increasing linear to 10 dB
B	5 to 40	≥ 18 dB
	40 to 1 750	≥ 18 dB – 1,5 dB/octave, but ≥ 10 dB
	1 750 to 3 000	10 dB increasing linear to 6 dB
C	5 to 40	≥ 14 dB
	40 to 1 750	≥ 14 dB – 1,5 dB/octave, but ≥ 10 dB
D	5 to 1 750	≥ 10 dB
	1 750 to 3 000	10 dB increasing linear to 6 dB

Manufacturers shall state the return loss category of each amplifier.

For amplifiers of quality grades other than 1 or 2, manufacturers shall specify the minimum return loss ratio using the method of measurement described in 4.1.1 and presentation as in table 2. Some amplifiers may have different return loss ratio categories for different ports.

5.6 Gain

The minimum and maximum guaranteed gain of the amplifier, in decibels, at the highest specified frequency shall be published.

5.6.1 Gain control

The range, in decibels, of any gain control shall be published.

5.6.2 Pente et commande de pente

On doit publier la caractéristique de toute pente fixe, si celle-ci est prévue, et la caractéristique du câble pour cette pente. La pente doit être exprimée sous la forme d'une formule indiquant la relation entre l'affaiblissement, en décibels, et la fréquence, ou on doit indiquer le câble d'essai particulier utilisé pour l'essai en usine.

On doit publier la gamme, exprimée en décibels, de toute commande de pente variable, par rapport à la valeur moyenne.

5.7 Ondulation

L'ondulation de la réponse amplitude fréquence entre les bornes d'entrée et de sortie doit être publiée. On suppose que la pente est annulée soit par le calcul, soit par le câble.

L'ondulation en bande étroite aux bornes de sortie ne doit pas dépasser 0,2 dB_{crête à crête} dans une bande de 0,5 MHz et 0,5 dB_{crête à crête} dans une bande de 7 MHz.

La spécification de l'ondulation doit être obtenue dans toutes les conditions spécifiées de commande automatique et manuelle de gain, et également avec toutes les combinaisons des égalisateurs enfichables et des atténuateurs spécifiés pour le dispositif.

5.8 Points d'essai

Les points d'essai doivent être de 75 Ω ou adaptés à 75 Ω par l'intermédiaire d'une sonde d'essai. Le facteur d'adaptation doit correspondre à celui de la classe de l'amplificateur, conformément au tableau 2. L'affaiblissement et l'ondulation doivent être publiés.

5.9 Retard de groupe

5.9.1 Inégalité de retard entre la luminance et la chrominance

L'inégalité de retard dans le cas le plus défavorable, exprimée en nanosecondes, entre la luminance et la chrominance (4,43 MHz dans un seul canal de télévision PAL ou SECAM et 3,58 MHz dans un seul canal de télévision NTSC) doit être publiée. Le canal donnant le cas le plus défavorable doit être identifié par sa fréquence.

5.9.2 Inégalité de retard entre luminance et chrominance pour d'autres systèmes de télévision et autres modulations

Cette inégalité doit être mesurée sur la largeur de bande nominale du canal et la valeur dans le cas le plus défavorable doit être publiée, si cela est applicable.

5.10 Facteur de bruit

Le facteur de bruit maximal dans la gamme de fréquences spécifiée doit être publié.

5.11 Distorsion non linéaire

Si l'amplificateur est prévu pour un fonctionnement avec pente, les mesures doivent être effectuées avec une sortie avec pente.

Les essais spécifiés sont applicables à différentes catégories d'amplificateurs, comme suit:

- a) pour les amplificateurs à large bande destinés à fonctionner avec plus de 10 canaux de télévision à des fréquences inférieures à 862 MHz: battements triples composites, battements composites d'ordre deux et transmodulation composite;

NOTE 1 Les fabricants peuvent également publier les caractéristiques d'intermodulation d'ordre deux et d'ordre trois.

5.6.2 Slope and slope control

The characteristic of any fixed slope, if fitted, and cable characteristic for that slope, shall be published. This shall be in the form of a formula showing the relationship between attenuation, in decibels, and frequency, or the particular test cable used for the factory test shall be stated.

The range, in decibels, of any variable slope control, relative to the mean value, shall be published.

5.7 Flatness

The flatness of the amplitude frequency response from the input to the output ports shall be published. Slope is assumed to be eliminated either by calculation or by cable.

Narrowband flatness to the output ports shall be within 0,2 dB_{peak-to-peak}/0,5 MHz and 0,5 dB_{peak-to-peak}/7 MHz.

The flatness specification shall be achieved in all specified conditions of automatic and manual gain controls, and also with any combination of plug-in equalizers and attenuators specified for the device.

5.8 Test points

Test points shall be 75 Ω or adapted to 75 Ω through a test probe. The return loss shall correspond to that of the quality grade of the amplifier according to table 2. The attenuation and flatness shall be published.

5.9 Group delay

5.9.1 Chrominance/luminance delay inequality

The worst case delay inequality, in nanoseconds, between the luminance and chrominance (4,43 MHz within a single PAL/SECAM television channel and 3,58 MHz within a single NTSC television channel) shall be published. The worst-case channel shall be identified by frequency.

5.9.2 Chrominance/luminance delay inequality for other television standards and modulation systems

These shall be measured over the relevant channel bandwidth and the worst-case figure shall be published, if relevant.

5.10 Noise figure

The maximum noise figure over the specified frequency range shall be published.

5.11 Non-linear distortion

If the amplifier is designed for sloped operation, measurements shall be carried out with sloped output.

The tests outlined are applicable to various categories of amplifiers as follows:

- a) for wideband amplifiers intended for operation with more than 10 television channels in the range below 862 MHz: composite triple beat, composite second order and composite cross-modulation;

NOTE 1 Manufacturers may also publish second-order and third-order intermodulation performance.

- b) pour les amplificateurs destinés à fonctionner avec moins de 10 canaux de télévision à des fréquences inférieures à 862 MHz, y compris les amplificateurs pour la voie auxiliaire (voie de retour) au-dessous de 70 MHz: distorsion d'ordre deux et distorsion d'ordre trois;

NOTE 2 Il convient que le nombre maximal de canaux soit clairement indiqué dans la spécification.

- c) pour les amplificateurs fonctionnant à des fréquences supérieures à 862 MHz, normalement avec des signaux MF uniquement: distorsion d'ordre deux et distorsion d'ordre trois;

NOTE 3 Les mesures de distorsion composite pour ce type d'amplificateur restent à l'étude.

5.11.1 Distorsion d'ordre deux

La valeur dans le cas le plus défavorable doit être publiée comme le niveau de sortie, exprimé en dB (μ V), donnant un rapport signal à distorsion de 60 dB, ou de 35 dB pour des amplificateurs transmettant seulement des signaux MF dans la bande passante.

NOTE Pour certains amplificateurs (par exemple à réaction aval, dit «feedforward»), il peut ne pas être possible de mesurer une distorsion de 60 dB; dans de tels cas, il est admis d'indiquer un niveau de sortie pour un rapport signal à distorsion plus élevé.

5.11.2 Distorsion d'ordre trois

La valeur dans le cas le plus défavorable doit être publiée comme le niveau de sortie, exprimé en dB (μ V), donnant un rapport signal à distorsion de 60 dB, ou de 35 dB pour des amplificateurs transmettant seulement des signaux MF dans la bande passante.

NOTE Pour certains amplificateurs (par exemple à réaction aval, dit «feedforward»), il peut ne pas être possible de mesurer une distorsion de 60 dB; dans de tels cas, il est admis d'indiquer un niveau de sortie pour un rapport signal à distorsion plus élevé.

5.11.3 Battements triples composites

La valeur dans le cas le plus défavorable pour tous les canaux doit être publiée comme le niveau de sortie, exprimé en dB (μ V), donnant un rapport signal à distorsion de 60 dB.

NOTE Pour certains amplificateurs (par exemple à réaction aval, dit «feedforward»), il peut ne pas être possible de mesurer une distorsion de 60 dB; dans de tels cas, il est admis d'indiquer un niveau de sortie pour un rapport signal à distorsion plus élevé.

5.11.4 Battements composites d'ordre deux

La valeur dans le cas le plus défavorable pour tous les canaux doit être publiée comme le niveau de sortie, exprimé en dB (μ V), donnant un rapport signal à distorsion de 60 dB.

NOTE Pour certains amplificateurs (par exemple à réaction aval, dit «feedforward»), il peut ne pas être possible de mesurer une distorsion de 60 dB; dans de tels cas, il est admis d'indiquer un niveau de sortie pour un rapport signal à distorsion plus élevé.

5.11.5 Transmodulation composite

La valeur dans le cas le plus défavorable pour tous les canaux doit être publiée comme le niveau de sortie, exprimé en dB (μ V), donnant un rapport signal à distorsion de 60 dB.

On doit publier deux valeurs qui correspondent uniquement au transfert de modulation, mesurée par démodulation d'amplitude, et au transfert total de modulation mesuré avec un analyseur de spectre.

NOTE Pour certains amplificateurs (par exemple à réaction aval, dit «feedforward»), il peut ne pas être possible de mesurer une distorsion de 60 dB; dans de tels cas, il est admis d'indiquer un niveau de sortie pour un rapport signal à distorsion plus élevé.

- b) for amplifiers intended for operation with less than 10 television channels in the range below 862 MHz, including return path amplifiers below 70 MHz: second-order and third-order distortion;

NOTE 2 The maximum number of channels should be clearly stated in the specification.

- c) for amplifiers operating in the range above 862 MHz, usually with only FM signals: second-order and third-order distortion.

NOTE 3 Composite distortion measurements for these amplifiers remain under consideration.

5.11.1 Second-order distortion

The worst-case value shall be published as the output level, in dB (μ V), that gives 60 dB signal-to-distortion ratio, or 35 dB for amplifiers carrying only FM signals in the passband.

NOTE For some amplifiers (for example, feedforward) it may not be possible to measure 60 dB distortion; in these cases, the output level for a greater signal-to-distortion ratio may be stated.

5.11.2 Third-order distortion

The worst-case value shall be published as the output level, in dB (μ V), that gives 60 dB signal-to-distortion ratio, or 35 dB for amplifiers carrying only FM signals in the passband.

NOTE For some amplifiers (for example, feedforward) it may not be possible to measure 60 dB distortion; in these cases, the output level for a greater signal-to-distortion ratio may be stated.

5.11.3 Composite triple beat

The worst-case value over all channels shall be published as the output level, in dB (μ V), that gives 60 dB signal-to-distortion ratio.

NOTE For some amplifiers (for example, feedforward) it may not be possible to measure 60 dB distortion; in these cases, the output level for a greater signal-to-distortion ratio may be stated.

5.11.4 Composite second order

The worst-case value over all channels shall be published as the output level, in dB (μ V), that gives 60 dB signal-to-distortion ratio.

NOTE For some amplifiers (for example, feedforward) it may not be possible to measure 60 dB distortion; in these cases, the output level for a greater signal-to-distortion ratio may be stated.

5.11.5 Composite cross modulation

The worst-case value over all channels shall be published as the output level, in dB (μ V), that gives 60 dB signal-to-distortion ratio.

Two output level values shall be published. These correspond to the transfer of amplitude modulation only, as measured by amplitude demodulation, and to the total modulation transfer as measured on a spectrum analyzer.

NOTE For some amplifiers (for example, feedforward) it may not be possible to measure 60 dB distortion; in these cases, the output level for a greater signal-to-distortion ratio may be stated.

5.12 Commande automatique de gain et de pente

Les fréquences pilotes et la gamme dynamique doivent être publiées. La gamme dynamique est définie dans ce cas par les variations minimale et maximale du niveau d'entrée, exprimées en décibels, qui peuvent être compensées par l'amplificateur à la fréquence la plus élevée et à la fréquence la plus basse. La variation maximale du niveau de sortie, à la fréquence la plus élevée et à la fréquence la plus basse correspondant aux variations du niveau d'entrée pour la gamme dynamique spécifiée et sur la plage de température spécifiée, doit être publiée.

NOTE Cela peut ne pas correspondre à la variation aux fréquences pilotes, si les pilotes ne sont pas proches de la fréquence la plus élevée ou de la fréquence la plus basse.

La constante de temps de la commande pour la réponse à une variation instantanée doit être publiée.

5.13 Modulation de ronflement

La valeur de modulation de ronflement doit être indiquée en décibels pour le cas le plus défavorable de tension et de courant crête spécifié pour le matériel.

5.14 Alimentation en énergie

Les informations suivantes doivent être publiées:

- tension alternative d'entrée, en valeur efficace, et la gamme de fréquences;
- puissance absorbée par l'ensemble amplificateur complet ou par chaque module actif;
- pour les amplificateurs modulaires, le courant et la tension continus nécessaires à, ou fournis par, chaque module actif;
- tension d'ondulation crête à crête dans le cas le plus défavorable, si la tension d'alimentation est disponible pour un usage externe.

5.15 Conditions ambiantes

Les fabricants doivent publier des informations concernant les conditions ambiantes applicables à leurs produits, conformément aux exigences des publications suivantes:

5.15.1 Stockage (effets simulés)

CEI 60068-2-48

5.15.2 Transport

Transport aérien (essais combinés froid/basse pression atmosphérique) CEI 60068-2-40

Transport par route (essai de secousses) CEI 60068-2-29

Transport par route (essai de chocs) CEI 60068-2-27

5.15.3 Installation ou maintenance

Essai de chute et de culbute CEI 60068-2-31

Essai de chute libre CEI 60068-2-32

5.15.4 Utilisation

Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP) CEI 60529

Catégorie climatique des composants ou des matériels pour le stockage et l'utilisation, telle que définie à l'Annexe A de la CEI 60068-1

Froid CEI 60068-2-1

5.12 Automatic gain and slope control

The pilot frequencies and the dynamic range shall be published. Dynamic range is, in this case, defined as the minimum and maximum input level variations, in decibels, which can be compensated for by the amplifier, at the highest and lowest frequencies. Maximum variation in the output level at the highest and lowest frequencies, corresponding to the input level variations for the specified dynamic range and over the specified temperature range, shall be published.

NOTE This may not correspond to the variation at the pilot frequencies if the pilots are not close to the highest and lowest frequencies.

The control time constant of the step response shall be published.

5.13 Hum modulation

The value of the hum modulation shall be published in decibels at the worst case of voltage and specified peak-current of the equipment.

5.14 Power supply

The following shall be published:

- input AC RMS voltage and frequency range;
- power consumption to complete amplifier assembly or to each active module;
- for modular amplifiers, DC current and voltage required for, or given by, each active module;
- worst case peak-to-peak ripple voltage, if the supply voltage is available for external use.

5.15 Environmental

Manufacturers shall publish relevant environmental information on their products in accordance with the requirements of the following publications:

5.15.1 Storage (simulated effects of)

IEC 60068-2-48

5.15.2 Transportation

Air freight (combined cold and low pressure)

IEC 60068-2-40

Road transport (bump test)

IEC 60068-2-29

Road transport (shock test)

IEC 60068-2-27

5.15.3 Installation or maintenance

Topple or drop test

IEC 60068-2-31

Free fall test

IEC 60068-2-32

5.15.4 Operation

Protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60529

Climatic category of component or equipment
for storage and operation as defined in

Appendix A of IEC 60068-1

Cold

IEC 60068-2-1

Chaleur sèche	CEI 60068-2-2
Chaleur humide	CEI 60068-2-30
Variation de température (essai Nb)	CEI 60068-2-14
Vibrations (sinusoïdales)	Annexe B de la CEI 60068-2-6

Ceci afin de permettre aux utilisateurs de juger de l'aptitude des produits par rapport à quatre exigences principales: le stockage, le transport, l'installation et l'utilisation.

5.16 Marquage

Il est recommandé d'utiliser les symboles de la CEI 60416 et de la CEI 60417 pour le marquage des entrées et des sorties.

Chaque matériel doit être marqué lisiblement et durablement avec le nom du fabricant et le numéro de type.

5.17 Moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF)

A l'étude.

Dry heat	IEC 60068-2-2
Damp heat	IEC 60068-2-30
Change of temperature (test Nb)	IEC 60068-2-14
Vibration (sinusoidal)	Appendix B of IEC 60068-2-6

This will enable users to judge the product's suitability with regard to four main requirements: storage, transportation, installation and operation.

5.16 Marking

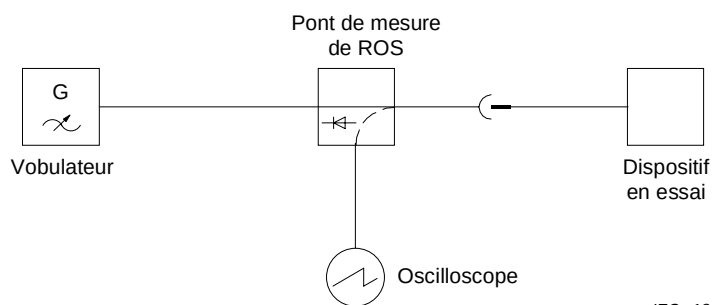
It is recommended that symbols in accordance with IEC 60416 and IEC 60417 be used when marking ports.

Each equipment shall be legibly and durably marked with manufacturer's name and type number.

5.17 Mean operating time between failure (MTBF)

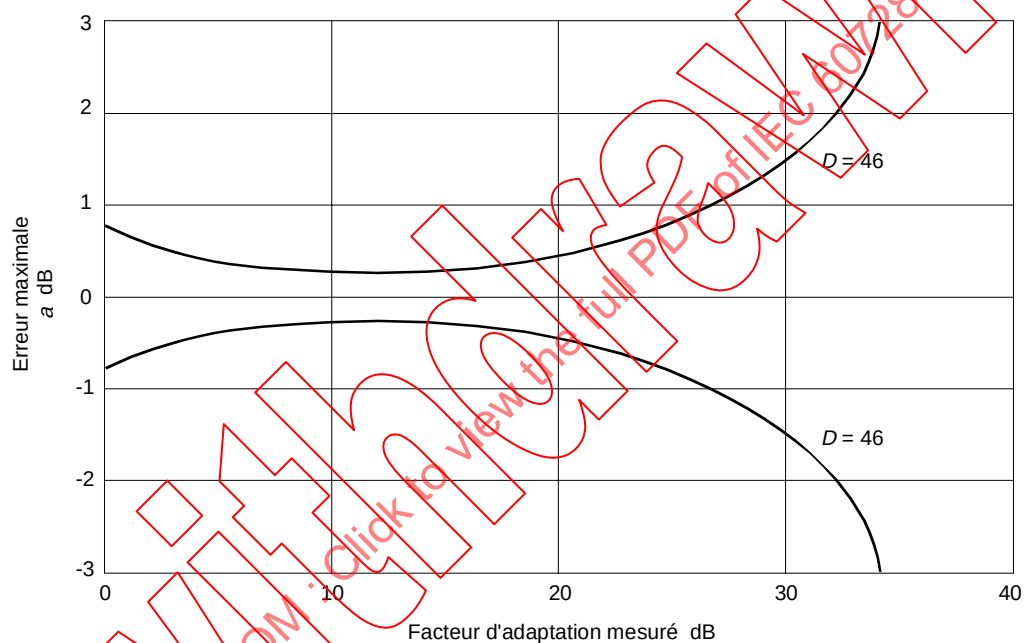
Under consideration

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2000



IEC 1881/2000

Figure 1 – Mesure du facteur d'adaptation



IEC 1882/2000

Figure 2 – Erreur maximale, a , pour la mesure du facteur d'adaptation à l'aide du pont de mesure de ROS, avec une directivité de 46 dB et un facteur d'adaptation de la voie d'essai de 26 dB

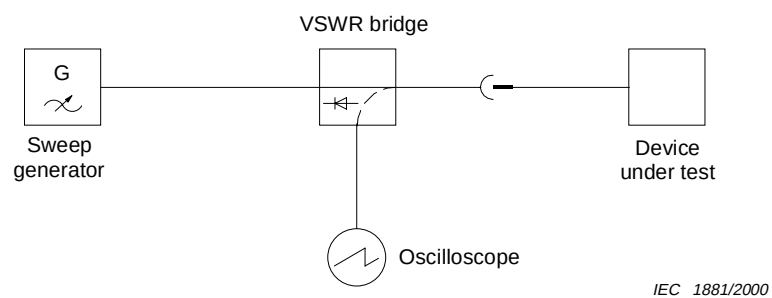


Figure 1 – Measurement of return loss

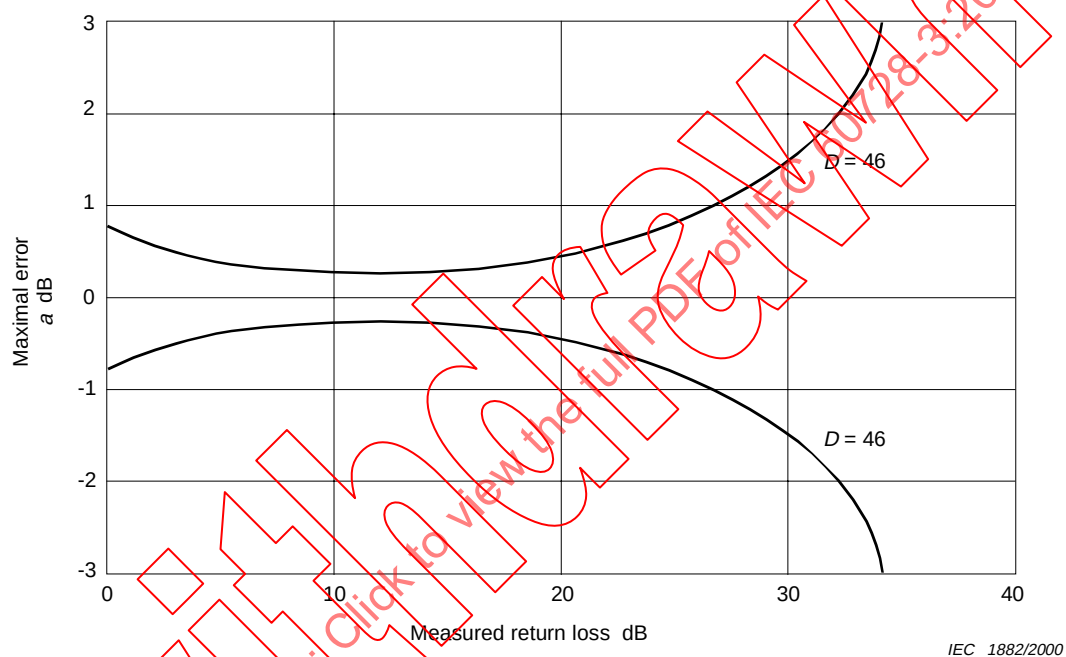
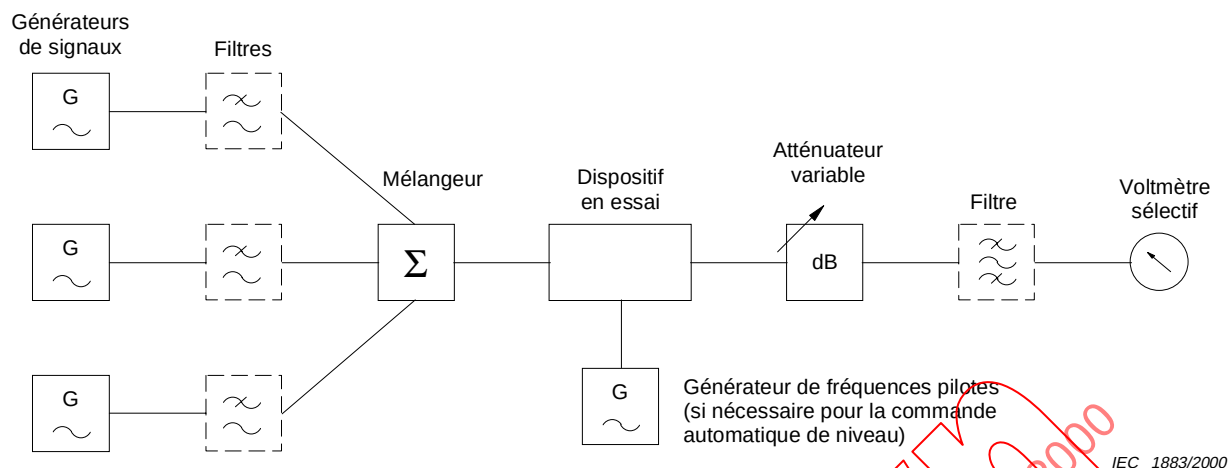


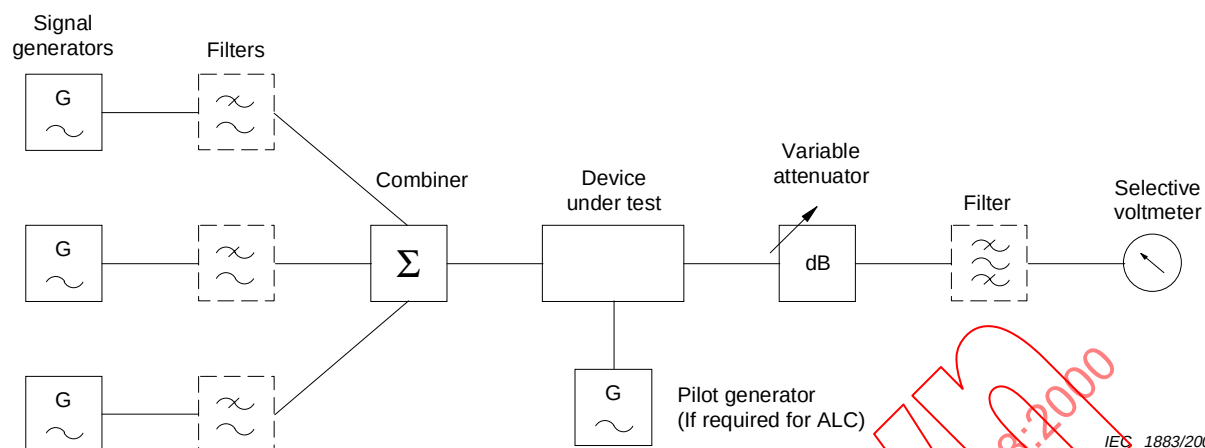
Figure 2 – Maximum error, a , for measurement of return loss using VSWR bridge with 46 dB directivity and 26 dB test port return loss



NOTE 1 Les exigences relatives aux éléments du matériel d'essai indiqués par des pointillés dépendent des résultats des vérifications indiqués à l'annexe B. Il est possible que des filtres soient nécessaires aux sorties des générateurs de signaux pour supprimer les signaux parasites. Le filtre d'entrée du voltmètre sélectif peut être nécessaire pour éviter l'intermodulation dans l'instrument. La présence de ce filtre peut entraîner une désadaptation qu'il convient d'éviter en ne réduisant pas la valeur d'affaiblissement de l'atténuateur en dessous de 10 dB.

NOTE 2 Pour éviter l'intermodulation entre les générateurs de signaux, il peut être nécessaire que le mélangeur soit constitué d'un ou de plusieurs coupleurs directs (voir annexe B).

Figure 3 – Configuration de base du montage de mesure pour l'évaluation du rapport signal à produit d'intermodulation



NOTE 1 The requirement for the items of test equipment indicated by dotted lines depends on the results of checks given in annex B. Filters at the signal generator outputs may be needed to suppress spurious signals. The selective voltmeter input filter may be required to prevent intermodulation in the meter. If a filter is used, then the possible mismatch should be avoided by not reducing the attenuator value below 10 dB.

NOTE 2 To avoid intermodulation between the signal generators, it may be necessary for the combiner to be in the form of one or more directional couplers (see annex B).

Figure 3 – Basic arrangement of test equipment for evaluation of the ratio of signal-to-intermodulation product

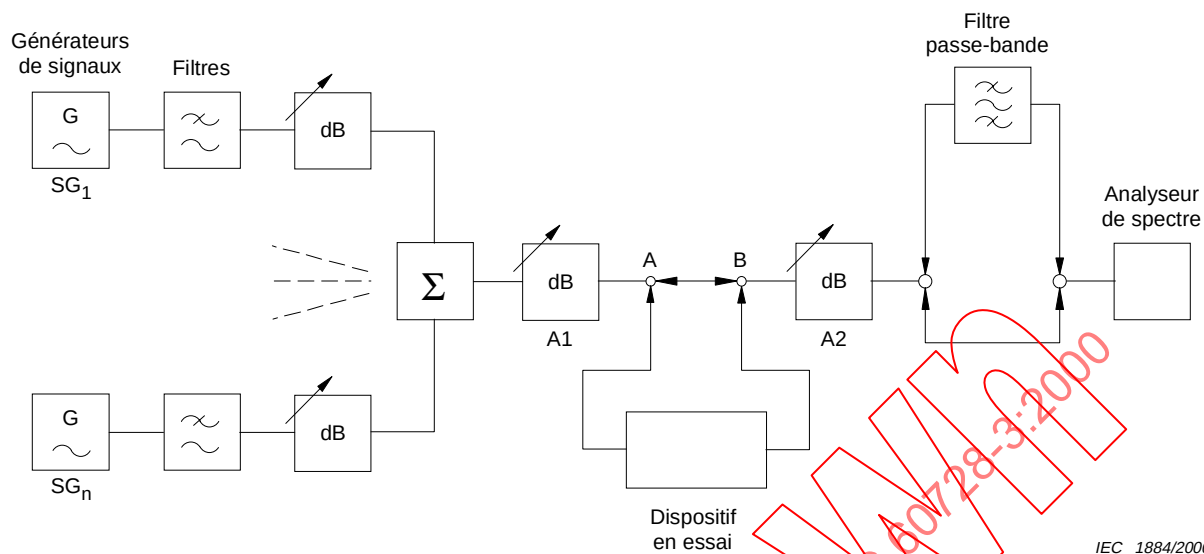


Figure 4 – Montage d'essai pour la mesure de la distorsion non linéaire due à des battements composites

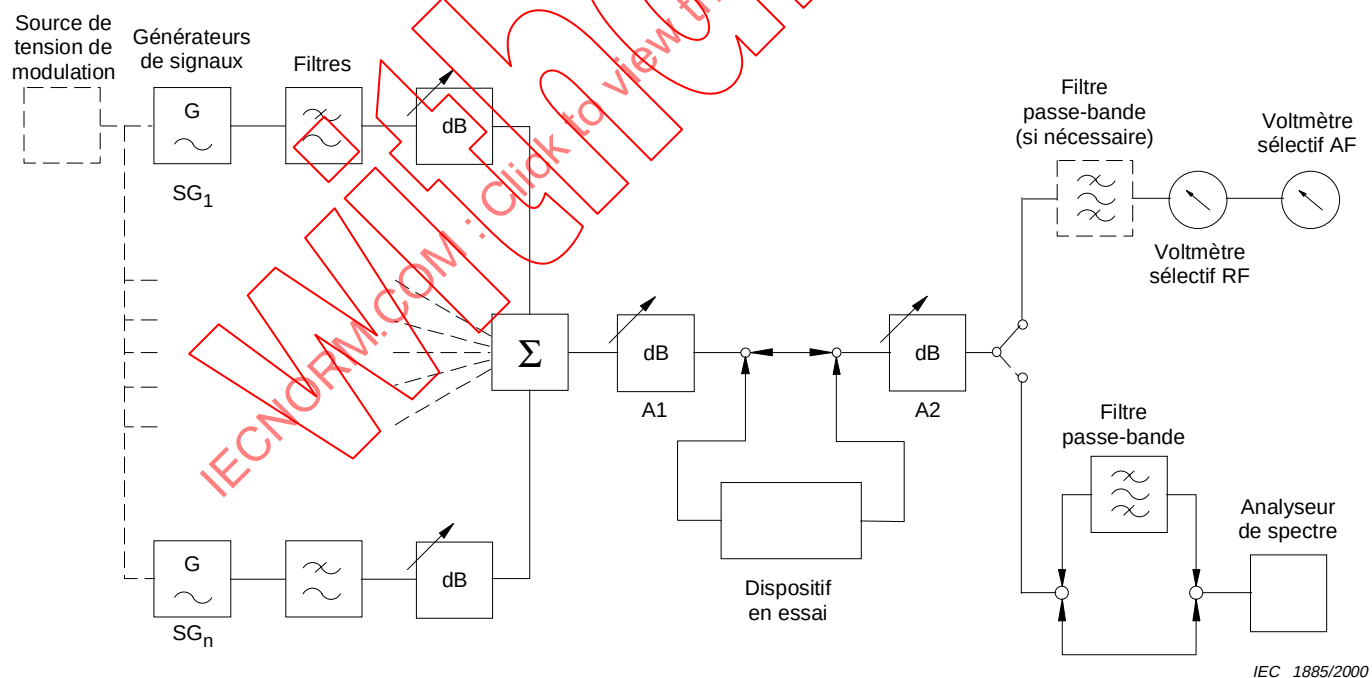


Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la transmodulation composite

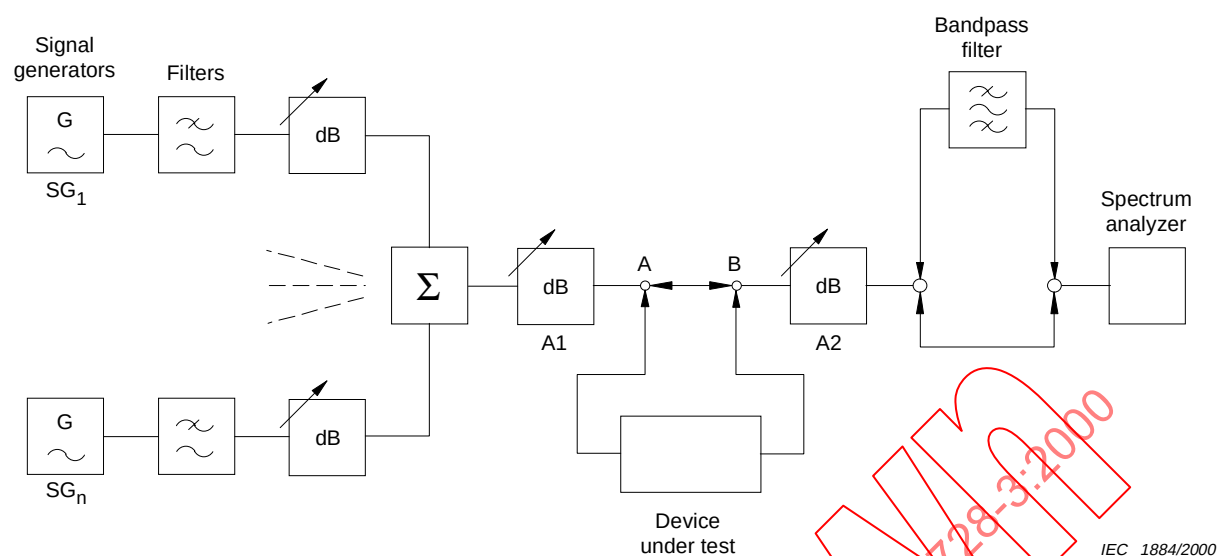


Figure 4 – Connection of test equipment for the measurement of non-linear distortion by composite beat

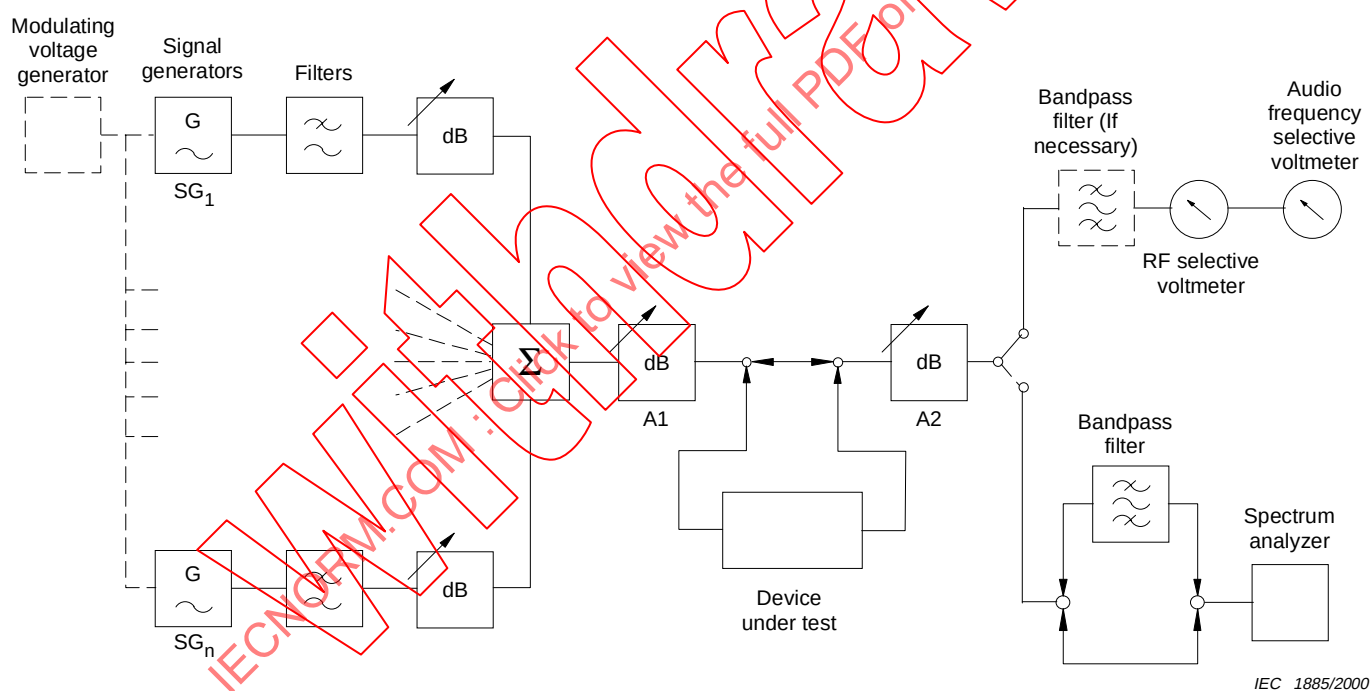


Figure 5 – Connection of test equipment for the measurement of composite cross-modulation

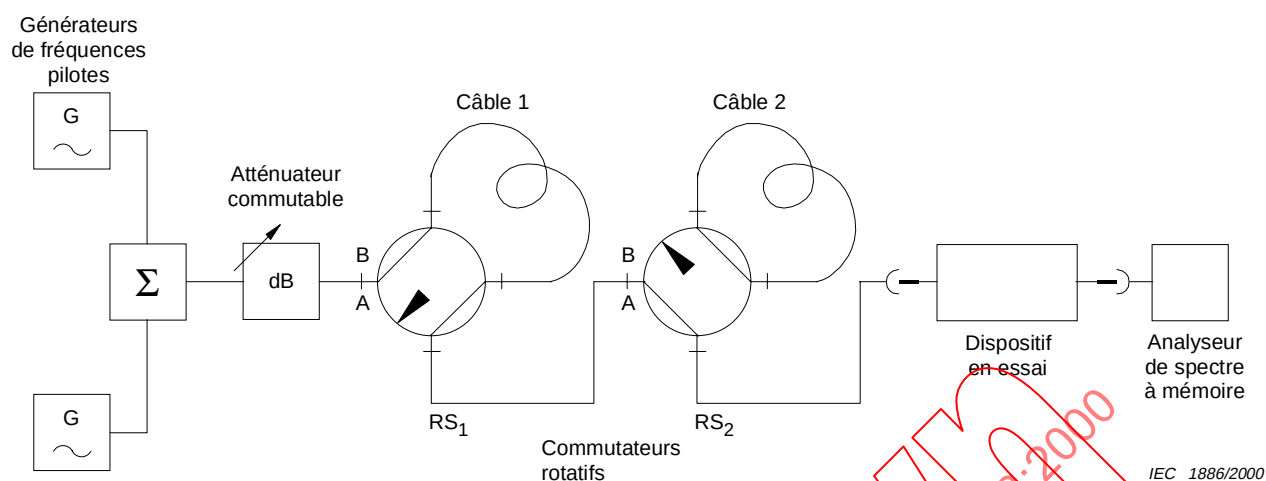


Figure 6 – Mesure de la réponse à une variation instantanée du dispositif de commande automatique de gain

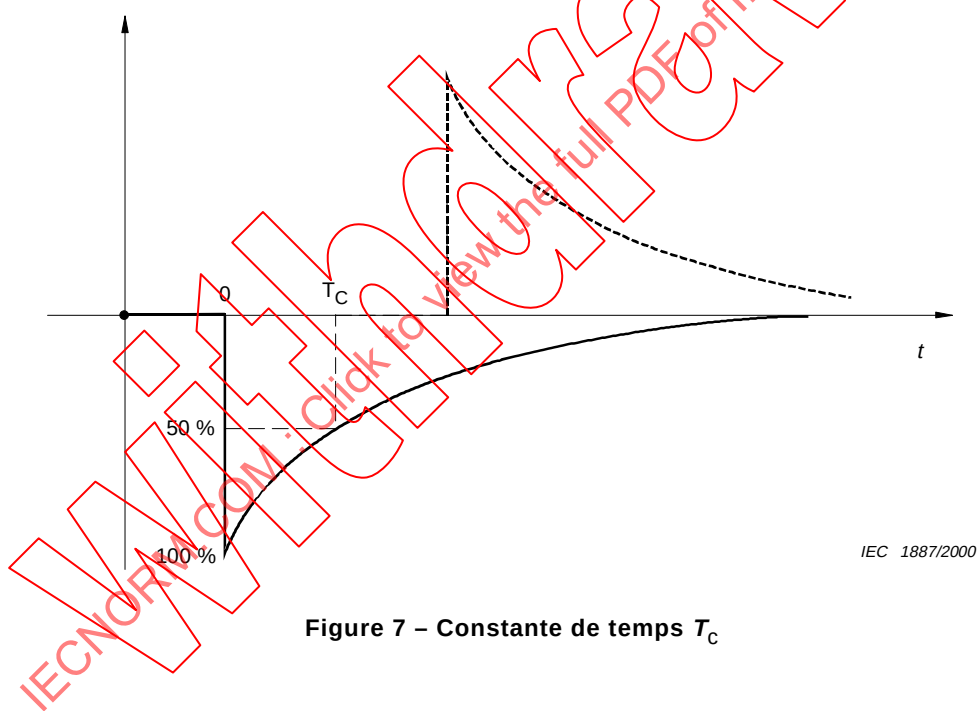


Figure 7 – Constante de temps T_c

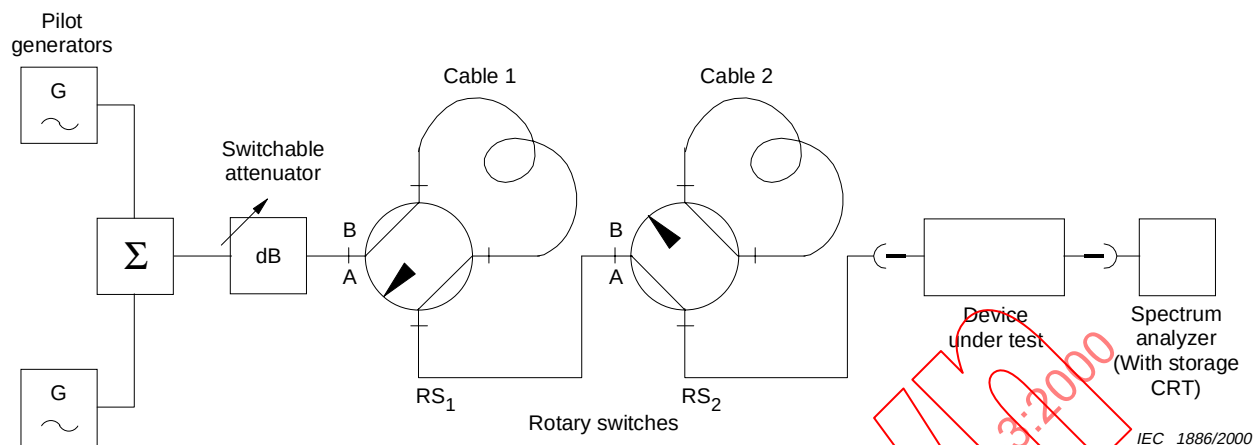
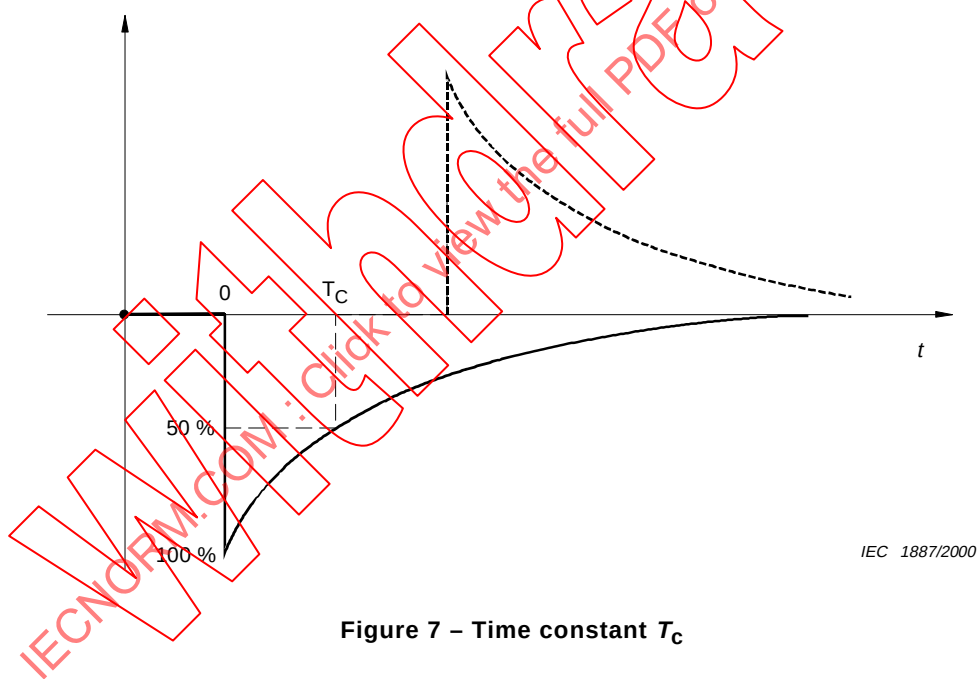
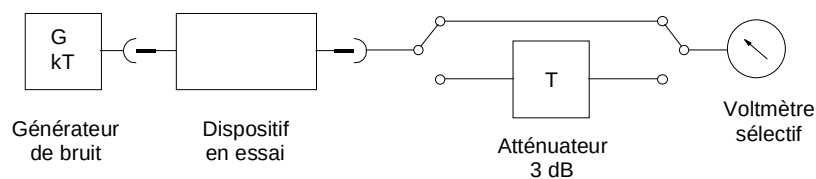


Figure 6 – Measurement of the AGC step response

Figure 7 – Time constant T_c



IEC 1888/2000

Figure 8 – Mesure du facteur de bruit

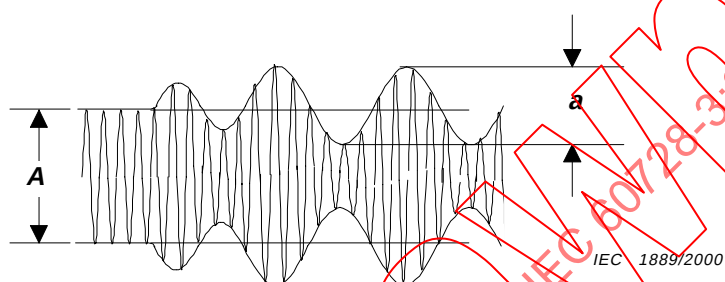
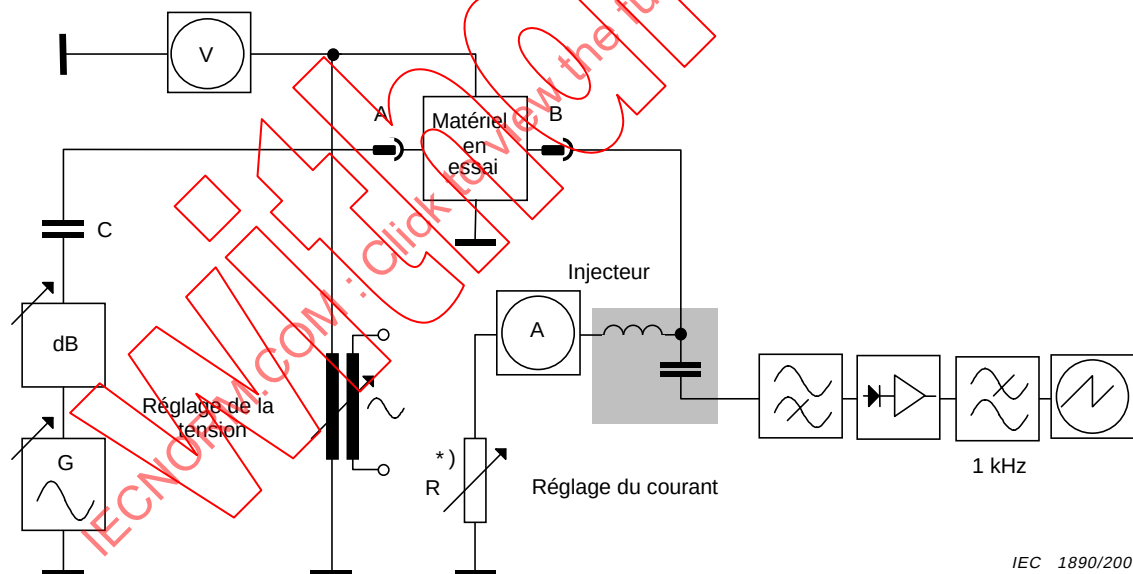


Figure 9 – Rapport porteuse à ronflement = $20 \lg \frac{A}{a}$ (dB)



IEC 1890/2000

* Nécessaire si les matériels alimentés localement alimentent d'autres appareils

Figure 10 – Montage de mesure pour matériels alimentés localement

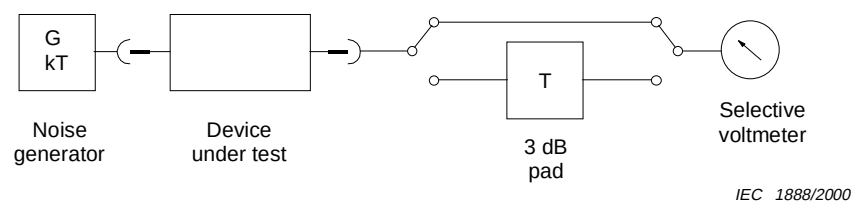
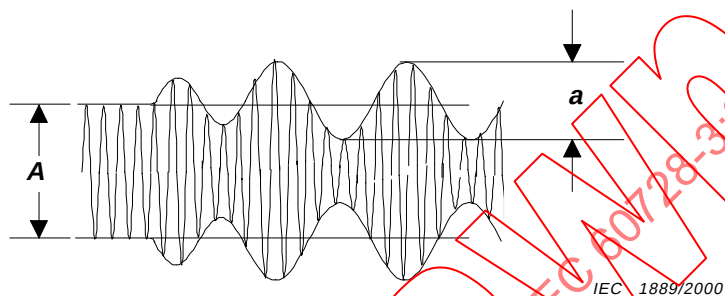
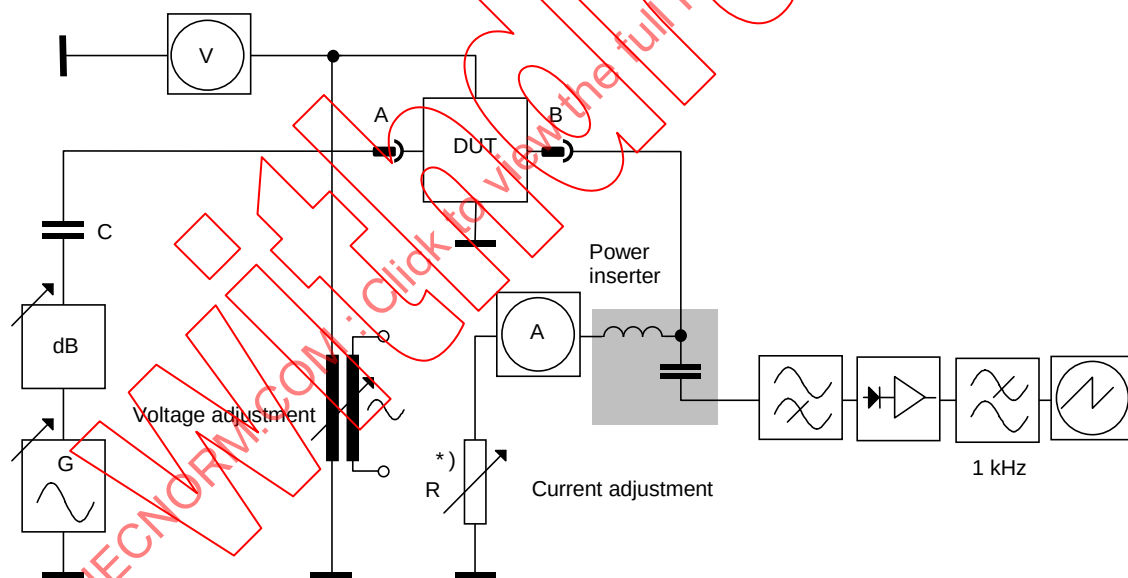
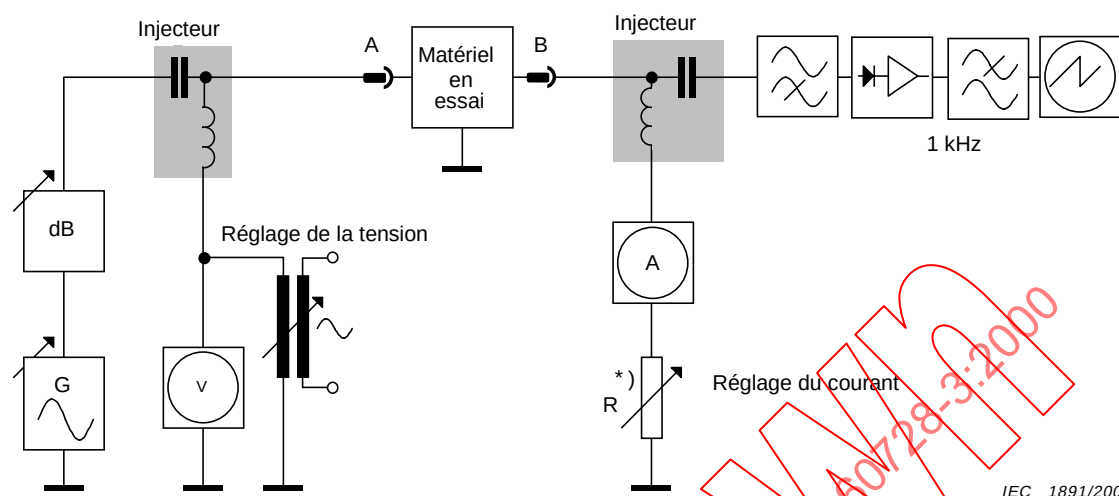


Figure 8 – Measurement of noise figure

Figure 9 – Carrier/hum ratio = $20 \lg \frac{A}{a}$ (dB)

* Necessary if the local-powered objects power other equipment.

Figure 10 – Test set-up for local-powered objects



* Nécessaire si les matériels alimentés localement alimentent d'autres appareils

Figure 11 – Montage de mesure pour les matériels téléalimentés

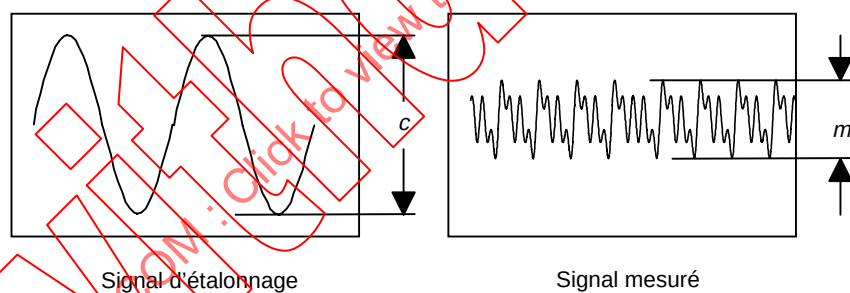
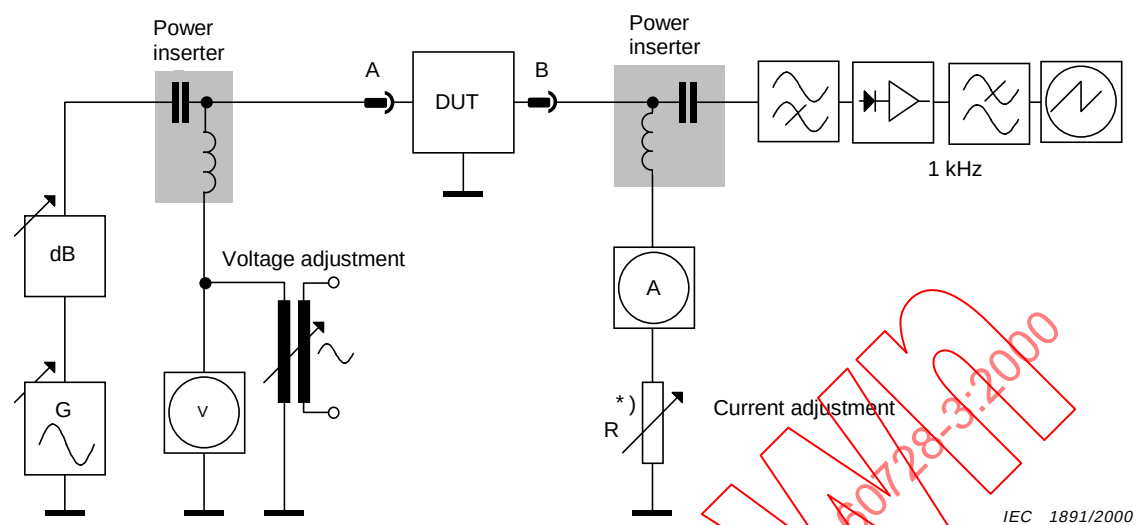
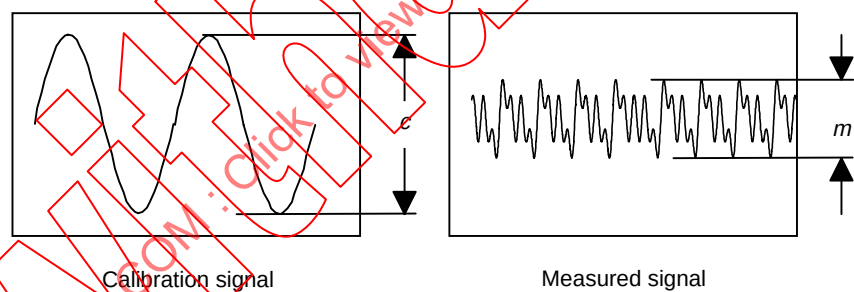


Figure 12 – Affichage sur l'oscilloscope



* Necessary if the local-powered objects power other equipment.

Figure 11 – Test set-up for remote-powered objects



IEC 1892/2000

Figure 12 – Oscilloscope display