

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60835-3-6

Première édition
First edition
1996-03

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé pour les systèmes de transmission
numérique en hyperfréquence**

Partie 3:

Mesures applicables aux stations terriennes
de télécommunications par satellite

Section 6: Amplificateurs de puissance

**Methods of measurement for equipment used in
digital microwave radio transmission systems**

Part 3:

Measurements on satellite earth stations

Section 6: High-power amplifiers



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60835-3-6: 1996

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60835-3-6

Première édition
First edition
1996-03

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé pour les systèmes de transmission
numérique en hyperfréquence**

Partie 3:

Mesures applicables aux stations terriennes
de télécommunications par satellite
Section 6: Amplificateurs de puissance

**Methods of measurement for equipment used in
digital microwave radio transmission systems**

Part 3:

Measurements on satellite earth stations
Section 6: High-power amplifiers

© IEC 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun
procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-
copie 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 Varembé 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Gain en puissance et rendement	8
4 Affaiblissement d'adaptation	12
5 Signaux parasites	12
6 Caractéristique amplitude/fréquence	12
7 Caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence	12
8 Facteur de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase	14
9 Produits d'intermodulation	14
10 Rayonnement indésirable (fuite)	16
 Figures	
1 Montage de mesure de la stabilité de gain	18
2 Montage de mesure des produits d'intermodulation	20
3 Illustration du point d'interception	20
4 Montage de mesure des rayonnements r.f. indésirables	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Power gain and efficiency	9
4 Return loss	13
5 Spurious signals	13
6 Amplitude/frequency characteristics	13
7 Group-delay/frequency characteristic	13
8 Amplitude modulation/phase modulation conversion factor	15
9 Intermodulation products	15
10 Unwanted radiation (leakage)	17
 Figures	
1 Arrangement for gain stability measurement	19
2 Arrangement for intermodulation products measurement	21
3 Illustration of intercept point	21
4 Arrangement for unwanted r.f. radiation measurements	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE –

Partie 3: Mesures applicables aux stations terriennes de télécommunications par satellite – Section 6: Amplificateurs de puissance

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 des 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, 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 835-3-6 a été établie par le sous-comité 12E: Systèmes de communications par faisceaux hertziens et satellites, du comité d'études 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
12E/258/FDIS	12E/265/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN DIGITAL MICROWAVE RADIO TRANSMISSION SYSTEMS –

Part 3: Measurements on satellite earth stations – Section 6: High-power amplifiers

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 cooperation 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 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. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 835-3-6 has been prepared by subcommittee 12E: Radio relay and satellite communication systems, of IEC technical committee 12: Radio-communications.

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

FDIS	Report on voting
12E/258/FDIS	12E/265/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.

INTRODUCTION

Il convient que les amplificateurs de puissance délivrent un signal hyperfréquence d'une puissance de sortie suffisante. Il y a lieu de produire ce signal avec le maximum de rendement et de fiabilité et le minimum de distorsion.

On distingue généralement deux grandes catégories d'amplificateurs: les dispositifs à tubes et à semi-conducteurs. Parmi les tubes, les klystrons et les tubes à ondes progressives (TOP) sont les plus fréquemment employés; quant aux amplificateurs à semi-conducteurs, ils utilisent le plus souvent des transistors à effet de champ (TEC). Les tubes à ondes progressives (TOP) et les transistors à effet de champ (TEC) à l'arséniure de gallium sont les dispositifs les plus fréquemment utilisés dans les stations terriennes de télécommunications par satellite.

Il convient que les amplificateurs de puissance présentent un gain constant sur la largeur de bande spécifiée afin d'éviter d'altérer les caractéristiques de transfert globales d'un système. Il convient également qu'ils soient aussi linéaires que possible pour éviter de créer des lobes latéraux dans le spectre de puissance et pour limiter la perturbation sur les canaux adjacents.

Enfin, il convient que les amplificateurs de puissance présentent nécessairement de faibles niveaux de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase et de produits d'intermodulation pour restreindre la dégradation due aux non-linéarités.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 835-3-6:1996

INTRODUCTION

Power amplifiers need to deliver a microwave signal of sufficient output power. This signal should be produced with maximum efficiency and reliability and with minimum distortion.

Generally, there are two categories of amplifiers, tubes and semiconductor devices. Among the tubes, klystrons and travelling-wave tubes (TWT) are the most frequently employed; semiconductor amplifiers normally include field-effect transistors (FET). Travelling-wave tubes (TWT) and GaAs-field-effect transistors (FET) are most frequently used in satellite earth stations.

Power amplifiers should have a flat gain over the specified bandwidth to avoid altering the overall transfer characteristics of a system. They should also be as linear as possible to avoid generation of sidelobes in the power spectrum and to limit adjacent channel interference.

Finally, low AM to PM conversion and low intermodulation products are necessary to limit the degradation caused by non-linearities.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-3-6:1996

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE –

Partie 3: Mesures applicables aux stations terriennes de télécommunications par satellite – Section 6: Amplificateurs de puissance

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 835-3 définit et décrit les mesures à effectuer normalement sur les amplificateurs de puissance utilisés sur les émetteurs de stations terriennes de télécommunications par satellite.

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 section de la CEI 835-3. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 835-3 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 835-1-2: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence – Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunications par satellite – Section 2: Caractéristiques de base*

CEI 835-1-3: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence – Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunications par satellite – Section 3: Caractéristiques de transmission*

3 Gain en puissance et rendement

3.1 Puissance d'entrée et de sortie

Voir la CEI 835-1-2.

Il faut prendre tout particulièrement soin d'exclure de la mesure les signaux inutiles tels que les harmoniques de la fréquence désirée. S'il n'est pas déjà inclus dans l'amplificateur à l'essai, un filtre passe-bas dont l'affaiblissement d'insertion est connu à la fréquence de mesure doit être inséré entre le wattmètre et le point de mesure.

NOTE – Certains amplificateurs risquent d'être endommagés s'ils sont amenés à une puissance de sortie excessive; il peut donc s'avérer nécessaire de limiter le niveau d'attaque pendant cette mesure.

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN DIGITAL MICROWAVE RADIO TRANSMISSION SYSTEMS –

Part 3: Measurements on satellite earth stations – Section 6: High-power amplifiers

1 Scope

This section of IEC 835-3 defines and describes the measurements normally carried out on high-power amplifiers used in satellite earth station transmitters.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 835-3. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 835-3 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 835-1-2: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations – Section 2: Basic characteristics*

IEC 835-1-3: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations – Section 3: Transmission characteristics*

3 Power gain and efficiency

3.1 Input and output power

See IEC 835-1-2.

Special care shall be taken to exclude from the measurement non-useful signals such as harmonics of the desired frequency. A low-pass filter of known insertion loss at the measurement frequency shall be connected between the power meter and the measurement point if not already included in the amplifier under test.

NOTE – Some amplifiers are subject to damage if driven to excessive output power, therefore it may be necessary to limit the drive level during this measurement.

3.2 Gain en puissance

Voir la CEI 835-1-2.

Les amplificateurs de puissance sont généralement utilisés dans une région à caractéristique de transfert en puissance non linéaire. C'est pour cette raison que les valeurs de gain en puissance sont données sous deux conditions au moins:

- puissance de sortie à niveau faible;
- puissance de sortie nominale, ou puissance de sortie à saturation, dans le cas où la puissance de sortie nominale n'est pas spécifiée.

Dans le cas d'amplificateurs à TOP, la puissance de sortie à saturation est souvent définie comme le niveau pour lequel une augmentation de la puissance d'entrée de 1 dB produit une augmentation de la puissance de sortie de 0,1 dB. Quant aux amplificateurs à semi-conducteurs, on utilise fréquemment le point de compression à 1 dB.

Le gain à niveau faible est le gain obtenu lorsque l'amplificateur fonctionne dans la portion linéaire de sa caractéristique de transfert puissance d'entrée/puissance de sortie. La caractéristique de transfert est considérée comme linéaire lorsque la puissance d'entrée est suffisamment inférieure à celle qui est nécessaire à la saturation de l'amplificateur.

Si l'amplificateur de puissance à l'essai est doté d'une commande de gain ou d'une commande de niveau, le gain en puissance doit être mesuré aux valeurs de commande spécifiées.

3.3 Rendement

Le rendement d'un amplificateur est égal à la puissance de sortie nominale divisée par la puissance primaire totale, y compris, le cas échéant, la puissance nécessaire aux échangeurs thermiques et aux équipements de refroidissement par air. Le rendement est exprimé sous la forme d'un pourcentage.

3.4 Stabilité de gain

3.4.1 Définition

La stabilité de gain en puissance d'un amplificateur est la variation de gain à un niveau de puissance et à une fréquence de sortie spécifiés, pour une période de temps spécifiée.

Il est opportun de distinguer la stabilité à court terme (de l'ordre de quelques heures) de la stabilité à long terme (de l'ordre de quelques mois).

La stabilité de gain est exprimée en décibels.

3.4.2 Méthode de mesure

Un montage de mesure approprié est illustré à la figure 1.

Lorsque l'amplificateur à l'essai a atteint sa stabilité thermique, un signal d'un niveau et d'une fréquence spécifiés est appliqué à l'accès d'entrée et la puissance de sortie est réglée sur le niveau spécifié. Les paramètres à mesurer sont relevés sur un enregistreur multipistes pendant une durée de temps prédéterminée. Cela permet de mettre en évidence les corrélations éventuelles entre les variations du gain et les variations des paramètres.

3.2 *Power gain*

See IEC 835-1-2.

High-power amplifiers are usually operated in a non-linear power transfer characteristic region. For this reason, power gain values are given under at least two conditions:

- small-signal output power;
- rated output power, or saturated output power, where rated output power is not specified.

In the case of TWT amplifiers, saturated output power is often defined as that level for which a 1 dB increase in input power results in a 0,1 dB increase in output power. For solid-state amplifiers, frequently the 1 dB compression point is used.

The small-signal gain is the gain which is obtained when the amplifier operates in the linear portion of the input power/output power characteristic. The transfer characteristic is considered to be linear when the input power is sufficiently lower than that required to saturate the amplifier.

If the high-power amplifier under test has gain control or level control the power gain shall be measured at specified control settings

3.3 *Efficiency*

The efficiency of an amplifier is given by the rated output power divided by the total primary power, including the power for heat exchangers or air-cooling equipment, if required, and is expressed as a percentage.

3.4 *Gain stability*

3.4.1 *Definition*

The power gain stability of an amplifier is the variation in gain at a specified output power level and frequency over a specified period of time.

It is convenient to distinguish between short-term stability (hours) and long-term stability (months).

Gain stability is expressed in decibels.

3.4.2 *Method of measurement*

A suitable measuring arrangement is shown in figure 1.

After the amplifier under test has attained thermal stability, a signal of specified level and frequency is applied to the input port and the output power is adjusted to the specified level. The parameters to be measured are recorded on a multi-track recorder for a specified period of time. This helps to reveal possible correlations between gain changes and parameter changes.

Ces paramètres sont:

- le niveau de puissance de sortie r.f.;
- le niveau de puissance d'entrée r.f.;
- la tension ou les tensions d'alimentation primaire;
- la température ambiante ou la température du réfrigérant de l'amplificateur (selon le cas).

3.4.3 *Présentation des résultats*

Les paramètres indiqués dans le paragraphe précédent doivent être enregistrés en continu durant l'intervalle ou les intervalles de temps spécifiés et les résultats présentés sous la forme d'enregistrements multipistes XY.

3.4.4 *Détails à spécifier*

Si nécessaire, il convient que les points suivants soient inclus dans le cahier des charges de l'équipement:

- a) fréquence du signal de mesure en entrée;
- b) niveau du signal de mesure en entrée;
- c) puissance de sortie;
- d) conditions d'environnement;
- e) période de temps pendant laquelle les mesures doivent être effectuées;
- f) fluctuations maximales de gain autorisées durant la période de temps ci-dessus.

4 **Affaiblissement d'adaptation**

Voir la CEI 835-1-2.

Cette mesure est habituellement effectuée «à froid». Cela signifie que les tensions ne sont pas appliquées sur les électrodes.

5 **Signaux parasites**

Voir la CEI 835-1-2.

6 **Caractéristique amplitude/fréquence**

Voir la CEI 835-1-3.

Dans certains cas, une méthode de balayage en fréquence est recommandée, mais il convient de bien s'assurer que, lors du balayage en fréquence sur la bande concernée avec une puissance d'entrée constante, la puissance de sortie ne dépasse pas les valeurs recommandées pour la sécurité de l'exploitation de l'amplificateur à l'essai.

Les amplificateurs de puissance étant non linéaires, la puissance de sortie doit être spécifiée.

7 **Caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence**

Voir la CEI 835-1-3.

These parameters are:

- RF output power level;
- RF input power level;
- primary power supply voltage(s);
- ambient temperature or amplifier coolant temperature (whichever is applicable).

3.4.3 *Presentation of results*

The parameters given in the preceding subclause shall be continuously recorded during the specified time interval(s) and the results presented as multi-track XY recordings.

3.4.4 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) input test-signal frequency;
- b) input test-signal level;
- c) output power;
- d) environmental conditions;
- e) period of time during which measurements are to be made;
- f) highest permitted gain fluctuations in the above time period.

4 **Return loss**

See IEC 835-1-2.

This measurement is usually made under "cold" conditions. This means that no electrode voltages are applied.

5 **Spurious signals**

See IEC 835-1-2.

6 **Amplitude/frequency characteristics**

See IEC 835-1-3.

In some cases, a sweep-frequency method is recommended but care should be taken to ensure that when sweeping the frequency across the band of interest with constant input power, the output power does not exceed the values recommended for safe operation of the amplifier under test.

Since high-power amplifiers are non-linear, the output power shall be specified.

7 **Group-delay/frequency characteristic**

See IEC 835-1-3.

Avec la méthode utilisant la modulation de fréquence, l'équipement de mesure fonctionne habituellement à une fréquence intermédiaire qui doit être transposée par un changeur élévateur de fréquence à la fréquence de l'amplificateur de puissance, le signal en sortie de l'amplificateur étant reconverti à la fréquence intermédiaire. Pour certains types d'amplificateurs, l'équipement de mesure est susceptible d'introduire un temps de propagation de groupe du même ordre de grandeur que celui à mesurer. Il est donc indispensable d'effectuer la mesure avec et sans l'amplificateur de puissance inséré dans le montage d'essai, et de calculer la différence entre les deux mesures.

Le déphasage transitant au travers des amplificateurs de puissance dépend du niveau r.f. qui lui est appliqué et il est donc important que ce niveau reste constant sur la gamme de fréquences de balayage.

8 Facteur de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase

Voir la CEI 835-1-3.

Ce paramètre est important en cas de modulation impliquant des changements d'amplitude de la porteuse (par exemple MAQ).

9 Produits d'intermodulation

Voir la CEI 835-1-2.

Les produits d'intermodulation dus à l'amplification multi-porteuses, peuvent varier dans la gamme de fréquences d'exploitation de l'amplificateur à l'essai; il convient donc de répéter l'essai pour plusieurs paires de fréquences.

Le niveau du produit d'intermodulation du troisième ordre varie de 3 dB pour un changement de 1 dB de la puissance appliquée à l'amplificateur lorsque ce dernier fonctionne bien au-dessous de la saturation.

La figure 2 illustre le montage de mesure.

Dans de nombreux cas il est opportun de spécifier les caractéristiques non linéaires de l'amplificateur à l'aide d'un seul nombre, le point d'interception de troisième ordre (IC_{P3}). Il s'agit d'un niveau de puissance fictif, exprimé en dBm, qui représente le point d'intersection de deux droites dans un tracé du niveau de sortie en fonction du niveau d'entrée (dBm), (se référer à la figure 3). L'une des lignes exprime la relation entre la puissance de sortie en fondamental et la puissance d'entrée. Sur le tracé cette ligne est extrapolée linéairement au-delà de la saturation. Elle présente une pente de 1 dB pour 1 dB.

La seconde ligne droite caractérise la relation entre les produits d'intermodulation de troisième ordre (tels que mesurés dans un montage conforme à la figure 3) et le niveau d'entrée. Cette ligne présente une pente de 3 dB (sortie) pour 1 dB (entrée). Cette ligne est extrapolée linéairement (à partir de valeurs largement inférieures à la saturation) jusqu'à son point d'intersection avec la ligne du «fondamental». Le point d'interception du troisième-ordre (IC_{P3}) est caractérisé par:

$$IC_{P3} = P_{SCL} + 1/2 I_{M3}$$

où P_{SCL} (niveau de porteuse unique) désigne le niveau de puissance de sortie (dBm) de l'une des deux porteuses (de niveaux égaux) utilisées dans le montage, et I_{M3} est la différence de niveaux (dB) entre P_{SCL} et l'un des produits d'intermodulation.

NOTE – Il convient que les fréquences des deux porteuses et des produits d'intermodulation soient dans les limites de la largeur de bande de transmission de l'amplificateur à l'essai.

When the f.m. method is used, the measurement equipment typically operates at an intermediate frequency which has to be up-converted to the frequency of the high-power amplifier and the signal from its output converted back to the intermediate frequency. With some types of amplifiers, the measurement equipment is liable to introduce a group delay of the same order as that to be measured. It is essential, therefore, to make the measurement with and without the high-power amplifier in circuit in the test arrangement, and to calculate the difference between the two measurements.

The phase shift through high-power amplifiers is dependent upon the r.f. drive level and it is important, therefore, that the drive level be kept constant over the sweep-frequency range.

8 Amplitude modulation/phase modulation conversion factor

See IEC 835-1-3.

This parameter is important for modulation involving carrier amplitude changes (e.g. QAM).

9 Intermodulation products

See IEC 835-1-2.

The intermodulation products due to multicarrier amplification may vary across the operating frequency range of the amplifier under test, so the test should therefore be repeated for several pairs of frequencies.

The third order intermodulation product level varies by 3 dB for a 1 dB change in drive power when the amplifier is operated well below saturation.

Figure 2 shows the measurement arrangement.

In many cases it is convenient to specify the non-linear characteristics of the amplifier with one single number, the third order intercept point (IC_{P3}). This is a fictitious power level, expressed in dBm, and denotes the intercept point of two straight lines in a plot of output level versus input level (dBm) (see figure 3). One of the lines is the relationship between the fundamental of the output power to the input power. In the plot this line is extended linearly beyond saturation. It has a slope of 1 dB per dB.

The second straight line characterizes the relationship between the third order intermodulation products (as measured in an arrangement according to figure 3) to the input level. This line has a slope of 3 dB (output) per 1 dB (input). This line is extended (from values well below saturation) linearly to its interception with the "fundamental" line. The third order intercept point (IC_{P3}) is characterized by:

$$IC_{P3} = P_{SCL} + 1/2 I_{M3}$$

where P_{SCL} (single-carrier level) is the output power level (dBm) of one of the two (equal) carriers used in the arrangement, and I_{M3} is the difference (dB) of levels between P_{SCL} and one of the intermodulation products.

NOTE – The frequencies of the two carriers and of the intermodulation products should be within the transmission bandwidth of the amplifier under test.

10 Rayonnement indésirable (fuite)

10.1 Définition et généralités

Le rayonnement indésirable (ou rayonnement émis par l'armoire) est le rayonnement r.f. provenant de l'armoire ou de tout autre enceinte de l'amplificateur de puissance, qui n'est pas absorbé par la charge r.f. reliée à l'accès de sortie de l'amplificateur.

Cette mesure est effectuée pour déterminer les dangers du rayonnement et les niveaux de perturbation.

Les normes nationales sur les niveaux admissibles de rayonnement r.f. indésirable varient selon les pays, mais elles sont généralement comprises dans une plage allant jusqu'à 10 mW/cm^2 .

10.2 Méthode de mesure

La figure 4 illustre un montage de mesure approprié.

Un signal de mesure d'un niveau suffisant pour amener l'amplificateur à l'essai jusqu'à saturation balaie la bande passante de l'amplificateur. Une antenne d'essai reliée à un récepteur à balayage de fréquence synchronisé est orientée en direction de toutes les zones accessibles de l'amplificateur en cours de fonctionnement. Le récepteur et l'écran de l'oscilloscope sont étalonnés pour lire le niveau de puissance r.f. sur la bande à mesurer.

NOTE – Toute modification de l'environnement peut entraîner des variations du diagramme de rayonnement. Dans de tels cas, il convient que la mesure soit répétée pour toutes les conditions susceptibles de se présenter en cours d'exploitation de l'équipement.

10.3 Présentation des résultats

Tous les niveaux de rayonnement significatifs, c'est-à-dire ceux qui sont proches du niveau spécifié maximal, doivent être enregistrés avec leurs fréquences ainsi que la position précise de l'antenne d'essai. La densité de puissance du rayonnement est exprimée en mW/cm^2 ; elle est donnée par le rapport entre le niveau de puissance en sortie de l'antenne et la surface équivalente de l'antenne.

10.4 Détails à spécifier

Les éléments suivants doivent être intégrés dans les spécifications détaillées de l'équipement:

- niveau maximal autorisé pour le rayonnement r.f. indésirable, exprimé en mW/cm^2 ;
- gamme de fréquences dans laquelle les mesures doivent être effectuées;
- distance entre l'antenne d'essai et l'équipement à l'essai.

10 Unwanted radiation (leakage)

10.1 Definition and general considerations

Unwanted radiation or cabinet radiation is the r.f. radiation emanating from the cabinet or any other enclosure of the high-power amplifier which is not absorbed by the r.f. load connected to the port of the amplifier.

This measurement is carried out to determine radiation hazards and interference levels.

National standards for the permissible levels of unwanted r.f. radiation vary but are generally in the range up to 10 mW/cm².

10.2 Method of measurement

A suitable measurement arrangement is shown in figure 4.

A test signal of sufficient level to drive the amplifier under test into saturation is swept across the pass-band of the amplifier. A test antenna connected to a synchronized swept-frequency receiver is passed over all areas of the amplifier which are accessible during operation. The receiver and oscilloscope display are calibrated to read r.f. power level over the band to be measured.

NOTE – Any alteration of the environment may cause changes in the radiation pattern. In such cases, the measurement needs to be repeated for all conditions which might be encountered during use of the equipment.

10.3 Presentation of results

Any significant radiation levels, i.e. those approaching the maximum specified level, shall be recorded together with the signal frequencies and the precise location of the test antenna. The power density of the radiation is expressed in mW/cm² and is given by the power level at the output of the antenna divided by the effective area of the antenna.

10.4 Details to be specified

The following shall be included in the detailed equipment specification:

- permitted highest level of unwanted r.f. radiation expressed in mW/cm²;
- frequency range within which measurements are to be made;
- distance between the test antenna and the equipment under test.

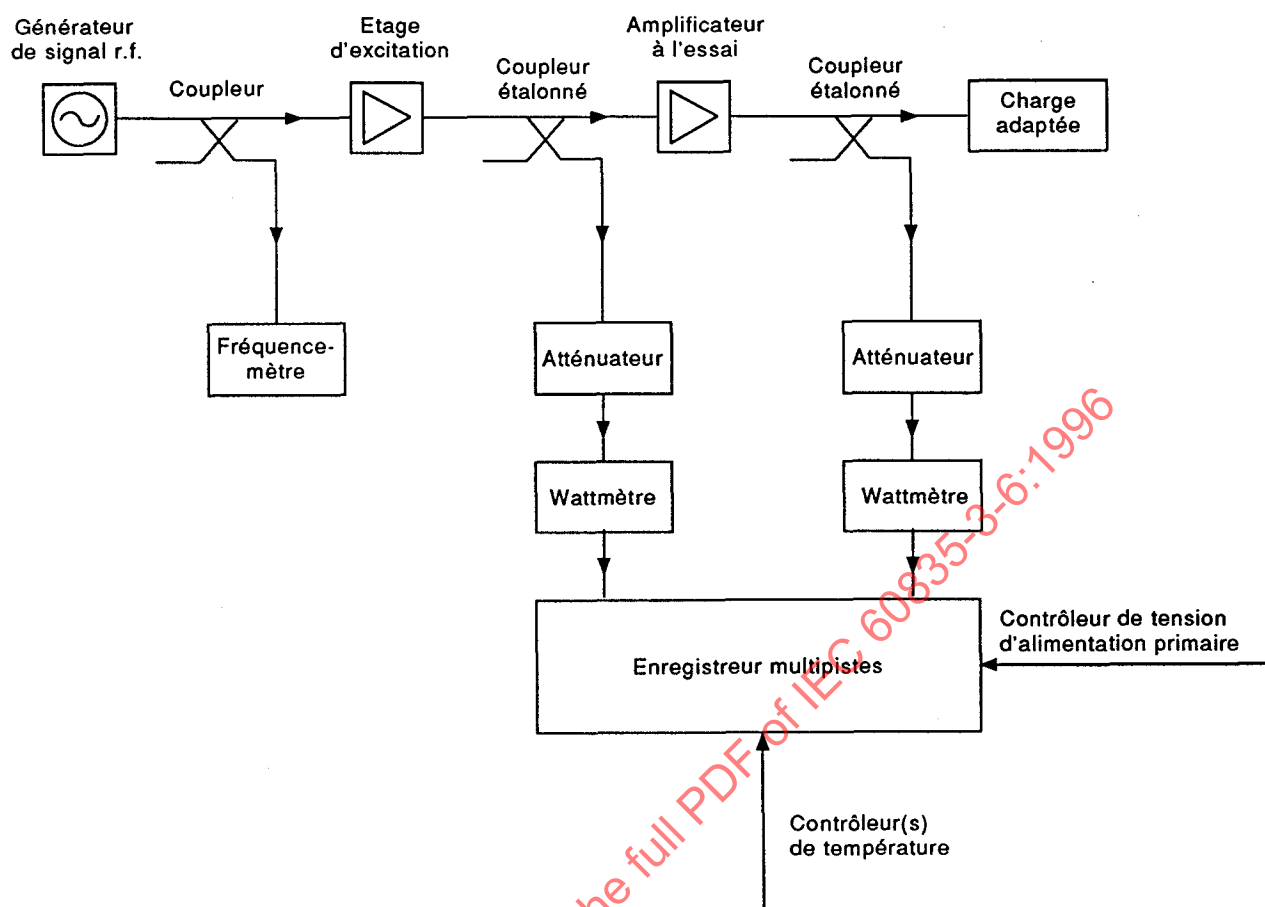


Figure 1 – Montage de mesure de la stabilité de gain