NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-2-5

Première édition
First edition
1992-05

Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites

Deuxième partie:
Mesures sur les sous-ensembles
Section cinq – Modulateurs de fréquence

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 2:
Measurements for sub-systems
Section Five – Frequency modulators

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60510-2-5: 1992

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-2-5

Première édition
First edition
1992-05

Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites

Deuxième partie:
Mesures sur les sous-ensembles
Section cinq – Modulateurs de fréquence

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 2:
Measurements for sub-systems
Section Five – Frequency modulators

© IEC 1992 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 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 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 N

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

SECTION CINQ: MODULATEURS DE FRÉQUENCE

Articles

1 Domaine d'application 6

2 Définition 6

3 Généralités 6

4 Caractéristiques à la sortie f.i. 8

5 Impédance d'entrée et affaiblissement d'adaptation en bande de base 10

6 Sensibilité de modulation 10

7 Sens de modulation 14

8 Gain différentiel/non-linéarité et phase différentielle/temps de propagation de groupe 14

9 Modulation d'amplitude parasite 18

10 Caractéristique amplitude/fréquence en bande de base 20

11 Mesures en téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.) 22

12 Mesures en télévision 24

13 Sous-ensemble d'étalement de spectre de la porteuse 24

14 Références 26

Figures 28

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

SECTION FIVE: FREQUENCY MODULATORS

Clause

1 Scope 7

2 Definition 7

3 General 7

4 I.F. output characteristics 9

5 Baseband input impedance and return loss 11

6 Deviation sensitivity 11

7 Sense of modulation 15

8 Differential gain/non-linearity and differential phase/group-delay 15

9 Unwanted amplitude modulation 19

10 Baseband amplitude/frequency characteristic 21

11 Frequency division multiplex (f.d.m.) telephony measurements 23

12 Television measurements 23

13 Carrier-energy dispersal sub-system 25

14 References 27

Figures 28

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

Partie 2: Mesures sur les sous-ensembles
Section cinq: Modulateurs de fréquence

AVANT-PROPOS

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 12E: Faisceaux hertziens et systèmes fixes de télécommunication par satellite, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
12E (BC)119	12E(BC)130

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n°s 510-1-3 (1980): Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites - Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et à leurs combinaisons - Section trois: Mesures dans la bande des fréquences intermédiaires. Modification 1 (1988).

510-1-4 (1986): Section quatre: Mesures en bande de base.

510-2-6 (1992): Partie 2: Mesures sur les sous-ensembles - Section six: Démodulateurs de fréquence.

510-3: Troisième partie: Méthodes de mesure applicables aux combinaisons de sous-ensembles.

510-3-4 (1992): Section quatre: Mesures pour la transmission de la téléphonie multivoie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT USED IN SATELLITE EARTH STATIONS

Part 2: Measurements for sub-systems
Section five: Frequency modulators

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

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

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

This standard has been prepared by Sub-Committee 12E: Radio relay and fixed-satellite communications systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
12E(CO)119	12E(CO)130

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 510-1-3 (1980): Methods of measurement for radio equipment used in satellite earth stations - Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems - Section three: Measurements in the i.f. range. Amendment 1 (1988).

510-1-4 (1986): Section four: Measurements in the baseband.

510-2-6 (1992): Part 2: Measurements for sub-systems - Section six: Frequency demodulators.

510-3: Part 3: Methods of measurement for combinations of sub-systems.

510-3-4 (1992): Section four: Measurements for frequency division multiplex (f.d.m.) transmission.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

Partie 2: Mesures sur les sous-ensembles
Section cinq: Modulateurs de fréquence

1 Domaine d'application

Dans cette section sont décrites des méthodes de mesure des caractéristiques électriques des modulateurs de fréquence. De plus, dans la mesure du possible, seules les mesures relatives au modulateur proprement dit seront évoquées, à l'exclusion des mesures spécifiques des parties en bande de base, réseau de préaccentuation, réseaux associés à la sous-porteuse de signaux sonores, aux signaux pilotes et aux signaux auxiliaires.

Les méthodes de mesure des démodulateurs de fréquence sont décrites à la section six de la deuxième partie de cette publication. Les mesures entre accès en bande de base des ensembles modulateur/démodulateur sont décrites dans les diverses sections de la troisième partie de cette publication.

2 Définition

Pour les besoins de cette norme, un modulateur de fréquence est défini comme un sous-ensemble qui, de façon analogique, module une porteuse en fréquence intermédiaire (f.i.) par un signal en bande de base: ce dernier peut être un multiplex téléphonique à répartition en fréquence, ou un signal de télévision, accompagné d'une sous-porteuse de modulation sonore, de signaux pilotes et de signaux auxiliaires.

De tels signaux en bande de base sont normalement analogiques, mais il ne faut pas exclure les signaux numériques. Cependant, les méthodes de mesure décrites dans cette section ont seulement pour objet de s'assurer du bon fonctionnement du modulateur dans le cas de transmission de signaux analogiques.

Un sous-ensemble de modulation comprend habituellement trois sections principales:

- une section en bande de base;
- une section bande de base vers f.i. (modulateur);
- une section f.i.

3 Généralités

Un bloc diagramme type d'un sous-ensemble de modulation est donné à la figure 1. Les caractéristiques à mesurer peuvent être divisées en trois catégories principales:

- caractéristiques sans transfert;
- caractéristiques de transfert bande de base vers f.i.;
- certaines caractéristiques de transmission de bande de base à bande de base, en conjonction avec un démodulateur de mesure.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT USED IN SATELLITE EARTH STATIONS

Part 2: Measurements for sub-systems
Section five: Frequency modulators

1 Scope

Methods are given in this section for the measurement of the electrical characteristics of frequency modulators. Furthermore, where possible, only measurements involving the basic modulator are considered, that is excluding the baseband section comprising the pre-emphasis network and the networks associated with sound sub-carrier signals, pilot signals and auxiliary signals.

Methods of measurement for frequency demodulators are given in section six of part 2 of this publication. Measurements between baseband terminals of modulator/demodulator assemblies are covered by various sections of part 3 of this publication.

2 Definition

For the purpose of this standard, a frequency modulator is a sub-system which, by analogue means, modulates an intermediate frequency (i.f.) carrier by a baseband signal: this may be a multi-channel f.d.m. telephony signal or television signal with associated sound sub-carrier signals, pilot signals and auxiliary signals.

Such baseband signals are normally analogue but digital signals are not excluded. However the methods of measurement described in this section are intended for assessing the performance of the modulator when analogue signals are transmitted.

A modulator sub-system usually comprises the following three main sections:

- a baseband section;
- a baseband to i.f. section (modulator);
- an i.f. section.

3 General

A block diagram for a typical modulator sub-system is shown in figure 1. The characteristics to be measured can be divided into three principal categories:

- non-transfer characteristics;
- baseband to i.f. characteristics;
- certain baseband-to-baseband transmission characteristics in conjunction with a measurement demodulator.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

La première catégorie comprend les mesures faisant intervenir uniquement l'accès en bande de base ou uniquement l'accès en fréquence intermédiaire, y compris les mesures de fréquence et de signaux parasites/harmoniques à la sortie f.i. Ces mesures sont décries ailleurs dans cette publication.

La seconde catégorie de mesures, transfert de bande de base à f.i., constitue l'essentiel de cette section à cause de la nature du matériel à l'essai.

La troisième catégorie de mesures comprend celles qu'il faut effectuer sur un ensemble complet modulateur/démodulateur (modem), à l'exception que le démodulateur mis en oeuvre est un démodulateur de mesure et non pas un démodulateur du matériel à l'essai.

Il est très important de connaître la contribution propre d'un modulateur à la tolérance totale permise pour une caractéristique donnée parce que, dans un contexte opérationnel, des modulateurs d'une conception particulière ou provenant d'un constructeur particulier doivent, le cas échéant, fonctionner en liaison avec un démodulateur d'une autre conception ou provenant d'un constructeur différent. Les effets de compensation entre modulateur et démodulateur sont, par conséquent, indésirables et chaque modulateur devra satisfaire aux spécifications se rapportant à un démodulateur de mesure. Cette façon de procéder exige que le démodulateur de mesure ait une qualité meilleure que celle qui est spécifiée pour le modulateur à l'essai.

4 Caractéristiques à la sortie f.i.

4.1 *Affaiblissement d'adaptation*

Voir la première partie, section trois de cette publication: Mesures dans la bande des fréquences intermédiaires.

La mesure doit être faite en l'absence du signal de sortie f.i. du modulateur. Cela peut être obtenu, par exemple, en mettant hors circuit l'oscillateur du modulateur.

4.2 *Niveau*

Voir la première partie, section trois de cette publication: Mesures dans la bande des fréquences intermédiaires.

4.3 *Fréquence de la porteuse*

Voir la première partie, section trois de cette publication: Mesures dans la bande des fréquences intermédiaires (Modification 1).

4.4 *Signaux f.i. parasites et/ou harmoniques*

4.4.1 *Méthode de mesure*

La sortie f.i. du modulateur doit être vérifiée au moyen d'un analyseur de spectre ou d'un mesureur de niveau sélectif convenables, pour s'assurer que le niveau d'un éventuel signal parasite ou harmonique est bien dans les limites spécifiées. Il faut noter que les mesures de parasites et d'harmoniques f.i. doivent être effectuées sans modulation, et en ayant mis hors circuit le générateur d'étalement de spectre.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The first category concerns measurements at the baseband port only or at the i.f. port only including frequency and spurious/harmonic signal measurements at the i.f. output. These measurements are described elsewhere in this publication.

The second category of measurements forms an essential part of this section because of the nature of the device under test - transfer from baseband to i.f.

The third category of measurements includes those to be carried out on a complete modulator/demodulator (modem) assembly except that the actual or system demodulator is replaced by a measurement demodulator.

It is very important to know the separate contribution of a modulator to the total permitted tolerances of performance characteristics because in an operational situation, modulators of one design or manufacturer may have to work with demodulators of another design or manufacturer. Compensation effects between modulator and demodulator are therefore undesirable and each modulator should fulfill the prescribed specification in association with a measurement demodulator. This procedure requires the measurement demodulator to have a better performance than that specified for the modulator under test.

4 I.F. output characteristics

4.1 *Return loss*

See part 1, section three of this publication: Measurements in the i.f. range.

The measurement shall be made without the modulator output signal being present. This can be achieved, for example, by disabling the oscillator within the modulator.

4.2 *Level*

See part 1, section three of this publication: Measurements in the i.f. range.

4.3 *Carrier frequency*

See part 1, section three of this publication: Measurements in the i.f. range (Amendment 1).

4.4 *I.F. spurious and/or harmonic signals*

4.4.1 *Method of measurement*

The i.f. output of the modulator shall be checked by means of a suitable spectrum analyzer or selective level-meter to verify that the level of any i.f. spurious and/or harmonic signals is within specified limits. It shall be noted that the measurement of i.f. spurious and harmonic signals shall be made without modulation and with the energy-dispersal generator disabled.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4.2 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être présentés de préférence sous la forme d'une photographie, d'un dessin ou d'un enregistrement X-Y de l'affichage calibré de l'analyseur de spectre. Comme alternative, on peut exprimer en décibels les niveaux les plus élevés des parasites/harmoniques par rapport au niveau du signal désiré.

4.4.3 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) niveau maximal permis des signaux parasites, en décibels, par rapport au niveau du signal désiré;

b) niveau maximal permis des signaux harmoniques, en décibels, par rapport au niveau du signal désiré;

c) gamme de fréquences sur laquelle doivent être effectuées les mesures;

d) niveau du signal désiré.

5 Impédance d'entrée et affaiblissement d'adaptation en bande de base

Voir la première partie, section quatre de cette publication: Mesures en bande de base.

6 Sensibilité de modulation

6.1 *Définition et généralités*

La sensibilité de modulation S_m d'un modulateur, pour un signal sinusoïdal de fréquence donnée, est le rapport de la déviation de fréquence (Δf) à l'amplitude du signal d'entrée en bande de base (V_b):

$$S_m = \frac{\Delta f}{V_b} \text{ (MHz/V)} \qquad (6\text{–}1)$$

V_b et Δf doivent toutes les deux être exprimées soit en valeur de crête soit en valeur efficace.

En général, la sensibilité de modulation dépend de la fréquence du signal modulant en bande de base, à cause du réseau de préaccentuation [1]* [2]. Lorsqu'il est possible d'accéder au point d'entrée en bande de base situé en aval du réseau de préaccentuation (voir figure 1), la sensibilité de modulation mesurée est indépendante de la fréquence du signal modulant.

6.2 *Méthode de mesure*

La méthode de mesure, nommée méthode du «zéro de Bessel», est basée sur le fait que, pour une modulation sinusoïdale, la raie centrale du spectre du signal modulé s'annule pour la première fois pour un indice de modulation (m_f) tel que

$$m_f = \frac{\Delta f}{f} = 2{,}404\ 83 \qquad (6\text{–}2)$$

où Δf est la déviation de fréquence crête et f la fréquence de modulation.

---

* Les chiffres entre crochets se rapportent aux références données à l'article 14.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4.2 *Presentation of results*

The results should be presented preferably as a photograph, plot or X-Y record of the calibrated spectrum analyzer display. Alternatively, the more significant spurious and/or harmonic levels may be expressed in decibels relative to the level of the wanted signal.

4.4.3 *Details to be specified*

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

a) permitted maximum level of spurious signals in decibels relative to the wanted signal;

b) permitted maximum level of harmonics in decibels relative to the wanted signal;

c) the frequency range over which measurements are required;

d) the level of the wanted signals.

5 Baseband input impedance and return loss

See part 1, section four of this publication: Measurements in the baseband.

6 Deviation sensitivity

6.1 *Definition and general considerations*

The deviation sensitivity (S_m) of a modulator for a sinusoidal signal of a given frequency is expressed as the ratio of the frequency deviation (Δf) to the value of the baseband input voltage (V_b):

$$S_m = \frac{\Delta f}{V_b} \quad \text{(MHz/V)} \qquad (6\text{–}1)$$

V_b and Δf are both expressed either in peak values or in r.m.s. values.

The deviation sensitivity is usually a function of the baseband frequency due to the effect of the pre-emphasis network [1]* [2]*. When it is possible to gain access to the baseband input point (see figure 1) after the pre-emphasis network, the measured deviation sensitivity of the modulator is independent of the baseband frequency used.

6.2 *Method of measurement*

The method of measurement is known as the "Bessel zero" method which is based on the fact that, in the case of sinusoidal modulation, the carrier frequency spectral line first disappears at a modulation index (m_f) as follows:

$$m_f = \frac{\Delta f}{f} = 2{,}404\ 83 \qquad (6\text{–}2)$$

where Δf is the peak frequency deviation and f is the modulating frequency.

---

* The figures in square brackets indicate the references given in clause 14.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le «zéro», c'est-à-dire la première disparition de la porteuse, s'observe à l'analyseur de spectre. On n'obtient jamais un zéro parfait à cause de la distorsion harmonique résiduelle du générateur de signal en bande de base. Cependant, on considère qu'un affaiblissement du niveau de la porteuse supérieur ou égal à 30 dB est satisfaisant.

Puisqu'il existe de nombreuses valeurs de l'indice de modulation pour lesquelles la porteuse s'annule, la meilleure méthode pour s'assurer que l'on est bien au premier zéro consiste à augmenter doucement le niveau de modulation depuis une valeur nulle jusqu'à la valeur pour laquelle la porteuse disparaît pour la première fois.

La procédure de mesure est la suivante:

a) on règle le générateur en bande de base à la fréquence à laquelle on doit mesurer la sensibilité de modulation;

b) après avoir annulé le niveau de sortie du générateur, on l'augmente doucement jusqu'à la première disparition de la porteuse, observée sur l'analyseur de spectre;

c) on mesure la tension efficace (V_b) à l'entrée en bande de base du modulateur;

d) la sensibilité de modulation (S_m) à la fréquence de modulation f est alors calculée au moyen de l'équation 6-3:

$$S_m = \frac{2{,}404\,83\,f}{\sqrt{2}\,V_b} \quad \text{MHz/V} \qquad (6\text{–}3)$$

NOTE - Une modulation d'indice 2,404 83 correspond à une bande f.i. occupée qui est fonction linéairement croissante de la fréquence de modulation. L'emploi de cette méthode est donc limité aux fréquences de modulation suffisamment basses pour que le spectre du signal modulé n'excède pas la bande passante du matériel. L'autre méthode consiste à utiliser un démodulateur de mesure calibré.

6.3 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être présentés comme dans les exemples suivants:

«La sensibilité de modulation (S_m) est .....(MHz/V)» ou

«Pour un niveau d'entrée en bande de base de ..... dBm, la déviation de fréquence efficace est de ..... kHz».

6.4 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) méthode de mesure (voir 6.2 ou note);

b) fréquence du signal d'entrée en bande de base;

c) déviation de fréquence du signal de sortie f.i.;

d) sensibilité de modulation spécifiée, ou déviation de fréquence spécifiée pour un niveau d'entrée donné;

e) point d'accès en bande de base (c'est-à-dire en amont ou en aval du réseau de préaccentuation - voir figure 1);

f) loi de préaccentuation employée (s'il y a lieu).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The "zero", i.e. the point where the i.f. carrier first disappears, is observed on the spectrum analyzer, but a perfect zero may not be obtained due to residual harmonic distortion of the baseband signal generator. However, a decrease in carrier level of 30 dB or more is regarded as adequate.

Since there are many values of the modulation index at which a carrier-zero may be obtained, the best way of ensuring that the first zero is used is by increasing the modulating voltage smoothly from zero to the point where the carrier disappears for the first time.

The measurement procedure is as follows:

a) the baseband generator is set to the required frequency at which the deviation sensitivity is to be measured;

b) the output level of the generator is set to zero and then smoothly increased until the i.f. carrier on the spectrum analyzer first disappears;

c) the r.m.s. voltage (V_b) at the baseband input of the modulator is measured;

d) the modulator deviation sensitivity (S_m) at modulation frequency f is then calculated from equation 6-3:

$$S_m = \frac{2{,}404\,83\,f}{\sqrt{2}\,V_b} \quad \text{MHz/V} \qquad (6\text{–}3)$$

NOTE - As a modulation index of 2,404 83 corresponds to an occupied i.f. bandwidth which increases linearly with modulation frequency, the use of this method is restricted to modulation frequencies which do not cause the modulated signal spectrum to exceed the system bandwidth. An alternative method is to employ a calibrated measurement demodulator.

6.3 *Presentation of results*

The results should be presented as in the following examples:

"The deviation sensitivity (S_m) was ..... (MHz/V)" or

"At a baseband input level of ..... dBm, the r.m.s. frequency deviation was ..... kHz".

6.4 *Details to be specified*

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

a) the method of measurement (see 6.2 or note);

b) the frequency of the baseband input signal;

c) the frequency deviation of the i.f. output signal;

d) the required deviation sensitivity or output deviation at the specified input level;

e) the baseband connection point (i.e. before or after pre-emphasis - see figure 1);

f) the pre-emphasis characteristic employed (if appropriate).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7 Sens de modulation

7.1 *Définition et généralités*

Le sens de modulation d'un modulateur de fréquence est dit positif si une variation positive de la tension d'entrée donne lieu à une augmentation de la fréquence intermédiaire. Le sens de modulation est important dans le cas de transmission de signaux télévisuels.

7.2 *Méthode de mesure*

On peut déterminer simplement le sens de modulation en appliquant à l'entrée du modulateur à l'essai un signal asymétrique et en reliant la sortie f.i. du modulateur à l'entrée d'un démodulateur de mesure ayant un sens de démodulation connu. Si les polarités du signal de sortie du démodulateur et du signal d'entrée du modulateur sont les mêmes, le sens de modulation est identique au sens de démodulation qui est connu.

Une autre méthode consiste à observer le spectre f.i. à la sortie du modulateur sur l'écran d'un analyseur de spectre, le signal modulant comprenant des impulsions de synchronisation de ligne et un signal crête de luminance de sens positif. Dans ce cas, si le sens de modulation est positif, la fréquence de la raie spectrale de niveau le plus élevé est supérieure à celle de la porteuse.

8 Gain différentiel/non-linéarité et phase différentielle/temps de propagation de groupe

8.1 *Définition et généralités*

Le modulateur à l'essai est attaqué par un signal en bande de base constitué par un signal sinusoïdal de faible amplitude, de fréquence relativement élevée et d'amplitude et phase constantes (signal d'essai), superposé à un signal à basse fréquence et d'amplitude relativement élevée (signal de balayage). A la sortie f.i. du modulateur, la déviation de fréquence due au signal d'essai est sinusoïdale et son amplitude et sa phase dépendent de la valeur instantanée du signal de balayage. Le gain différentiel (GD) et la phase différentielle (PD) du modulateur à l'essai sont définis par les équations suivantes, en fonction de cette valeur instantanée:

$$GD(x) = \left(A\,(x) \,/\, A_0\right) - 1 \qquad (8\text{-}1)$$

$$PD\,(x) = \varphi(x) - \varphi_0 \qquad (8\text{-}2)$$

où:

x est la valeur instantanée du signal de balayage

$GD(x)$ est la fonction représentative du gain différentiel du modulateur

$A(x)$ est l'amplitude de la déviation de fréquence due au signal d'essai, fonction de x

A_0 est l'amplitude de la déviation de fréquence due au signal d'essai, pour une valeur nulle du signal de balayage

$PD(x)$ est la fonction représentative de la phase différentielle du modulateur

$\varphi(x)$ est la phase de la déviation de fréquence due au signal d'essai, fonction de x

φ_0 est la phase de la déviation de fréquence due au signal d'essai, pour une valeur nulle du signal de balayage

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7 Sense of modulation

7.1 *Definition and general considerations*

The sense of modulation of a frequency modulator is positive if a positive-going change of the input voltage results in an increase in intermediate frequency. The sense of modulation is important in television transmission.

7.2 *Method of measurement*

A simple method of checking the sense of modulation is to apply to the modulator under test an assymetrical waveform and to apply the i.f. signal to a measurement demodulator having a known sense of demodulation. If the demodulator output signal polarity and the modulator input signal polarity are the same then the sense of modulation is the same as the known sense of demodulation.

Another method is to observe the modulator i.f. spectrum as shown on a spectrum analyzer with a signal comprising line synchronization pulse and a positive-going peak luminance signal applied to the baseband input. The frequency of the highest level spectral line will be higher than the carrier frequency for a positive sense of modulation.

8 Differential gain/non-linearity and differential phase/group-delay

8.1 *Definition and general considerations*

The modulator under test is driven by a baseband signal consisting of a small amplitude relatively high frequency sinusoidal signal (test signal) of constant amplitude and phase, superimposed on a low frequency relatively large amplitude signal (sweep signal). At the i.f. output of the modulator, the frequency deviation due to the test signal corresponds to a sinusoidal frequency shift, the amplitude and phase of which depend upon the instantaneous value of the sweep-signal voltage. The differential gain (DG) and differential phase (DP) of the modulator under test are defined as functions of this instantaneous value as given in the following equations:

$$DG(x) = \left(A\,(x)\,/\,A_o\right) - 1 \qquad (8\text{-}1)$$

$$DP(x) = \varphi(x) - \varphi_o \qquad (8\text{-}2)$$

where:

x is the instantaneous value of the input sweep signal

$DG(x)$ is a function representing the differential gain of the modulator

$A(x)$ is the output deviation magnitude due to the test signal as a function of x

A_o is the output deviation magnitude due to the test signal at zero value of the sweep signal

$DP(x)$ is a function representing the differential phase of the modulator

$\varphi(x)$ is the output deviation phase due to the test signal as a function of x

φ_o is the output deviation phase due to the test signal at zero value of the sweep signal

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour un modulateur idéal sans distorsion, le gain différentiel et la phase différentielle sont tous deux nuls. Dans la pratique, les fonctions ci-dessus présentent des variations. Un modulateur réel est caractérisé soit par ces fonctions elles-mêmes, soit par la distorsion de gain différentiel et la distorsion de phase différentielle. Ces dernières sont définies comme la différence entre les valeurs extrêmes des fonctions ci-dessus, exprimées habituellement en pourcentage et en degrés, respectivement, comme suit:

$$\text{GD distorsion (\%)} = 100 \left(\frac{A_{max} - A_{min}}{A_o} \right) \quad (8\text{–}3)$$

$$\text{PD distorsion (degrés)} = \varphi_{max} - \varphi_{min} \quad (8\text{-}4)$$

Le choix de la fréquence du signal d'essai dépend de la partie du modulateur que l'on veut évaluer et du paramètre à mesurer (gain différentiel ou non-linéarité, phase différentielle ou temps de propagation de groupe). Les définitions de la non-linéarité et du temps de propagation de groupe ainsi que les raisons du choix de la fréquence du signal d'essai sont données dans la première partie, section quatre de cette publication: Mesures en bande de base.

Le gain différentiel et la non-linéarité se mesurent en employant la même méthode, mais à des fréquences d'essai différentes. La non-linéarité est un paramètre important pour caractériser un modulateur puisqu'elle représente l'écart entre la caractéristique tension de sortie/fréquence d'entrée et une caractéristique linéaire idéale. On la mesure à des fréquences relativement basses du signal d'essai dans la gamme type de 50 kHz à 500 kHz.

8.2 *Méthode de mesure*

Il est nécessaire de disposer d'un démodulateur de mesure pour effectuer la mesure du gain différentiel/non-linéarité et de la phase différentielle/temps de propagation de groupe. Ce démodulateur doit présenter de faibles valeurs du gain différentiel/non-linéarité et de la phase différentielle/temps de propagation de groupe, par rapport au valeurs correspondantes du modulateur à l'essai.

Pour cette application, le démodulateur de mesure peut être du type hétérodyne, l'oscillateur hétérodyne étant modulé par le signal de balayage, ce qui élimine l'influence du signal de balayage sur la déviation de fréquence due au signal d'essai et élimine donc virtuellement toute distorsion du démodulateur.

Un montage simplifié pour la mesure du gain différentiel et de la phase différentielle d'un modulateur est décrit à la figure 2. Tout ce montage, y compris le démodulateur de mesure, est disponible dans le commerce sous le nom d'analyseur de faisceau hertzien.

Pour la mesure des modulateurs, l'«analyseur de faisceau hertzien» est d'habitude constitué des deux parties suivantes:

a) une partie émission comprenant un générateur de signal de balayage et un générateur de signal d'essai, à relier à l'entrée du matériel à l'essai;

b) une partie réception, à relier à la sortie f.i. du matériel à l'essai. Cette partie comprend un démodulateur de mesure suivi par un filtre passe-bande pour extraire le signal d'essai, de détecteurs d'enveloppe et de phase pour fournir les signaux de gain différentiel/non-linéarité et de phase différentielle/temps de propagation de groupe, ainsi qu'un tube cathodique dont l'écran est muni d'axes horizontal et vertical calibrés. La déflexion horizontale du tube cathodique provient du signal de balayage démodulé, obtenu à la sortie d'un filtre passe-bas placé à la sortie du démodulateur de mesure.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For an ideal modulator with no distortion, both the differential gain and the differential phase are zero. For a practical modulator, the above functions will show variations. A practical modulator is characterized either by these functions themselves or by the differential gain distortion and the differential phase distortion. These are defined as the differences between extreme values of the above functions, usually expressed as a percentage and in degrees respectively as follows:

$$\text{DG distortion (\%)} = 100 \left(\frac{A_{max} - A_{min}}{A_o} \right) \quad (8\text{-}3)$$

$$\text{DP distortion (degree)} = \varphi_{max} - \varphi_{min} \quad (8\text{-}4)$$

The choice of the test-signal frequency depends upon which section of the modulator is to be assessed, and which parameter is to be measured (i.e. differential gain or non-linearity, differential phase or group-delay). For the definition of non-linearity and group-delay, and for the factors governing the choice of test-signal frequency, reference should be made to Part 1, section four of this publication: Measurements in the baseband.

DG and non-linearity are measured by the same method but using different test frequencies. Non-linearity is an important performance parameter of modulators since it represents the variation of the output-voltage/input-frequency characteristic from the ideal linear response. It is measured by using relatively low test-signal frequencies within the typical range of 50 kHz to 500 kHz.

8.2 *Method of measurement*

For measurement of the differential gain/non-linearity and differential phase/group-delay of a modulator, a measurement demodulator is needed. Such a demodulator shall have small differential gain/non-linearity and differential phase/group-delay compared with the modulator under test.

For this application, a measurement demodulator may comprise a heterodyne type of demodulator in which the heterodyne oscillator is controlled by the sweep signal: this suppresses the deviation due to the sweep signal thus virtually eliminating the demodulator distortion.

A simplified arrangement for measuring the differential gain and differential phase of a modulator is given in figure 2. The complete test arrangement shown in this figure, including the measurement demodulator, is commercially available as a link analyzer radio link measuring set or system analyzer.

For measurement of modulators, the "link analyzer" is usually made up of two parts as follows:

a) a transmitting part comprising a sweep-signal source and test-signal source to be connected to the baseband input of the equipment under test;

b) a receiving part, to be connected to the i.f. output of the equipment under test. This part is comprised of a measurement demodulator followed by a band-pass filter for extracting the test-signal, envelope and phase detectors for providing the differential gain/non-linearity and differential phase/group delay signals, together with a built-in c.r.t. display having calibrated horizontal and vertical axes. The horizontal deflection for the c.r.t. is generated by the demodulated sweep signal which is taken from a low-pass filter fed by the measurement demodulator.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTES

1 Lorsqu'on emploie des fréquences d'essai élevées, la bande f.i. explorée n'est pas égale, approximativement, à la largeur de balayage mais à cette valeur augmentée de deux fois la fréquence d'essai. Dans les analyseurs de faisceau hertzien modernes, des dispositifs particuliers maintiennent constante la bande explorée lorsqu'on modifie la fréquence d'essai.

2 Il est nécessaire de s'assurer que les amplificateurs en bande de base qui précédent le modulateur ne sont pas saturés par le signal de balayage d'amplitude élevée. Cette exigence limite souvent la largeur de balayage admissible. On peut aussi exclure de la mesure la partie en bande de base du modulateur, permettant ainsi d'explorer totalement la caractéristique du modulateur par un signal de balayage de force amplitude. Cette exclusion peut être également nécessaire lorsque la fréquence de coupure basse des amplificateurs en bande de base ne permet pas la transmission du signal de balayage.

8.3 *Présentation des résultats*

Le gain différentiel et la phase différentielle seront de préférence présentés sous la forme d'une photographie, d'un dessin ou d'un enregistrement X-Y des fonctions affichées, les deux axes étant convenablement calibrés. On peut présenter un seul exemplaire de photographie, dessin ou enregistrement montrant simultanément les deux fonctions. On peut aussi indiquer les distorsions de gain différentiel/non-linéarité et de phase différentielle/temps de propagation de groupe.

8.4 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) gamme de balayage f.i. (par exemple ± 10 MHz);

b) distorsion permise de GD dans la gamme ci-dessus (par exemple 3 %);

c) distorsion permise de PD dans la gamme ci-dessus (par exemple 0,8°):

d) fréquence d'essai utilisée;

e) point d'accès en bande de base (par exemple en amont ou en aval de l'amplificateur en bande de base).

9 Modulation d'amplitude parasite

9.1 *Généralités*

Les modulateurs de fréquence présentent normalement un peu de modulation d'amplitude qui peut soit provenir du modulateur lui-même, soit être due à la réponse amplitude/fréquence des circuits f.i. qui suivent le modulateur. Cette modulation d'amplitude est indésirable parce qu'il peut en résulter une distorsion additionnelle en bande de base, due à un processus de conversion m.a./m.p. en aval ou à une sensibilité du démodulateur à la modulation d'amplitude.

9.2 *Méthode de mesure*

Un montage simplifié pour la mesure de la modulation d'amplitude parasite est décrit à la figure 2. C'est le même montage qui est utilisé pour la mesure du gain différentiel et de la phase différentielle mais, dans la partie réception, on emploie un détecteur d'enveloppe f.i. au lieu du démodulateur de mesure.

On attaque le modulateur à l'essai par le générateur de balayage (le signal d'essai de la partie émission reste inutilisé), on détecte son niveau de sortie au moyen du détecteur d'enveloppe f.i., et la sortie du détecteur attaque la déflexion verticale du dispositif d'affichage. La forme de cette caractéristique dans une gamme de fréquences spécifiée

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTES

1 When using high test-frequencies, the i.f. range explored will not be approximated by the sweep-width but by the sweep-width plus twice the test frequency. Means are provided in modern link analyzers to keep the explored range constant when the test frequency is changed.

2 It is necessary to ensure that baseband amplifiers preceding the modulator should not be over-driven by the large-amplitude sweep-signal. The need to satisfy this requirement often limits the sweep amplitude which can be applied. Alternatively, the baseband part of the modulator may be excluded from the measurement, thus allowing a high amplitude sweep signal to explore the whole modulator characteristic. This exclusion may also be necessary when the lower cut-off frequency of the baseband amplifiers does not allow the sweep-signal to be transmitted.

8.3 *Presentation of results*

Differential gain and differential phase should preferably be presented by photographs, plots or X-Y records of the displayed functions with both axes appropriately calibrated. A single photograph, plot or X-Y record showing simultaneous display of both functions may be presented. Alternatively, the differential gain distortion/non-linearity differential phase distortion/group-delay and sweep limits may be stated.

8.4 *Details to be specified*

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

a) i.f. sweep range (e.g. ± 10 MHz);

b) permitted DG distortion in the above range (e.g. 3 %);

c) permitted DP distortion in the above range (e.g. 0,8°);

d) test frequency used;

e) the baseband connection point (i.e. before or after the baseband amplifier).

9 Unwanted amplitude modulation

9.1 *General considerations*

Frequency modulators normally exhibit a small degree of amplitude modulation which may originate either in the modulator itself or be due to the amplitude/frequency response of the i.f. circuits following the modulator. This amplitude modulation is unwanted because, as a consequence of subsequent a.m. to p.m. conversion or of a.m. sensitivity of the demodulator, it may result in additional baseband distortion.

9.2 *Method of measurement*

A simplified arrangement for the measurement of unwanted amplitude modulation is shown in figure 2. This is the same arrangement as used for the measurement of differential gain and phase, but in the receiver part, instead of the measurement demodulator and following circuits, an i.f. envelope detector is used.

The modulator under test is driven by the sweep-signal source (the test-signal of the transmitter part is not used), the i.f. output level is sensed by the i.f. envelope detector, and the output of this detector is used for the vertical deflection of the display. The shape of this characteristic in a specified frequency range is a measure of the amplitude modulation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

est une mesure de la modulation d'amplitude. Pour cette mesure, on choisit une largeur de balayage correspondant à la déviation de fréquence la plus élevée utilisée dans les conditions opérationnelles. Les analyseurs de faisceau hertzien du commerce sont équipés, dans leur partie réception, d'un commutateur permettant le choix entre les mesures de GD ou de PD comme décrit en 8.2 et mettant en oeuvre le démodulateur de mesure et la mesure de la caractéristique amplitude/fréquence mettant en oeuvre le détecteur d'enveloppe f.i.

9.3 *Présentation des résultats*

La modulation d'amplitude parasite d'un modulateur de fréquence sera de préférence présentée sous la forme d'une photographie, d'un dessin ou d'un enregistrement X-Y de la caractéristique amplitude/fréquence, les deux axes de l'écran de l'oscilloscope étant convenablement calibrés. On peut aussi n'indiquer que les différences entre les valeurs extrêmes de la caractéristique, ainsi que les limites correspondantes du balayage.

9.4 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) largeur de bande du balayage (MHz);

b) limites permises de la caractéristique amplitude/fréquence.

10 Caractéristique amplitude/fréquence en bande de base

10.1 *Définition*

La caractéristique amplitude/fréquence en bande de base d'un modulateur est la courbe représentative du rapport, exprimé en décibels, de la déviation de fréquence f.i. à une déviation de fréquence de référence, en fonction de la fréquence de modulation en bande de base et pour une amplitude constante à l'entrée en bande de base. La déviation de fréquence de référence est la déviation correspondant à une fréquence en bande de base spécifiée.

10.2 *Généralités*

Pour mesurer la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base d'un modulateur, il est nécessaire de disposer d'un démodulateur de mesure. Par définition, pour cette application, un démodulateur de mesure présente à sa sortie un signal en bande de base de niveau constant en fonction de la fréquence de modulation, pour un signal d'entrée f.i. de déviation constante. On doit utiliser un signal en bande de base de faible amplitude, de façon à éviter que les raies spectrales d'ordre élevé aient une amplitude significative aux fréquences de modulation les plus hautes.

Si l'on ne peut pas séparer le modulateur à l'essai de son réseau de préaccentuation, le démodulateur de mesure doit être associé à un réseau de désaccentuation correspondant calibré. Dans certains cas, cependant, il est possible de séparer le réseau de préaccentuation du modulateur, de sorte que l'on peut mesurer la caractéristique amplitude/fréquence du modulateur seul. La caractéristique amplitude/fréquence du réseau de préaccentuation doit alors être mesurée séparément.

NOTE - Présentement, il n'est pas possible de séparer complètement la contribution à la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base du modulateur à l'essai, car la contribution du démodulateur de mesure est du même ordre de grandeur. Il est donc d'usage courant d'utiliser, pour cette mesure, les modulateurs et démodulateurs du matériel à l'essai et de spécifier seulement la caractéristique globale modulateur/démodulateur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For this measurement, a sweep width corresponding to the highest frequency deviation under operational conditions is chosen. Commercial link analyzers have a mode switch in the receiver part allowing the choice between DG or DP measurement as detailed in 8.2, using the measurement demodulator and i.f. amplitude/frequency characteristic measurement using the i.f. envelope detector.

9.3 *Presentation of results*

The unwanted amplitude modulation of a frequency modulator should be presented preferably by a photograph, plot or X-Y record of the i.f. amplitude/frequency characteristic with both axes of the c.r.t. display appropriately calibrated. Alternatively, the differences between extreme values of the characteristic may be stated, together with the appropriate sweep limits.

9.4 *Details to be specified*

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

a) sweep width (MHz);

b) permitted limits of the amplitude/frequency characteristic.

10 Baseband amplitude/frequency characteristic

10.1 *Definition*

The baseband amplitude/frequency characteristic of a modulator is the curve representing the ratio, expressed in decibels, of the i.f. deviation to a reference deviation as a function of the baseband modulation frequency with constant amplitude at the baseband input. The reference deviation is that deviation at a specified baseband frequency.

10.2 *General considerations*

For measuring the baseband amplitude/frequency characteristic of a modulator, a measurement demodulator is needed. By definition, a measurement demodulator for this application provides a nominally constant baseband output signal as a function of the modulation frequency with a constant deviation input signal. A low amplitude baseband signal shall be used to avoid higher-order sidebands of significant amplitude at the highest modulating frequencies.

If the modulator under test cannot be separated from its pre-emphasis network, the measurement demodulator has to be used with a calibrated and corresponding de-emphasis network. In some cases, however, the pre-emphasis network may be separated from the modulator, so that the amplitude/frequency characteristic of the basic modulator may be measured. In such cases, the baseband amplitude frequency characteristic of the pre-emphasis network shall be measured separately.

NOTE - At present, it is not possible to separate all the baseband frequency characteristic contributions of the modulator/demodulator under test as the measurement has a contribution of the same order. It is therefore sometimes customary to use for this test both the modulator and the demodulator of the system under test and to specify only the overall characteristics.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

10.3 *Méthode de mesure*

Le montage de cette mesure est donné à la figure 3 de la première partie, section quatre de cette publication, le «matériel à l'essai» étant constitué par le modulateur à l'essai et le démodulateur de mesure interconnectés en fréquence intermédiaire.

10.4 *Présentation des résultats*

Dans le cas de mesure à balayage de fréquence, on devra présenter une photographie, un dessin ou un enregistrement de l'écran du tube cathodique. Lorsque les résultats ne sont pas présentés sous la forme d'une courbe, ils devront être donnés comme dans l'exemple suivant:

«La caractéristique amplitude/fréquence en bande de base du modulateur (ou de l'ensemble modulateur-démodulateur interconnectés) est comprise entre +0,2 dB et –0,1 dB de 300 kHz à 8 MHz, par rapport à sa valeur à 1 MHz.»

Les mesures point par point peuvent être présentées sous la forme de tables ou exprimées comme ci-dessus.

10.5 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) fréquence de référence;
b) fréquences limites de la bande de base;
c) limites permises de la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base;
d) déviation de fréquence intermédiaire à la fréquence de référence;
e) réseau de préaccentuation/désaccentuation utilisé, le cas échéant.

11 Mesures en téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.)

Présentement, il n'est pas possible de séparer la contribution au bruit d'intermodulation du modulateur à l'essai, car celle du démodulateur de mesure peut être du même ordre de grandeur. Il est donc d'usage courant, pour cette mesure, d'utiliser un démodulateur du matériel à l'essai et de spécifier seulement les valeurs de bruit pour l'ensemble modulateur/démodulateur, en utilisant les méthodes de mesure données dans la partie 3, section quatre de cette publication: Mesures pour la transmission de la téléphonie multivoie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.). Pour mesurer le bruit thermique du modulateur, on peut effectuer une mesure en bande de base sans modulation, en association avec un démodulateur de mesure de bruit thermique connu (voir 10 de la deuxième partie, section six).

12 Mesures en télévision

Présentement, il n'est pas possible de séparer la contribution aux distorsions des formes d'onde du modulateur à l'essai, car celle du démodulateur de mesure peut être du même ordre de grandeur. Il est donc d'usage courant, pour cette mesure, d'utiliser un démodulateur du matériel à l'essai et de spécifier seulement les valeurs de distorsion pour l'ensemble modulateur/démodulateur, en utilisant les méthodes de mesure données dans la troisième partie, section trois de cette publication: Mesures concernant la transmission de la télévision monochrome ou en couleurs.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

10.3 *Method of measurement*

The arrangement for the measurement is given in figure 3 of part 1, section four of this publication noting that the "equipment under test" between the baseband terminals comprises the measurement demodulator and the modulator under test, inter-connected at intermediate frequency.

10.4 *Presentation of results*

For sweep-frequency measurements a photograph of the c.r.t. display, plot or an X-Y recording should be presented. When the results of the measurements are not presented graphically they should be given as in the following example:

"Baseband amplitude/frequency characteristic of the modulator (or modulator and demodulator connected back-to-back) is within +0,2 dB to –0,1 dB from 300 kHz to 8 MHz relative to the value at 1 MHz."

Point-by-point measurements may be tabulated or expressed as above.

10.5 *Details to be specified*

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

a) reference frequency;

b) baseband frequency limits;

c) permitted limits of the baseband amplitude/frequency characteristic;

d) the i.f. deviation at the reference frequency;

e) pre-emphasis/de-emphasis characteristic, when required.

11 Frequency division multiplex (f.d.m.) telephony measurements

At present, it is not possible to separate the intermodulation noise contribution of the modulator under test as the measurement demodulator may contribute to noise of the same order. It is therefore common practice to use for this test the system demodulator, and to specify only the overall modulator/demodulator noise values using the methods of measurement given in part 3, section four of this publication: Measurements for frequency division multiplex (f.d.m.) transmission. For measuring the basic noise of the modulator, a baseband measurement may be carried out in the absence of modulation in conjunction with a measurement demodulator of known basic noise performance (see part 2, section six, 10).

12 Television measurements

At present, it is not possible to separate the waveform distortion contributions of the modulator under test as the measurement demodulator may contribute distortion of the same order. It is therefore common practice to use for this test the system demodulator and to specify only the overall modulator/demodulator distortion values using the methods of measurement given in part 3, section three of this publication: Measurements for monochrome and colour television transmission.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTE - La plupart des distorsions de forme d'onde linéaires ou non linéaires proviennent non pas de l'ensemble modulateur/démodulateur proprement dit mais des sections en bande de base (y compris les filtres de limitation de bande et les réseaux de préaccentuation et de désaccentuation). Lorsqu'on peut isoler ces sections, on peut mesurer leurs caractéristiques directement en bande de base.

Pour mesurer le bruit thermique du modulateur (c'est-à-dire sans modulation), on peut effectuer une mesure en bande de base en association avec un démodulateur de mesure de bruit thermique connu.

13 Sous-ensemble d'étalement de spectre de la porteuse

13.1 *Méthode de mesure*

On peut effectuer les mesures suivantes sur le sous-ensemble d'étalement de spectre de la porteuse (voir [3]):

a) La forme d'onde, l'amplitude et la synchronisation (le cas échéant) du signal peuvent être vérifiées au moyen d'un oscilloscope connecté à l'accès de sortie du générateur de signaux d'étalement de spectre (voir figure 1).

Pour une transmission de signaux télévisuels, on doit vérifier que le signal d'étalement de spectre est bien synchronisé à l'impulsion de synchronisation de trame du signal de télévision.

b) Pour vérifier la stabilité de fréquence du signal en fonction du temps, on doit utiliser un fréquencemètre approprié de type compteur associé à un enregistreur.

c) Pour déterminer si l'amplitude du signal d'étalement de spectre varie en fonction de la charge en bande de base, on connecte à la sortie f.i. du modulateur à l'essai un démodulateur de mesure suivi d'un filtre passe-bas en bande de base (par exemple 2 kHz). L'amplitude du signal d'étalement de spectre est mesurée à l'accès de sortie en bande de base en fonction du niveau du signal d'entrée en bande de base. Le signal d'entrée en bande de base peut être soit un signal d'essai en bruit blanc pour téléphonie m.r.f. (voir 11) soit un signal d'essai de télévision (voir 12).

13.2 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être présentés comme suit:

a) une photographie du signal d'étalement de spectre et une indication de son amplitude;

b) un enregistrement de la stabilité de la fréquence du générateur de signal d'étalement de spectre, pour une durée spécifiée;

c) la variation du niveau du signal d'étalement de spectre en fonction de la charge en bande de base.

13.3 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, selon le cas, dans le cahier des charges du matériel:

a) amplitude du signal;

b) fréquence et tolérance;

c) variation permise de l'amplitude en fonction de la charge.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

NOTE - Most of the linear and non-linear waveform distortions are affected not by the basic modulator/demodulator, but by the baseband sections (including band-limiting filters, pre- and de-emphasis networks). In cases where these sections may be separated, their performance may be measured directly at baseband.

For measuring the basic noise of the modulator (i.e. without modulation), a baseband measurement may be carried out in conjunction with a measurement demodulator of known basic noise performance.

13 Carrier-energy dispersal sub-system

13.1 *Method of measurement*

The following measurements may be made on the carrier-energy dispersal sub-system (see [3]):

a) The waveform, amplitude and synchronization (if required) of the signal may be checked by means of an oscilloscope connected to the output port of the energy dispersal signal generator (see figure 1).

For television transmission it shall be verified that the energy dispersal signal is synchronized to the field synchronizing waveform of the television signal.

b) To test the frequency stability of the signal with time, a suitable frequency counter in conjunction with a recorder shall be used.

c) To test whether the amplitude of the energy dispersal signal varies with baseband loading, a test demodulator followed by a baseband low-pass filter, (e.g. 2 kHz) is connected to the i.f. output port of the system modulator under test. The amplitude of the energy dispersal signal at the baseband output port is measured as a function of the level of the baseband input signal. The baseband input signal may be either a white-noise test signal for f.d.m. telephony (see 11) or a television test-signal (see 12).

13.2 *Presentation of results*

The results should be presented as follows:

a) a photograph of the energy dispersal waveform and a statement of its amplitude;

b) a record of the frequency stability of the energy dispersal generator within a specified time;

c) the variation of energy dispersal signal level with baseband load.

13.3 *Details to be specified*

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

a) the amplitude of the signal;

b) the frequency and tolerance;

c) permitted level variation with baseband loading.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

14 Références

[1] Recommandation 464 du CCIR (Vol. IV) (1986): *Caractéristiques de préaccentuation pour les systèmes à modulation de fréquence pour la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence et la télévision dans le service fixe par satellite.*

[2] Recommandation 405-1 du CCIR (Vol. IX) (1986): *Caractéristiques de préaccentuation pour les faisceaux hertziens de télévision à modulation de fréquence.*

[3] Recommandation 446-2 du CCIR (Vol. IV) (1986): *Dispersion de l'énergie de la porteuse pour des systèmes employant une modulation angulaire par des signaux analogiques ou une modulation numérique dans le service fixe par satellite.*

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

14 References

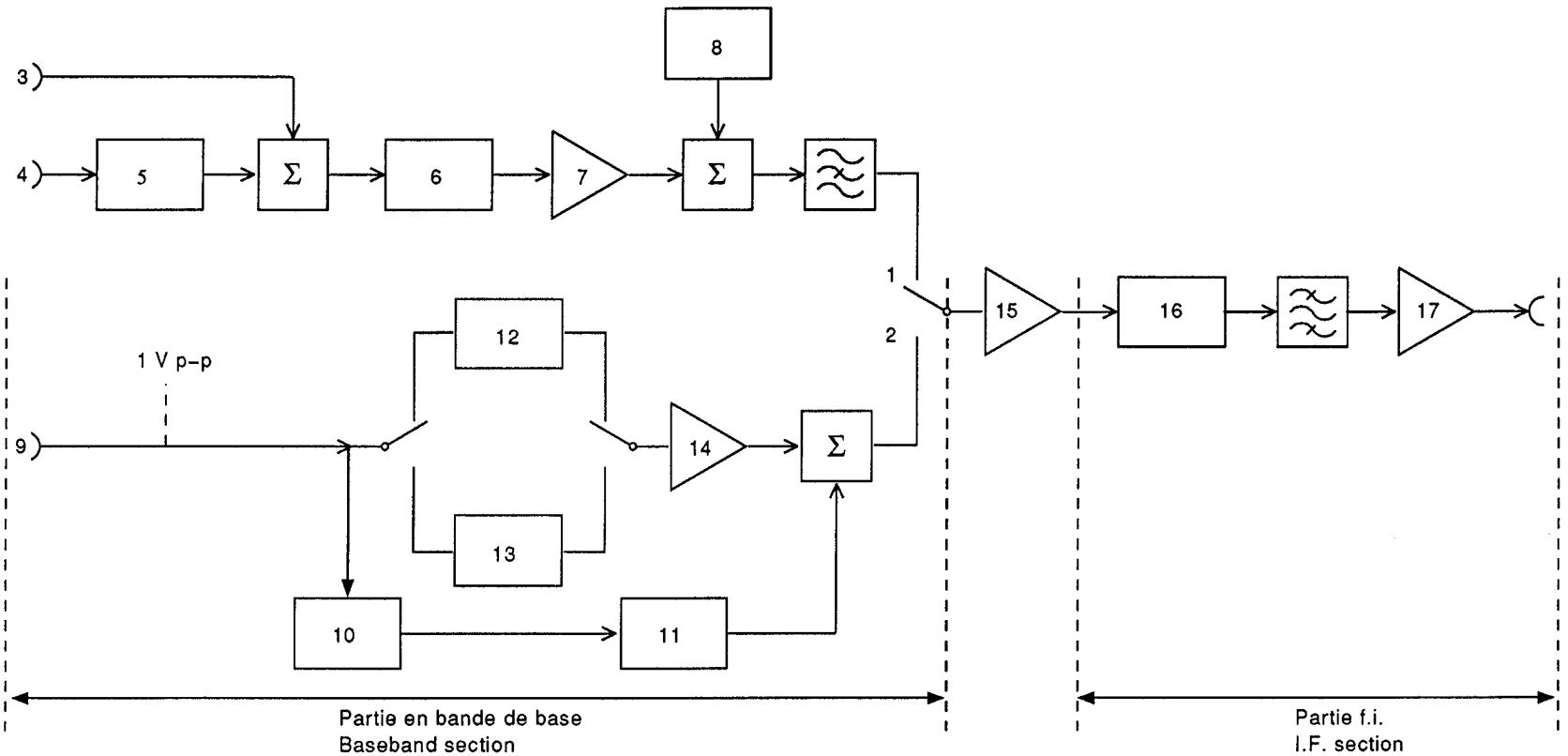
[1] CCIR Recommendation 464 (Vol. IV) (1986): *Pre-emphasis characteristics for frequency-modulation systems for frequency-division multiplex telephony in the fixed satellite service.*

[2] CCIR Recommendation 405-1 (Vol. IX) (1986): *Pre-emphasis characteristics for frequency modulation radio-relay systems for television.*

[3] CCIR Recommendation 446-2 (Vol. IV) (1986): *Carrier energy dispersal for systems employing angle modulation by analogue signals or digital modulation in the fixed satellite service.*

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



1 } 2 }	Commutateur Switch	6	Préaccentuation téléphonie Telephony emphasis	10	Détection du signal de synchronisation Synchronizing signal generator	14	Amplificateur vidéo Video amplifier
3	Entrée pilote (par exemple 60 kHz) Pilot input (e.g. 60 kHz)	7	Amplificateur en bande de base B.B. amplifier	11	Générateur de signal de dispersion d'énergie Energy dispersal signal separator	15	Modulateur f.i. I.F. modulator
4	Entrée bande de base téléphonie Telephony baseband input	8	Générateur de signal de dispersion d'énergie Energy dispersal signal generator	12	Préaccentuation 525 lignes 525-line emphasis	16	Limiteur f.i. I.F. limiter
5	Régulateur du niveau moyen Automatic mean level regulator	9	Entrée vidéo Video input	13	Préaccentuation 625 lignes 625-line emphasis	17	Amplificateur f.i. I.F. amplifier

Figure 1 – Constitution type d'un sous-système de modulation de station terrienne de télécommunication par satellite
Arrangement of a typical satellite earth station frequency modulator sub-system

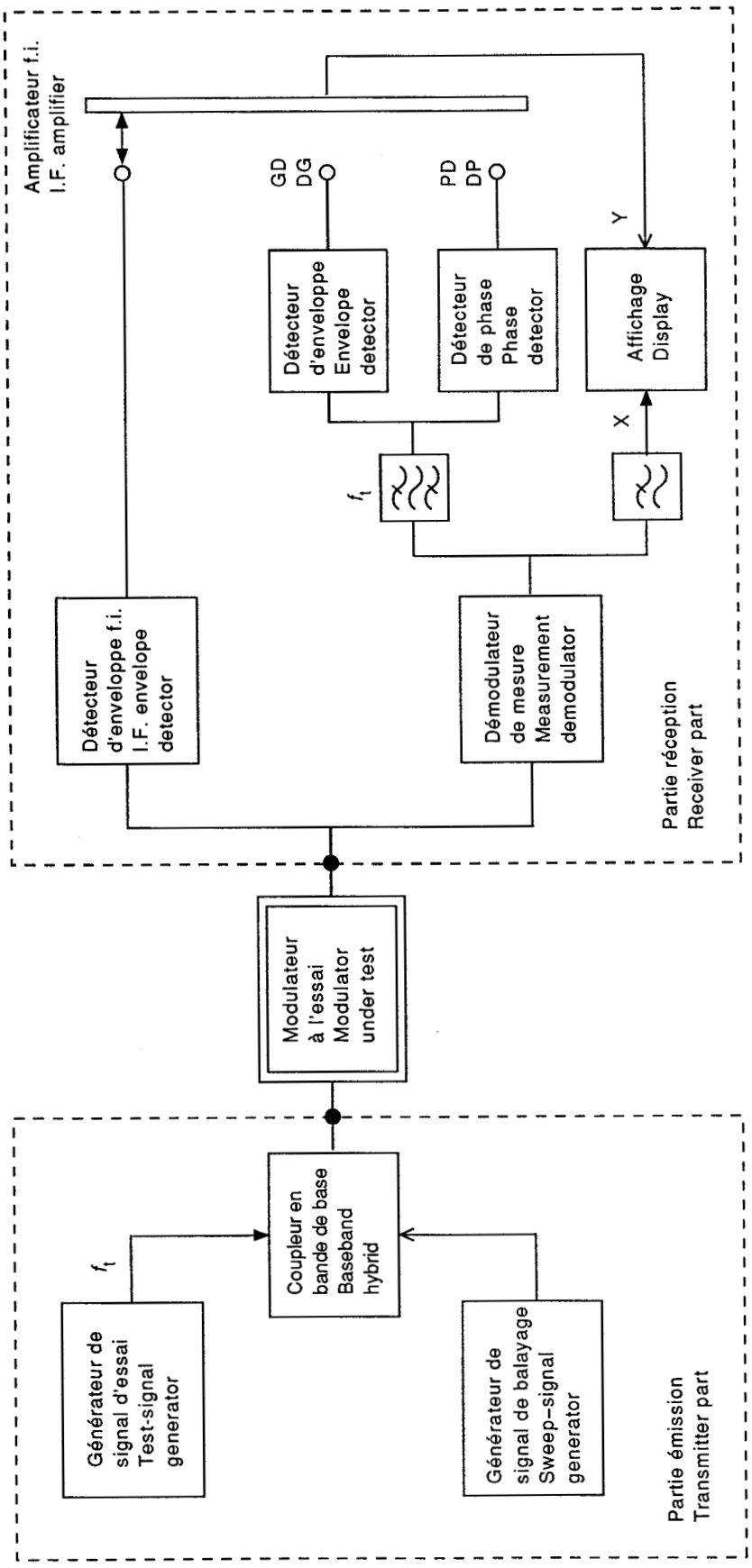


Figure 2 – Montage simplifié pour la mesure du gain différentiel, de la phase différentielle et de la caractéristique amplitude/fréquence en f.i. d'un modulateur

Simplified arrangement for measuring the differential gain, differential phase and i.f. amplitude/frequency characteristic of a modulator

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ICS 33.060.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale