NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-2-6

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 six – Démodulateurs de fréquence

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 2:
Measurements for sub-systems
Section Six – Frequency demodulators



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60510-2-6: 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
60510-2-6

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 six – Démodulateurs de fréquence

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 2:
Measurements for sub-systems
Section Six – Frequency demodulators

© 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 S

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 SIX: DÉMODULATEURS DE FRÉQUENCE

Articles

1 Domaine d'application 6

2 Définition 6

3 Généralités 6

4 Affaiblissement d'adaptation de l'entrée f.i. 8

5 Impédance et affaiblissement d'adaptation à la sortie en bande de base 8

6 Sensibilité de démodulation 10

7 Sens de démodulation 14

8 Gain différentiel/non-linéarité et phase différentielle/temps de propagation de groupe 16

9 Caractéristique amplitude/fréquence en bande de base 20

10 Mesures en téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.) 24

11 Mesures en télévision 24

12 Seuil de démodulation 24

13 Mesure du bruit impulsif dans les voies téléphoniques au voisinage du seuil 30

Figures 36

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 SIX: FREQUENCY DEMODULATORS

Clause

1 Scope 7

2 Definition 7

3 General 7

4 I.F. input return loss 9

5 Baseband output impedance and return loss 9

6 Deviation sensitivity 11

7 Sense of demodulation 15

8 Differential gain/non-linearity and differential phase/group-delay 17

9 Baseband amplitude/frequency characteristic 21

10 Frequency division multiplex (f.d.m.) telephony measurements 25

11 Television measurements 25

12 Threshold performance 25

13 Measurement of impulsive noise in telephone channels near the threshold 31

Figures 36

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 six: Démodulateurs 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 présent 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.

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

510-2-5 (1992): Partie 2: Mesures sur les sous-ensembles - Section cinq: Modulateurs de fréquence.

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

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 six: Frequency demodulators

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.

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

510-2-5 (1992): Part 2: Measurements for sub-systems - Section five: Frequency modulators.

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

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 six: Démodulateurs de fréquence

1 Domaine d'application

Dans cette section sont décrites des méthodes de mesure des caractéristiques électriques des démodulateurs de fréquence, y compris les mesures du seuil et du rapport signal à bruit, mesures essentielles pour les télécommunications par satellite. Dans la mesure du possible, seules les mesures relatives au démodulateur proprement dit seront évoquées, à l'exclusion des mesures spécifiques des sections comprenant le réseau de désaccentuation et les réseaux associés à la sous-porteuse de signaux sonores, aux signaux pilotes et aux signaux auxiliaires.

Les méthodes de mesure des modulateurs de fréquence sont décrites à la section cinq 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 démodulateur de fréquence est défini comme un sous-ensemble qui, de façon analogique, démodule une porteuse en fréquence intermédiaire (f.i.) qui à été modulée en fréquence 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 démodulateur dans le cas de transmission de signaux analogiques. Un sous-ensemble de démodulation comprend habituellement trois sections principales:

- une section en fréquence intermédiaire (f.i.);
- une section f.i. vers la bande de base (par exemple discriminateur);
- une section en bande de base.

3 Généralités

Un bloc diagramme type d'un sous-ensemble de démodulation pour station terrienne est donné à la figure 1.

Deux types différents de démodulateur sont utilisés actuellement, les démodulateurs à extension de seuil et les démodulateurs conventionnels.

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 six: Frequency demodulators

1 Scope

Methods are given in this section for the measurement of the electrical characteristics of frequency demodulators. Threshold and carrier-to-noise ratio measurements are included because these are essential for satellite systems. Where possible, only measurements involving the basic demodulator are considered, excluding the equipment comprising the de-emphasis network and the networks associated with sound sub-carrier signals, pilot signals and auxiliary signals.

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

2 Definition

For the purpose of this standard a frequency demodulator is a sub-system which, by analogue means, demodulates an intermediate frequency (i.f.) carrier which has been frequency modulated by a baseband signal. This may be a multi-channel telephony 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 or measurement described in this section are intended for assessing the performance of the demodulator when analogue signals are transmitted. A demodulator sub-system usually comprises the following three main sections:

- an intermediate frequency (i.f.) section;
- an i.f. to baseband section (e.g. discriminator);
- a baseband section.

3 General

A block diagram for a typical demodulator as used in satellite earth stations is shown in figure 1.

Currently, two different types of demodulator are used, namely conventional demodulators and threshold-extension demodulators.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

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

Les caractéristiques à mesurer peuvent être divisées en trois catégories principales:

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

La première catégorie comprend les mesures faisant intervenir uniquement l'accès d'entrée en f.i. (voir 4) et l'accès de sortie en bande de base (voir 5).

La seconde catégorie de mesures, transfert de f.i. à bande de base, constitue l'essentiel de cette section à cause de la nature du matériel à l'essai. Afin d'évaluer l'influence du niveau d'entrée f.i., certains essais doivent être faits à plusieurs niveaux d'entrée spécifiés, minimal, nominal et maximal.

NOTE - La mesure de l'influence de la modulation d'amplitude parasite ne fait pas partie de cette norme, car le niveau d'entrée est supposé être situé dans la gamme de bon fonctionnement du limiteur, et la conversion amplitude/phase de ce dernier est supposée négligeable.

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

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

4 Affaiblissement d'adaptation de l'entrée f.i.

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

Des mesures aux harmoniques de la fréquence intermédiaire peuvent également être demandées.

5 Impédance et affaiblissement d'adaptation à la sortie en bande de base

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

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

The characteristics to be measured can be divided into three principal categories:

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

The first category of measurements applies to i.f. input measurements (see 4) and baseband output measurements (see 5).

The second category of measurements forms the essential part of this section because of the nature of the device under test - transfer from i.f. to baseband. In order to assess the influence of the i.f. input level, some specified tests shall be made at nominal, minimum and maximum specified i.f. input levels.

NOTE - Measurement of the influence of spurious amplitude modulation is not included in this Standard since the input level is assumed to be entirely within the operating range of the limiter, the amplitude/phase conversion of the latter being assumed to be negligible.

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

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

4 I.F. input return loss

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

Measurements at harmonics of the intermediate frequency may also be required.

5 Baseband output impedance and return loss

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

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

6 Sensibilité de démodulation

6.1 *Définition et généralités*

La sensibilité de démodulation (S_d) d'un démodulateur, pour un signal sinusoïdal de fréquence donnée, est le rapport de l'amplitude de crête (V_b) du signal de sortie en bande de base à la déviation de fréquence (Δf):

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

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

En général, la sensibilité de démodulation du démodulateur dépend de la fréquence du signal modulant en bande de base, à cause du réseau de désaccentuation. Parfois, cependant, il est possible d'accéder au point de sortie en bande de base situé en amont du réseau de désaccentuation (figure 1); la sensibilité de démodulation mesurée est alors indépendante de la fréquence du signal modulant.

6.2 *Méthode de mesure*

Deux méthodes de mesure peuvent être employées pour obtenir la sensibilité de démodulation au moyen d'un signal d'essai de déviation connue avec précision, à savoir la méthode du zéro de Bessel et la méthode des deux signaux. Ces méthodes sont décrites ci-dessous.

Dans la première méthode, la mesure est effectuée à un indice de modulation bien défini, 2,404 83 et à des fréquences de modulation relativement faibles, c'est-à-dire inférieures à environ 2 MHz. Dans la seconde méthode, on emploie un faible indice de modulation, inférieur à 0,2 environ, et à des fréquences de modulation relativement élevées, c'est-à-dire supérieures à 2 MHz. Cette dernière méthode est donc surtout applicable aux mesures relatives aux fréquences du pilote et des sous-porteuses de modulation sonore.

6.2.1 *Méthode du zéro de Bessel*

La figure 2 présente un montage de mesure approprié à la mesure de la sensibilité de démodulation du démodulateur et à la calibration de la déviation du modulateur de mesure.

La méthode de mesure est nommée méthode du "zéro de Bessel", et la calibration de la déviation du modulateur de mesure 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.

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.

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

6 Deviation sensitivity

6.1 *Definition and general considerations*

The deviation sensitivity (S_d) of a demodulator for a sinusoidal signal of a given frequency is expressed as the ratio of the peak value of the baseband output voltage (V_b) to the frequency deviation (Δf):

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

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

The deviation sensitivity of the demodulator is usually a function of the baseband frequency because of the effect of the de-emphasis network. In some cases, however, it is possible to gain access to the baseband output point (figure 1) before the de-emphasis network: in such cases, the measured deviation sensitivity of the discriminator is independent of the baseband frequency used.

6.2 *Methods of measurement*

Two methods for obtaining the deviation sensitivity by means of a test signal of accurately known deviation may be used, namely, the Bessel zero and the two-signal methods as discussed below.

In the first method, the measurement is made with a well-defined modulation index of 2,404 83 at relatively low modulation frequencies, e.g. less than about 2 MHz, whilst in the second method a low modulation index (e.g. not exceeding about 0,2) at relatively high modulation frequencies (e.g. above 2 MHz) is used. This latter method is therefore especially applicable to measurements at the pilot and sound sub-carrier frequencies.

6.2.1 *The Bessel zero method*

A suitable arrangement for measuring the deviation sensitivity of the demodulator and for calibrating the deviation of the measurement modulator is shown in figure 2.

The method of measurement is known as the Bessel zero method and calibration of the deviation sensitivity of the measurement modulator is based upon the fact that, in the case of sinusoidal modulation, the carrier frequency spectral line first disappears for a modulation index (m_f) given by:

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

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

The "zero" or point of first disappearance of the i.f. carrier 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.

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

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 démodulation;

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 la sortie en bande de base du démodulateur;

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

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

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. Une autre méthode consiste à employer un demi-modulateur de mesure calibré.

6.2.2 *Méthode des deux signaux*

La figure 3 décrit un montage pour la mesure de la sensibilité de démodulation par la méthode des deux signaux. Cette méthode est employée pour calibrer la sensibilité de démodulation des démodulateurs à des indices de modulation faibles, jusqu'à 0,2 environ et utilise des fréquences de modulation élevées, entre 2 MHz et 10 MHz; elle est donc particulièrement applicable aux fréquences du pilote et des sous-porteuses de modulation sonore.

On crée une déviation de fréquence précise à une fréquence spécifiée au moyen de deux oscillateurs f.i. à quartz de même niveau de sortie mais de fréquences différentes – le premier à la fréquence porteuse nominale (par exemple 70 MHz) et le second à une fréquence différente de la fréquence porteuse d'une valeur connue f_x.

Comme indiqué à la figure 3, le signal de sortie de l'oscillateur n° 2, convenablement atténué comme précisé ci-dessous, est ajouté au signal provenant de l'oscillateur n° 1. Le niveau du signal composite est alors réglé par l'atténuateur n° 2 au niveau d'entrée convenable pour le démodulateur à l'essai. A cause de l'effet de limitation du démodulateur, il se crée un signal modulé presque uniquement de façon angulaire. Pour réduire la modulation d'amplitude parasite, un limiteur additionnel doit être inséré en amont du démodulateur à l'essai. Ce limiteur doit présenter une conversion m.a./m.p. faible pour rendre l'erreur de mesure acceptable.

La déviation de fréquence efficace est donnée par:

$$\Delta f = \frac{f_x}{a' \sqrt{2}} \qquad (6\text{-}4)$$

où a' est l'atténuation en tension de l'atténuateur n° 1.

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

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 output of the demodulator is measured;

d) The demodulator deviation sensitivity (S_d) at modulation frequency f is then calculated from equation 6-3:

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

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 in place of the spectrum analyzer.

6.2.2 *The two-signal method*

A suitable arrangement for measuring demodulator deviation sensitivity by the two-signal method is shown in figure 3. The method is used to calibrate the demodulator deviation sensitivity at low modulation indices, up to about 0,2 and uses high modulating frequencies between 2 MHz and 10 MHz; it is therefore especially applicable at the pilot and sound sub-carrier frequencies.

An accurate frequency deviation at a specified frequency is generated by means of two i.f. crystal oscillators having equal output levels but different frequencies – the first at the nominal carrier frequency (e.g. 70 MHz) and the second at a frequency differing from the carrier frequency by a known value f_x.

As shown in figure 3, the output signal from crystal oscillator No. 2, suitably attenuated as specified below, is added to the signal from crystal oscillator No. 1. The level of the composite signal is then adjusted by attenuator No. 2 to the appropriate input level of the demodulator under test. Due to the limiting action in the demodulator, a practically pure angle-modulation signal is generated. In order to reduce the unwanted amplitude modulation, an extra limiter has to be inserted before the demodulator under test. This limiter shall have a low a.m/p.m. conversion in order to reduce the measurement error to an acceptable level.

The r.m.s. frequency deviation is given by:

$$\Delta f = \frac{f_x}{a'\sqrt{2}} \qquad (6\text{-}4)$$

where a' is the voltage attenuation of attenuator No. 1.

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

On peut calculer l'atténuation nécessaire à partir de cette équation. Par exemple, pour créer une déviation de fréquence de 140 kHz efficace à une f_x fréquence de 8 500 kHz l'atténuation requise est 20 $\log_{10} a'$ où a' est donné par:

$$a' = \frac{8\,500}{140\sqrt{2}} \qquad (6\text{-}5)$$

ce qui correspond à 32,7 dB.

En pratique, il faut employer une fréquence de modulation suffisamment élevée, de sorte que $f_x >> \Delta f$ (par exemple 20 $\log_{10} a'$ >14 dB).

La déviation de fréquence étant réglée par la méthode décrite ci-dessus, on peut calculer la sensibilité de démodulation à partir de:

$$S_d = \frac{\sqrt{2}\,V_b}{f_x}\ a'\ \text{V/MHz} \qquad (6\text{-}6)$$

où V_b est la tension efficace du signal de fréquence f_x à la sortie du démodulateur.

6.3 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être présentés comme dans les exemples suivants:

«La sensibilité de démodulation (S_d) est ... (V/MHz)» ou

«Pour une déviation de fréquence efficace de ... kHz, le niveau de sortie en bande de base est de ... dBm»

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 6.2.1 ou 6.2.2);

b) fréquence de modulation du signal d'entrée en f.i. dans le cas de la méthode du zéro de Bessel, ou différence f_x entre les fréquences des deux porteuses d'entrée dans le cas de la méthode des deux signaux;

c) déviation de fréquence du signal d'entrée f.i.;

d) sensibilité de démodulation spécifiée, ou niveau de sortie spécifié pour une déviation donnée;

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

f) loi de désaccentuation employée (s'il y a lieu);

g) niveaux d'entrée (valeurs maximale, nominale et minimale).

7 Sens de démodulation

7.1 *Définition et généralités*

Le sens de démodulation d'un démodulateur de fréquence est dit positif si une variation positive de la tension de sortie résulte d'une augmentation de la fréquence intermédiaire. Le sens de modulation est important dans le cas de transmission de signaux télévisuels, voir la troisième partie, section trois de cette publication.

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

From this equation, the required attenuation can be calculated. For example, to produce a frequency deviation of 140 kHz r.m.s. at a frequency f_x of 8 500 kHz, the required attenuation is 20 $\log_{10} a'$ where a' is given by:

$$a' = \frac{8\,500}{140\sqrt{2}} \qquad (6\text{-}5)$$

which corresponds to 32,7 dB.

It is advisable in practice to apply a high enough modulation frequency so that $f_x >> \Delta f$ (e.g. 20 $\log_{10} a'$ >14 dB).

Once the known frequency deviation is produced by the method described above, the demodulator deviation sensitivity may be calculated from:

$$S_d = \frac{\sqrt{2}\,V_b}{f_x}\ a' \ \text{V/MHz} \qquad (6\text{-}6)$$

where V_b is the r.m.s. voltage of frequency f_x at the demodulator output.

6.3 *Presentation of results*

The results should be given as in the following examples:

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

"At an r.m.s. frequency deviation of ... kHz the baseband output level was ... dBm".

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 6.2.1 or 6.2.2);

b) the modulation frequency of the i.f. input signal in the case of the Bessel zero method or the difference f_x between the two input carriers in the case of the two-signal method;

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

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

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

f) the de-emphasis characteristic employed (if appropriate);

g) the i.f. input levels (maximum, nominal and minimum values).

7 Sense of demodulation

7.1 *Definition and general considerations*

The sense of demodulation of a frequency demodulator is positive if an increase in the intermediate frequency results in a positive-going change in the output voltage. The sense of modulation is important in television transmission, see part 3, section three of this publication.

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

7.2 *Méthode de mesure*

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

L'autre méthode consiste à produire une grande déviation de fréquence sur une porteuse f.i. au moyen d'un signal à basse fréquence, et d'appliquer cette porteuse modulée additionnée d'une porteuse f.i. pure de niveau plus faible et de fréquence connue, à l'entrée du démodulateur à l'essai.

A la sortie du démodulateur les battements entre la porteuse pure brouilleuse et la porteuse modulée apparaîtront sur l'écran d'un oscilloscope. Si, en élevant la fréquence de la porteuse pure, les battements se déplacent sur l'écran dans le sens d'une tension de sortie plus élevée (plus positive), le sens de démodulation est positif.

Le montage de mesure est donnée à la figure 4, ainsi que la figure visible sur l'écran de l'oscilloscope.

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

8.1 *Définition et généralités*

Le démodulateur à l'essai est attaqué par un signal f.i. modulé par un signal d'essai sinusoïdal dont l'amplitude et la phase sont constantes et par un signal de balayage lent en fréquence. A la sortie en bande de base du démodulateur, l'amplitude et la phase du signal d'essai démodulé apparaissent variables avec la valeur instantanée de la fréquence de la porteuse au cours du balayage. Le gain différentiel (GD) et la phase différentielle (PD) du démodulateur à l'essai sont définis en tant que fonctions de la valeur instantanée ci-dessus par les équations suivantes:

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

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

où

x	est la valeur instantanée de la fréquence de la porteuse f.i. à l'entrée
$GD(x)$	est la fonction représentative du gain différentiel du démodulateur
$A(x)$	est l'amplitude du signal d'essai à la sortie en bande de base en fonction de x
A_0	est l'amplitude du signal d'essai à la sortie en bande de base pour la valeur centrale de la bande de fréquence f.i. balayée
$PD(x)$	est la fonction représentative de la phase différentielle du démodulateur
$\varphi(x)$	est la phase du signal d'essai à la sortie en fonction de x
φ_0	est la phase du signal d'essai à la sortie pour la valeur centrale de la bande de fréquence f.i. balayée

Pour un démodulateur 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 démodulateur 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:

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

7.2 *Method of measurement*

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

An alternative method is to produce a high deviation of an i.f. carrier by a low-frequency modulating signal and to apply this modulated carrier together with a small c.w. i.f. carrier of known frequency to the input of the demodulator under test.

At the output of the demodulator, the beat-frequencies between the interfering carrier and the modulated carrier will be visible on an oscilloscope display. If, when changing the interfering carrier to a higher i.f. the beat-frequency points change to a higher voltage level, the sense of demodulation is positive.

The measurement arrangement and the oscilloscope display are shown in figure 4.

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

8.1 *Definition and general consideration*

The demodulator under test is driven by an i.f. carrier which has a sinusoidal test-signal modulation of constant deviation magnitude and deviation phase, superimposed on a low-frequency sweep signal. At the baseband output of the demodulator, the demodulated test-signal amplitude and phase are found to be dependent upon the instantaneous value of the swept carrier frequency. Differential gain (DG) and differential phase (DP) of the demodulator 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 carrier frequency

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

$A(x)$ is the baseband output test-signal amplitude as a function of x

A_o is the baseband output test-signal amplitude at mid-band carrier frequency

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

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

φ_o is the output test-signal phase at mid-band carrier frequency

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

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

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

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

Le choix de la fréquence du signal d'essai dépend de la partie du démodulateur 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: Mesures en bandes 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 démodulateur 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 modulateur de mesure idéal pour effectuer la mesure du gain différentiel/non-linéarité et de la phase différentielle/temps de propagation de groupe. Par définition, un modulateur idéal, modulé par le signal composite comprenant le signal d'essai et le signal de balayage, délivre un signal f.i. dont la modulation en fréquence correspondant au signal d'essai a une amplitude et une phase indépendantes de la valeur instantanée de la porteuse balayée.

Pour cette application, une réalisation convenablement proche d'un modulateur idéal est obtenue par le dispositif suivant: on emploie deux modulateurs de fréquence travaillant à des fréquences beaucoup plus élevées que la fréquence intermédiaire. La différence des fréquences porteuses des deux modulateurs est précisément égale à la f.i. L'un des deux est modulé en fréquence par le signal de balayage, l'autre par le signal d'essai. Un signal f.i. balayé en fréquence et ayant une déviation de fréquence due au signal d'essai d'amplitude et de phase constantes est obtenu par battement entre les deux signaux.

Un montage de mesure simplifié pour la mesure du gain et de la phase différentiels d'un démodulateur est indiqué à la figure 5. Le dispositif de modulateur idéal décrit ci-dessus est indiqué dans le bloc dessiné en trait interrompu désigné «partie émission». Dans la partie en trait interrompu désignée «partie réception», la composante correspondant au signal d'essai est extraite au moyen d'un filtre passe-bande accordé à la fréquence d'essai. Les variations d'amplitude et de phase du signal d'essai en sortie sont mesurées au moyen d'un détecteur d'enveloppe et d'un détecteur de phase, lesquels fournissent les signaux correspondant à GD et PD pour la déviation verticale de l'oscilloscope. Dans certains cas, le signal de balayage appliqué à l'oscilloscope peut être obtenu par séparation au moyen d'un filtre passe-bas placé en sortie du démodulateur. Dans d'autres cas, cette tension est fournie par le générateur du signal de balayage. Un déphaseur approprié est également nécessaire.

NOTES

1 On trouve dans le commerce des matériels souvent appelés «analyseurs de faisceau hertzien» qui réalisent les parties du dispositif d'essai de la figure 5 dans les blocs en traits interrompus. Bien que cela ne soit pas détaillé à la figure 5, ces matériels contiennent normalement des moyens pour étalonner les axes vertical et horizontal de l'oscilloscope.

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

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

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

The choice of the test-signal frequency depends upon which section of the demodulator is to be assessed and which parameter is to be measured (i.e. differential gain or non-linearity, differential phase or group-delay). Definitions of non-linearity and group-delay, and factors governing the choice of the test-signal frequency are given in 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 demodulators since it represents the departure 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 demodulator an ideal modulator is needed. By definition, an ideal modulator, when driven by a composite test and sweep signal, will produce a test-signal modulation of constant deviation magnitude and phase that is independent of the instantaneous value of the swept carrier frequency.

For this application, an ideal modulator is well approximated by the following arrangement. Two modulators are used at frequencies much higher than the intermediate frequency and differing in frequency by the intermediate frequency. One of them is frequency modulated by the sweep signal and the other is frequency modulated by the test signal. A swept i.f. signal having constant test-signal deviation magnitude and deviation phase is generated by heterodyning these two signals down to the intermediate frequency.

A simplified arrangement for measuring the DG and DP of a demodulator is given in figure 5. The arrangement of the ideal modulator as explained above is shown within the broken line designated "transmitter part". Within the broken line designated "receiver part", the test signal component is extracted by a band-pass filter tuned to the test frequency. The amplitude and phase modulation of the output test signal are detected by an envelope detector and a phase detector, thus supplying the DG and DP signals for vertical deflection of the display. In some cases, the sweep voltage applied to the oscilloscope can be obtained through separation by placing a low-pass filter at the demodulator output. In other cases, this voltage is supplied by the sweep-signal generator. A suitable phase shifter is also required.

NOTES

1 Commercial test equipment, frequently called a "link analyzer", is available for achieving the test arrangement within the broken lines in figure 5. Although not indicated in figure 5, this test equipment normally contains additional facilities for calibrating both the vertical and horizontal axes of the display.

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

2 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.

3 Il est nécessaire de s'assurer que les amplificateurs en bande de base qui suivent le démodulateur 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 démodulateur, ce qui permet d'explorer totalement la caractéristique du démodulateur par un signal de balayage de forte 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 de photographies des fonctions affichées, les deux axes étant convenablement calibrés. On présente souvent un seul exemplaire de photographie montrant simultanément les deux fonctions. On peut aussi indiquer les distorsions de gain différentiel et de phase différentielle et les limites du balayage.

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);

f) niveau d'entrée f.i. (valeurs maximale, nominale et minimale).

9 Caractéristique amplitude/fréquence en bande de base

9.1 *Définition*

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

9.2 *Généralités*

Pour mesurer la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base d'un démodulateur, il est nécessaire de disposer d'un modulateur de mesure. Par définition, pour cette application, un modulateur de mesure fournit à sa sortie un signal en f.i. de déviation constante en fonction de la fréquence de modulation, pour un signal d'entrée en bande de base de niveau constant. On doit utiliser une déviation de fréquence 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.

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

2 When using high test-signal frequencies, the explored frequency range will not be approximated by the sweep width but by the sweep width plus twice the test-signal frequency.

3 It is necessary to ensure that baseband amplifiers following the demodulator should not be over-driven by the large-amplitude sweep-signal. The need to satisfy this requirement often limits the sweep width which can be applied.

Alternatively, the baseband part of the demodulator may be excluded from the measurement, thus allowing a sweep width high enough to explore the whole demodulator 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 shall preferably be presented by photographs of the displayed functions with both axes appropriately calibrated. Often a single photograph showing a simultaneous display of both functions is presented. Alternatively, the differential gain distortion, differential phase distortion and sweep limits may be stated.

8.4 *Details to be specified*

The following items shall 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 to be used;

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

f) i.f. input levels (maximum, nominal and minimum values).

9 Baseband amplitude/frequency characteristic

9.1 *Definition*

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

9.2 *General considerations*

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

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

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

La mesure de la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base d'un démodulateur doit, de préférence, être effectuée à des niveaux d'entrée f.i. spécifiés différents.

NOTE - Présentement, il n'est pas possible de séparer complètement la contribution à la caractéristique amplitude/fréquence en bande de base du démodulateur à l'essai, car la contribution du modulateur 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.

9.3 *Méthode de mesure*

Le montage de cette mesure est donné à la figure 3 de la première partie, section quatre de cette publication: Mesures en bande de base, le "matériel à l'essai" entre les accès en bande de base étant constitué par le modulateur à l'essai et le démodulateur de mesure interconnectés en fréquence intermédiaire.

9.4 *Présentation des résultats*

Dans le cas de mesures à balayage de fréquence, on devra présenter une photographie 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 démodulateur (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.

9.5 *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) caractéristiques de préaccentuation/désaccentuation utilisés, le cas échéant;
f) niveaux d'entrée f.i. (valeurs maximale, nominale et minimale).

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

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

The measurement of the baseband amplitude/frequency characteristic of the demodulator shall preferably be carried out at several specified i.f. input levels.

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

9.3 *Method of measurement*

The arrangement for the measurement is given in figure 3 of part 1, section four of this publication: Measurements in the baseband, noting that the "equipment under test" between the baseband terminals comprises the measurement modulator and the demodulator under test, interconnected at their i.f. terminals.

9.4 *Presentation of results*

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

"The baseband amplitude/frequency characteristic of the demodulator (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.

9.5 *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 variation of the baseband amplitude/frequency characteristic;

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

e) pre-emphasis/de-emphasis characteristics, when required;

f) i.f. input levels (maximum, nominal and minimum values).

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

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

Présentement, il n'est pas possible de séparer la contribution du démodulateur à l'essai au bruit d'intermodulation, car le modulateur de mesure peut avoir une contribution au bruit du même ordre de grandeur. Il est donc d'usage courant, pour cette mesure, d'utiliser un modulateur du matériel à l'essai et de spécifier seulement les valeurs de bruit pour l'ensemble modulateur/démodulateur. On peut alors utiliser les méthodes de mesure décrites à 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.), en ajoutant aux détails à spécifier la gamme des niveaux d'entrée f.i.

Pour mesurer le bruit thermique du démodulateur indépendant de la charge, on peut utiliser, en remplacement du modulateur de mesure, un générateur de porteuse pure f.i. à très faible bruit, tel qu'un oscillateur à quartz ou un synthétiseur de fréquences.

11 Mesures en télévision

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

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 (filtres de limitation de bande, réseaux de préaccentuation et de désaccentuation, etc.). Lorsqu'on peut isoler ces sections, il est possible de mesurer leurs caractéristiques directement en bande de base.

Aux mesures décrites dans la troisième partie, section trois, on peut ajouter une spécification de gamme de niveau d'entrée en f.i.

Pour mesurer le bruit thermique du démodulateur comme il est décrit à la troisième partie, section trois, on peut utiliser, en remplacement du modulateur de mesure, un générateur de porteuse pure f.i. à très faible bruit tel qu'un oscillateur à quartz ou un synthétiseur de fréquences.

12 Seuil de démodulation

12.1 *Généralités*

Cette mesure consiste à relever le rapport signal à bruit (S/N) en sortie du démodulateur en fonction du rapport porteuse à densité spectrale de bruit (C/N_1) à l'entrée, pour une capacité en voies téléphoniques donnée. Etant donné que cette mesure détermine la performance de seuil d'un matériel, il est particulièremen nécessaire de l'effectuer lorsque ce matériel emploie des démodulateurs à extension de seuil.

Le «seuil», pour une voie téléphonique de mesure, est la valeur du rapport porteuse à densité spectrale de bruit (C/N_1) pour laquelle le rapport signal à bruit $(S/N)_o$ s'écarte d'une quantité spécifiée, par exemple 3 dB, de la droite obtenue par extrapolation de la partie rectiligne de la caractéristique (voir figure 7).

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

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

At present, it is not possible to separate the intermodulation noise contribution of the demodulator under test, as the measurement modulator has a noise contribution of the same order. It is therefore common practice to utilise for this test the system modulator, and to specify only the overall modulator/demodulator noise values. In addition to the details to be specified listed in part 3, section four of this publication: Measurements for frequency division multiplex (f.d.m.) transmission, the i.f. input level range may also be specified.

For measuring the basic noise of the demodulator (i.e. without noise loading), an extremely low-noise c.w. generator such as a crystal oscillator or a synthesizer may be used, instead of the unloaded system modulator.

11 Television measurements

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

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

In addition to the measurements specified in part 3, section three, the intermediate frequency input level range may also be specified.

For measuring the basic noise of the demodulator as described in part 3, section three, an extremely low-noise c.w. generator such as a crystal oscillator or a synthesizer may be used instead of the unloaded system modulator.

12 Threshold performance

12.1 *General considerations*

This measurement enables the output signal-to-noise ratio (S/N) for the carrier-to-noise density ratio (S/N) at the demodulator input to be determined for a given telephone channel capacity. Since the measurement establishes the threshold performance of a system, it is particularly necessary for systems employing threshold-extension demodulators.

"Threshold" in a telephone measuring channel is the value of the carrier-to-noise ratio (C/N_1) at which the output signal-to-noise ratio $(S/N)_o$ starts to deviate from the value which would be obtained by extrapolating the straight part of the characteristic by a specified amount, for example 3 dB (see figure 7).

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

Le seuil peut dépendre des caractéristiques du signal modulant, et on doit donc être conscient que le seuil est relatif à une courbe, dont les points doivent tous être obtenus de la même manière. On peut mesurer le seuil en présence d'un signal modulant constitué par un bruit blanc, ou par une sinusoïde. Pour la téléphonie, il est préférable de simuler le signal m.r.f. par un bruit blanc.

12.2 *Méthodes de mesure*

La figure 6 décrit un montage de mesure permettant de tracer la courbe de (S/N) en fonction de (C/N_1) dans certaines voies téléphoniques lorsque la porteuse est modulée par un bruit blanc simulant le signal m.r.f. Le signal d'entrée du démodulateur est obtenu en additionnant une porteuse f.i. modulée par un bruit blanc à un bruit en f.i. provenant d'un générateur de bruit. Avant de commencer la mesure, il convient de vérifier que:

a) en l'absence de modulation, la fréquence du modulateur a bien la valeur spécifiée, par exemple 70 MHz ± 10 kHz;

b) le démodulateur à l'essai a bien été réglé à la capacité en voies téléphoniques spécifiée et que le filtre passe bande en f.i. a bien une bande correspondant à cette capacité. Ce filtre peut faire partie de l'équipement de mesure ou du matériel;

c) le générateur de bruit blanc a bien été réglé à la même capacité, au moyen de filtres passe bande appropriés (voir la troisième partie, section quatre de cette publication);

d) la sensibilité de modulation du modulateur étant connue, le niveau de sortie du générateur de bruit blanc en bande de base a bien été réglé de façon à obtenir la déviation efficace correspondant à la capacité spécifiée.

On peut alors effectuer la mesure, comme décrit ci-après:

a) le générateur de bruit blanc f.i. est déconnecté de l'entrée de l'additionneur résistif et est remplacé par une charge calibrée d'impédance nominale Z_0;

b) le niveau de la porteuse f.i. modulée est réglé de façon à obtenir un niveau donné à la sortie du filtre passe bande f.i., au moyen de l'appareil de mesure de puissance;

c) la porteuse f.i. modulée est alors déconnectée de l'entrée de l'additionneur résistif et est remplacée par une charge adaptée d'impédance (Z_0);

d) le générateur de bruit f.i. est connecté à nouveau à l'additionneur résistif;

e) enfin, on règle l'atténuateur variable de sorte que le niveau de bruit mesuré au moyen de l'appareil de mesure de puissance soit égal au niveau mesuré précédemment en b).

La puissance de la porteuse et du bruit est alors égale, soit:

$$C = N \qquad (12\text{-}1)$$

où C et N sont respectivement les puissances de la porteuse f.i. modulée et du bruit f.i., à la sortie du filtre passe bande.

Le rapporte porteuse à densité spectrale de bruit C/N_1 à l'entrée du démodulateur peut être calculé comme suit:

$$\frac{C}{N_1} = \frac{C}{N/B} = \frac{C \times B}{N} \qquad (12\text{-}2)$$

où B est la bande équivalente de bruit du filtre passe bande.

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

The threshold may be different depending upon the characteristics of the modulating signals and it shall therefore be stated that the threshold relates to a curve, the points of which are always obtained under the same conditions. The threshold may be measured in the presence of modulation by a white-noise signal or by a sinusoidal signal. In the case of telephony, preference is given to simulating the f.d.m. telephone signal by white-noise modulation.

12.2 *Methods of measurement*

A suitable measuring arrangement is shown in figure 6 for obtaining the curve of (S/N) as a function of (C/N_1) in specified telephone channels when the carrier is modulated by a white-noise signal simulating the f.d.m. signal. The test signal is derived by adding an i.f. carrier, modulated by white noise, to i.f. noise generated by an i.f. noise generator. Before starting the measurement, it should be verified that:

a) the modulator frequency, without modulation, is the specified value, e.g. 70 MHz ± 10 kHz;

b) the demodulator under test has been set to the specified telephone channel capacity and the i.f. band-pass filter has a bandwidth corresponding to the channel-capacity of the equipment under test. This filter may be part of the test equipment or of the system;

c) the white-noise generator has been set to the same channel capacity by using appropriate band-limiting filters (see part 3, section four of this publication);

d) having determined the modulator sensitivity, the output level of the white-noise generator is set to give the r.m.s. deviation corresponding to the specified channel capacity.

The measurement is then carried out as follows:

a) the i.f. noise generator is disconnected from the resistive adder input and a standard termination having nominal impedance Z_o is substituted;

b) the level of the modulated i.f. carrier is adjusted to obtain a known level at the out-put of the i.f. band-pass filter using the power meter;

c) the modulated i.f. carrier is then disconnected from the resistive adder and a standard termination having the same impedance (Z_o) is substituted;

d) the i.f. noise generator is re-connected to the resistive adder;

e) finally, the variable attenuator is adjusted until the noise level measured with the power meter is equal to the level measured in step b) above.

In this latter condition, the carrier power and noise power are equal, namely:

$$C = N \qquad (12\text{-}1)$$

where C and N are the modulated i.f. carrier power and the i.f. noise power respectively, at the output of the band-pass filter.

The carrier-to-noise density ratio C/N_1 at the input of the demodulator can be calculated as follows:

$$\frac{C}{N_1} = \frac{C}{N/B} = \frac{C \times B}{N} \qquad (12\text{-}2)$$

where B is the equivalent noise bandwidth of the band-pass filter.

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

Pour modifier le rapport (C/N_1), il faut faire varier le réglage de l'atténuateur calibré qui commande le niveau de bruit f.i. Pour chaque valeur de C/N_1, le rapport signal à bruit à la sortie du démodulateur est mesuré, à certaines fréquences de la bande de base, en utilisant la méthode du rapport des puissances de bruit décrite dans la troisième partie, section quatre de cette publication.

12.2.1 *Mesure de $(S/N)_0$ en fonction de (C/N_1) dans certaines voies téléphoniques en l'absence de modulation*

Cette mesure est effectuée comme décrit au paragraphe précédent, mais le rapport signal à bruit $(S/N)_0$ est mesuré sans modulation, de façon à déterminer le rapport signal à bruit thermique dans la voie téléphonique.

12.2.2 *Mesure de $(S/N)_0$ en fonction de (C/N_1) lorsque la porteuse est modulée par un signal sinusoïdal*

Le montage de mesure est le même que celui de la figure 6, mais le générateur de bruit en bande de base est remplacé par un générateur de signal sinusoïdal: la fréquence et le niveau de ce signal sont réglés pour obtenir l'excursion de fréquence désirée. Il faut s'assurer que la fréquence ne correspond pas à celle d'une voie téléphonique de mesure.

12.2.3 *Mesure de l'affaiblissement du signal au voisinage du seuil*

Au voisinage du seuil, lorsque l'enveloppe du bruit f.i. à l'entrée du démodulateur excède momentanément l'amplitude du signal f.i. utile, le signal de sortie du démodulateur est supprimé.

Cet effet peut être mis en évidence au moyen d'un mesureur de niveau sélectif, en mesurant le niveau du signal en bande de base cité au 12.2.2. Le mesureur de niveau sélectif est connecté à la sortie du démodulateur, et on mesure le niveau du signal de modulation sinusoïdal à la sortie d'un filtre passe bande étroit (par exemple 300 Hz).

On trace les courbes représentatives du niveau du signal sinusoïdal de sortie en fonction de (C/N_1), avec et sans modulation par une charge de bruit. A partir du seuil, ces courbes mettent en évidence une réduction progressive du niveau du signal de modulation sinusoïdal.

Il est important de vérifier que le rapport signal à bruit de sortie ne varie pas de plus d'une faible quantité, par exemple 0,2 dB, dans les conditions suivantes (voir note):

- variations spécifiées du niveau d'entrée f.i., par exemple ±6 dB;
- variations spécifiées de la fréquence centrale f.i. à l'entrée, par exemple ±150 kHz.

NOTE - Il convient de veiller, au cours de ces essais, à maintenir un rapport *C/N* constant à l'entrée du démodulateur.

12.3 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être présentés sous la forme d'une courbe montrant les variations du rapport signal à bruit en fonction de C/N_1 comme dans l'exemple de la figure 7. Plusieurs courbes peuvent être tracées, correspondant à différentes fréquences centrales de voies téléphoniques.

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

To change the ratio (C/N_1), it is necessary to vary the attenuation of the calibrated attenuator which controls the i.f. noise-power level. For each value of the ratio C/N_1, the signal-to-noise ratio is measured at the demodulator output at selected baseband frequencies using the n.p.r. method given in part 3, section four of this publication.

12.2.1 *Measurement of $(S/N)_0$ as a function of (C/N_1) in specified telephone channels without modulation*

The measurement is carried out as described in the preceding subclause, except that the signal-to-noise ratio $(S/N)_0$ is measured without modulation, to determine the signal-to-basic-noise ratio in the telephone channel.

12.2.2 *Measurement of $(S/N)_0$ as a function of (C/N_1) when the carrier is modulated by a sinusoidal signal*

The measurement arrangement is the same as that shown in figure 6, except that the baseband noise generator is replaced by a sinewave signal generator: the frequency and level of the signal are adjusted to produce the desired frequency excursion. It is necessary to ensure that this does not correspond to a telephone measurement channel.

12.2.3 *Measurement of the fall in signal level near to threshold*

Near to the threshold, when the envelope of the i.f. noise reaching the demodulator has a momentary value exceeding the amplitude of the useful i.f. signal, the signal at the demodulator output is suppressed.

This effect is checked by using a selective level-meter to measure the level of the baseband signal used in 12.2.2. The selective level-meter is connected to the demodulator output port, and using a narrow bandwidth (e.g. 300 Hz) the level of the sinusoidal modulating signal is measured.

Curves are drawn representing the dependence of the level of the sinusoidal output signal on (C/N_1), with and without noise modulation. These curves will show a progressive reduction in the power received at the frequency of the modulating sinusoidal signal, starting at the threshold.

It is important to verify that the output signal-to-noise ratio does not vary by more than a small amount, for example 0,2 dB, under the following conditions (see note):

- specified variations of the i.f. input level, e.g ±6 dB;
- specified variations of the input centre frequency, e.g. ±150 kHz.

NOTE - During the tests care should be taken to keep a constant C/N at the demodulator input.

12.3 *Presentation of results*

The results should be presented as a curve representing the variation of the signal-to-noise ratio with C/N_1 as in the example in figure 7. Several curves may be drawn corresponding to different telephone channel centre frequencies.

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

En variante, on peut présenter les résultats par une courbe de variation du rapport signal à bruit en fonction de C/T ou T est la température équivalente de bruit à l'entrée du démodulateur à l'essai; T peut être reliée à N_1 par:

$$T = \frac{N_1}{k} \qquad (12\text{-}3)$$

où k est la constante de Boltzmann et N_1 est la densité de bruit référée à une bande de 1 Hz.

S'il y a lieu, les courbes donnant l'affaiblissement du signal en fonction de (C/N_1) au voisinage du seuil seront données avec les courbes correspondant à une modulation sinusoïdale.

12.4 *Détails à spécifier*

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

a) capacité en voies téléphoniques;

b) domaine des niveaux f.i.;

c) domaine des fréquences centrales à l'entrée;

d) domaine des rapports porteuse à densité spectrale de bruit;

e) rapports signal à bruit en sortie correspondants;

f) tout autre paramètre intéressant pour la mesure des variations de l'amplitude du signal ou de (S/N) au voisinage du seuil, pour le matériel particulier soumis aux essais.

13 Mesure du bruit impulsif dans les voies téléphoniques au voisinage du seuil

13.1 *Généralités*

La mesure du bruit impulsif se fait généralement à la sortie du démodulateur. Ce type de bruit est plus particulièrement présent près du seuil et dans les voies téléphoniques situées aux fréquences les plus basses de la bande de base, pour lesquelles le bruit thermique triangulaire est le plus bas.

13.2 *Méthode de mesure*

Un montage de mesure approprié est donné à la figure 8.

Avant de commencer la mesure, il convient de vérifier que:

a) en l'absence de modulation, la fréquence du modulateur est égale à la valeur spécifiée, par exemple 70 MHz ± 10 kHz;

b) le démodulateur à l'essai a bien été réglé à la capacité en voies téléphoniques spécifiée;

c) le générateur de bruit blanc à bien été réglé à la même capacité, au moyen des filtres de limitation de bande appropriés;

d) la sensibilité de modulation du modulateur étant connue (voir 6 de la deuxième partie, section sept de cette publication), le niveau de sortie du générateur de bruit blanc a bien été réglé pour la déviation efficace globale correspondant à la capacité spécifiée.

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

Alternatively, the results may be presented by a curve of the variation of the signal-to-noise ratio with C/T where T is the equivalent noise temperature at the input of the demodulator under test; this can be related to N_1 as follows:

$$T = \frac{N_1}{k} \qquad (12\text{-}3)$$

where k is Boltzmann's constant and N_1 is the density referred to a bandwidth of 1 Hz.

If appropriate, the curves corresponding to the dependence of the fall in the signal level on (C/N_1) near the threshold should be given together with the curves corresponding to sinusoidal modulation.

12.4 *Details to be specified*

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

a) telephone channel capacity;

b) range of i.f. levels;

c) range of input centre frequencies;

d) range of carrier-to-noise density ratios;

e) corresponding output signal-to-noise ratios;

f) any other parameters appropriate to the measurement of signal amplitude variation or (S/N) variation in the presence of sinusoidal modulation near to the threshold for the particular system under test.

13 Measurement of impulsive noise in telephone channels near the threshold

13.1 *General considerations*

A measurement of impulsive noise is normally made at the demodulator output. This type of noise is more easily detected near to the threshold level by using the telephone channel nearest to the lower limit of the baseband where the triangular random noise is lowest.

13.2 *Method of measurement*

A suitable measurement arrangement is shown in figure 8.

Before starting the measurement, it should be verified that:

a) the modulator frequency, without modulation, is the specified value, e.g. 70 MHz ± 10 kHz;

b) the demodulator under test has been set to the specified telephone channel capacity;

c) the white-noise generator has been set to the same channel capacity by using appropriate band-limiting filters;

d) having determined the modulator sensitivity (see part 2, section five of this publication, 6), the output level of the white-noise generator is set to give the total r.m.s. deviation corresponding to the specified capacity.

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

Il faut alors calibrer l'équipement de comptage des impulsions pour s'assurer que l'on ne compte que les impulsions ayant un niveau de crête supérieur à un niveau donné, pour une bande passante donnée, ce que l'on fait comme suit:

a) le générateur de signal sinusoïdal à basse fréquence est connecté à l'entrée du modulateur;

b) la fréquence du signal est réglée à la fréquence centrale de la bande dans laquelle on doit compter les impulsions, par exemple 16 kHz, fréquence centrale de la voie de mesure recommandée la plus basse (voir troisième partie, section quatre de cette publication);

c) le niveau du signal est réglé eu égard au niveau du signal d'essai à la sortie du démodulateur, pour obtenir une déviation de fréquence efficace spécifiée;

d) le niveau d'entrée du compteur est réglé de sorte qu'on se trouve juste à la limite du comptage: on obtient ainsi le seuil de comptage. Si nécessaire, un détecteur à seuil peut être inséré en amont du compteur;

NOTE - Il convient que la sensibilité du compteur soit compatible avec le niveau de sortie du démodulateur.

e) le générateur de signal sinusoïdal est alors remplacé par un générateur de bruit blanc équipé d'un filtre coupe bande centré sur la bande dans laquelle on compte les impulsions, c'est-à-dire 16 kHz. L'atténuation à l'entrée du compteur est alors réduite de 30 dB par exemple, pour vérifier que le comptage ne réapparaît pas, et remise à sa valeur initiale.

L'équipement de comptage des impulsions est maintenant calibré et la mesure s'effectue comme suit:

a) le générateur de bruit f.i. est déconnecté de l'entrée de l'additionneur résistif et remplacé par une charge adaptée d'impédance Z_o;

b) le niveau de la porteuse f.i. modulée est réglé pour obtenir un niveau déterminé à la sortie de l'additionneur résistif, au moyen du mesureur de puissance;

c) la porteuse f.i. modulé est alors déconnectée de l'additionneur résistif et remplacée par une charge adaptée d'impédance Z_o;

d) le générateur de bruit f.i. est reconnecté à l'additionneur résistif;

e) enfin, l'atténuateur variable est réglé pour que l'indication du mesureur de puissance soit la même que celle mesurée en b) ci-dessus.

NOTE - La mesure peut être répétée pour différentes valeurs du rapport C/N_1.

On compte alors les impulsions pendant une durée donnée et on vérifie que leur nombre est inférieur à une limite spécifiée.

13.2.1 *Présentation des résultats*

Les résultats devront indiquer le nombre des impulsions dont l'amplitude dépasse le seuil de comptage, pour les valeurs spécifiées de C/N_1, pendant une durée spécifiée et dans une ou plusieurs bande spécifiées.

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

It is then necessary to calibrate the pulse-counting equipment to ensure that only those pulses which occur in a chosen bandwidth and which have a peak level above a chosen threshold are counted, as follows:

a) the low-frequency sinewave signal generator is connected to the input of the i.f. modulator;

b) the frequency of the signal is adjusted to the appropriate centre frequency of the pass-band in which the pulses are to be counted, e.g. 16 kHz which is the centre of the lowest frequency recommended measuring channel (see part 3, section four of this publication);

c) the level of the signal is adjusted to obtain a specified r.m.s. deviation with respect to the test signal from the demodulator;

d) the input level to the pulse-counter is varied until counting just stops: this is the counting threshold. If necessary, a threshold-detector can be inserted before the counter;

NOTE - The sensitivity of the counter should be compatible with the corresponding output signal from the demodulator.

e) the sinewave signal generator is then replaced by a white-noise signal generator which has a band-stop filter centred on the bandwidth in which the pulses are to be counted, e.g. 16 kHz. The attenuation at the pulse-counter input is then reduced, for example by 30 dB, to verify that counting does not re-occur, and it is then restored.

The pulse-counting equipment is now calibrated and the measurement is carried out as follows:

a) the i.f. noise generator is disconnected form the resistive adder input and a standard termination having nominal impedance Z_o substituted;

b) the level of the modulated i.f. carrier is adjusted to obtain a known level at the output of the resistive adder, as measured with the power meter;

c) the modulated i.f. carrier is now disconnected from the resistive adder and a standard termination having the same impedance (Z_o) is substituted;

d) the i.f. noise generator is re-connected to the resistive adder;

e) finally, the variable attenuator is adjusted until the noise level measured with the power meter at the output of the resistive adder is equal to the level measured in step b) above.

NOTE - The measurement can be repeated at different values of the ratio C/N_1.

The pulses in a given period are then counted to verify that their number is below the specified limit.

13.2.1 *Presentation of results*

The results should be presented as the number of pulses counted which exceed the counting threshold level for specified values of C/N_1 in a specified period and in a given bandwidth or bandwidths.

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

13.2.2 *Détails à spécifier*

Les points suivants seront inclus, le cas échéant, dans le cahier des charges du matériel.

a) les fréquences et bandes passantes de mesure;
b) la durée de comptage;
c) le seuil de comptage;
d) le signal modulant;
e) les valeurs de C/N_1 pour lesquelles il faut faire la mesure.

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

13.2.2 *Details to be specified*

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

a) the frequencies and bandwidths within which the measurements are to be made;

b) the sampling period;

c) the counting threshold level;

d) the modulating signal;

e) the values of C/N_1 at which the measurement should be carried out.

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

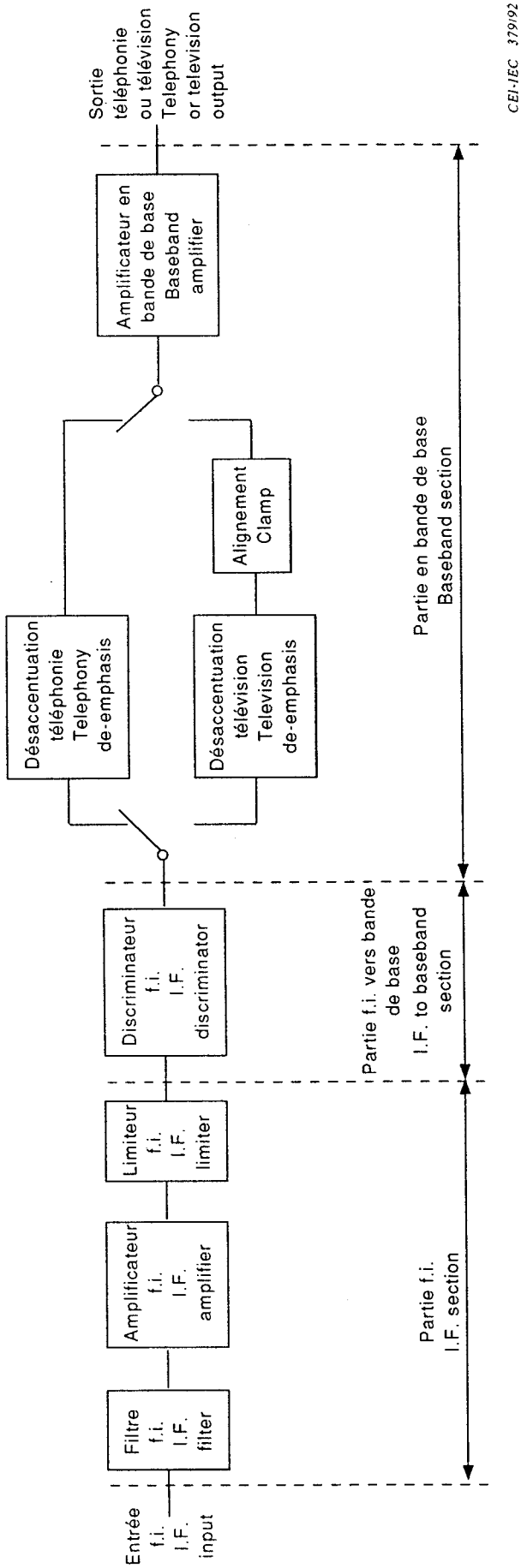

Figure 1 – Constitution type d'un sous-ensemble de démodulation de station terrienne de télécommunications par satellite

Arrangement of a typical satellite earth station demodulator sub-system

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

Not for Resale

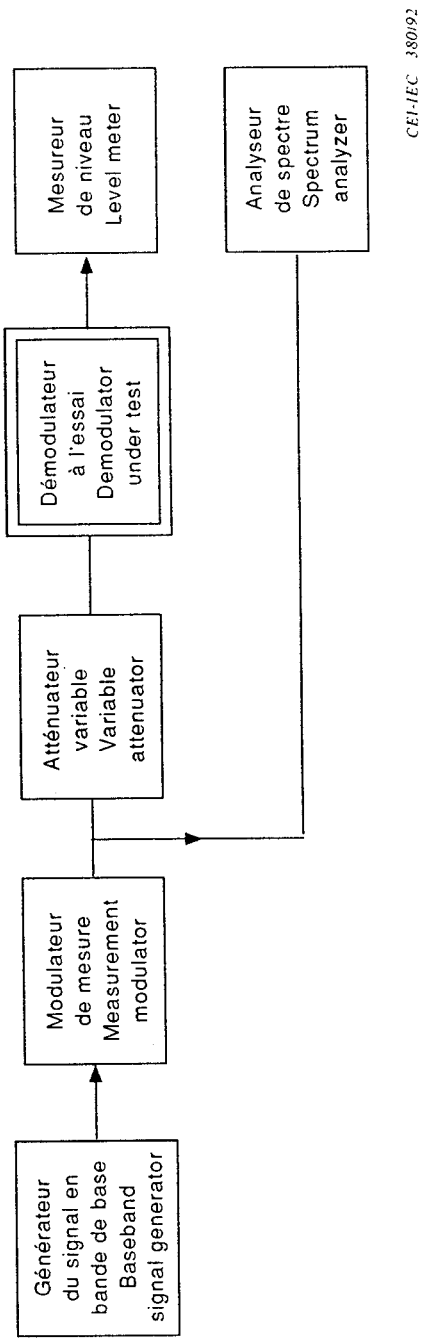

Figure 2 – Montage de mesure de la sensibilité de démodulation d'un démodulateur utilisant la méthode du zéro de Bessel

Arrangement for measuring the deviation sensitivity of a demodulator using the Bessel zero method

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

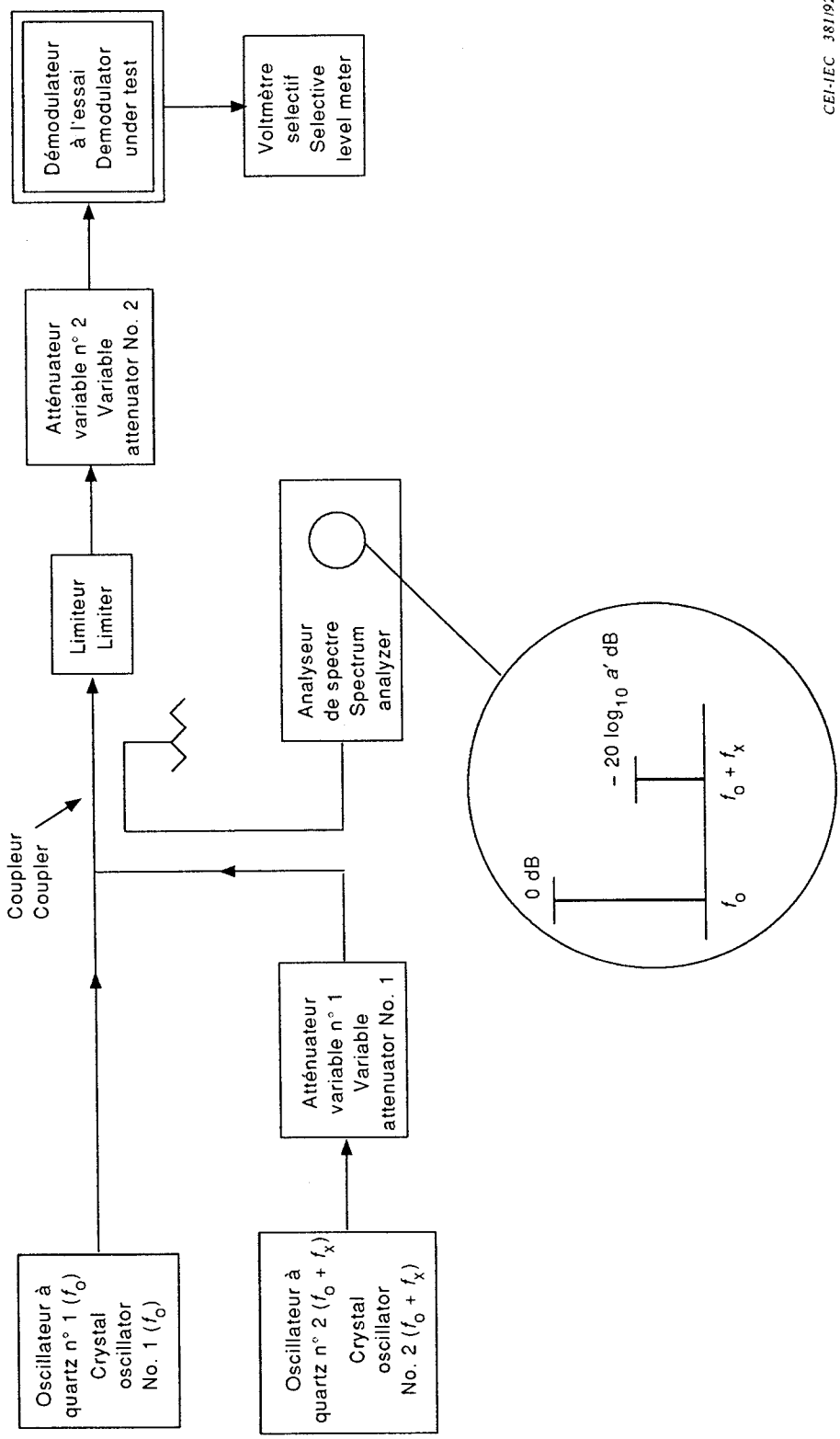

Figure 3 – Montage de mesure de la sensibilité de démodulation d'un démodulateur utilisant la méthode des deux signaux

Arrangement for measuring the deviation sensitivity of a demodulator using the two-signal method

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

Not for Resale

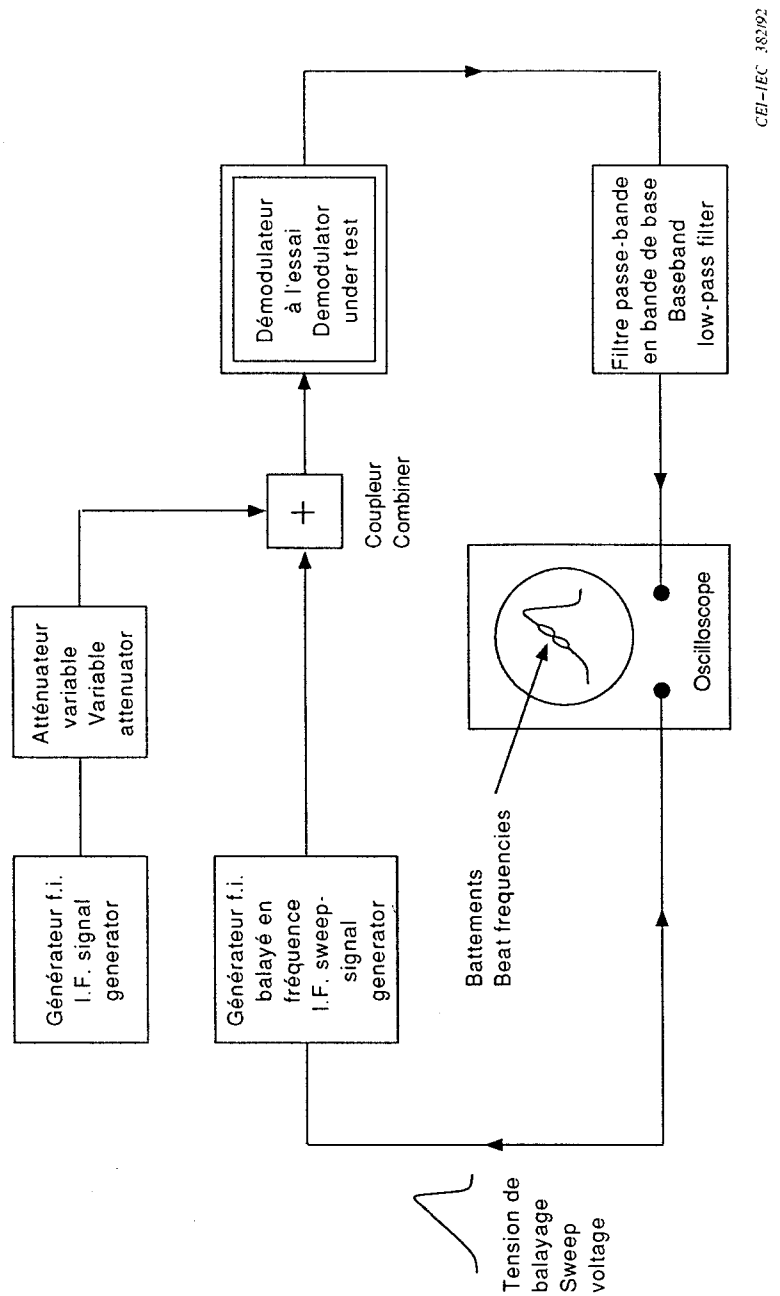

Figure 4 – Montage de mesure du sens de démodulation

Arrangement for measuring the sense of demodulation

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

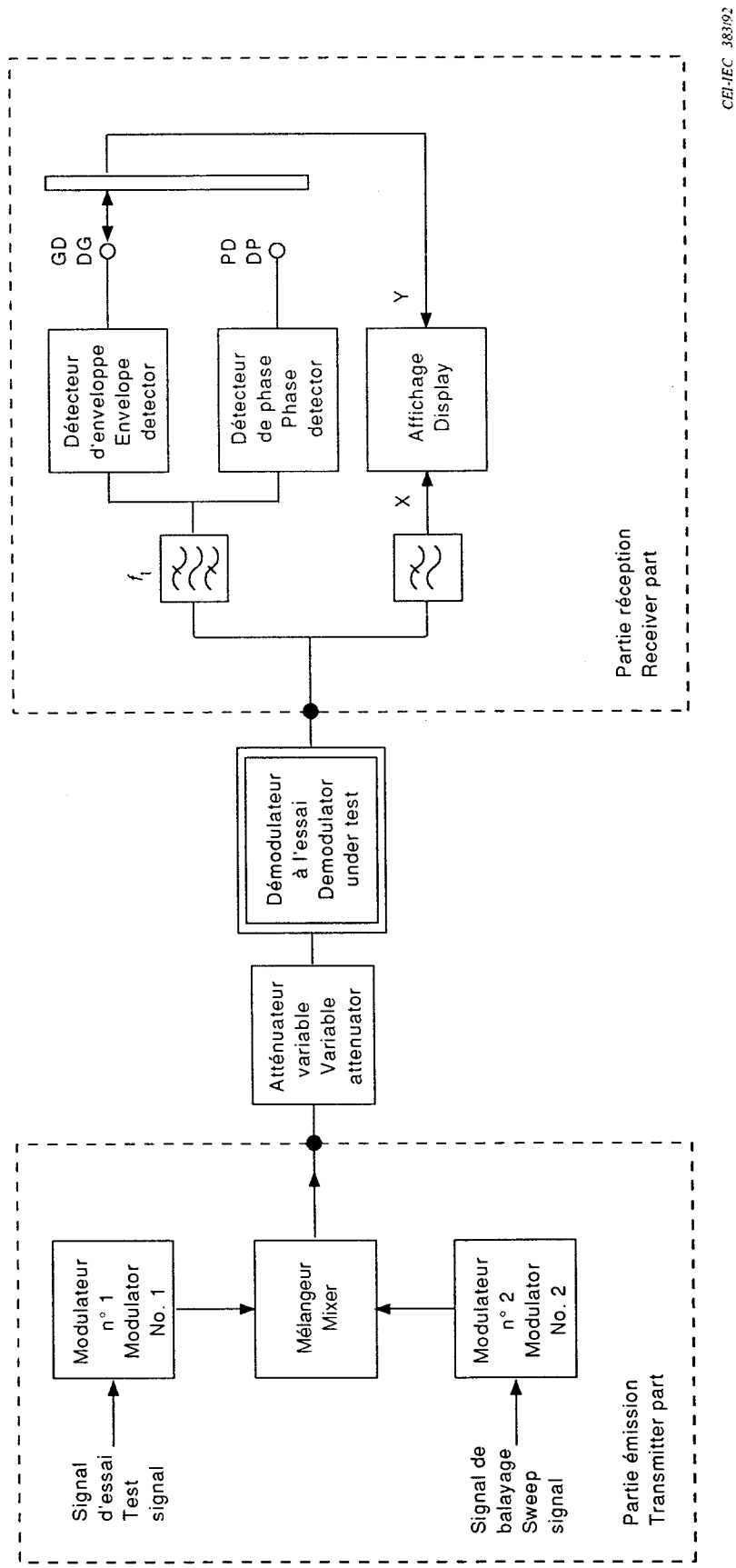

Figure 5 – Montage simplifié pour la mesure du gain différentiel et de la phase différentielle d'un démodulateur

Simplified arrangement for measuring the differential gain and phase of a demodulator

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

Not for Resale

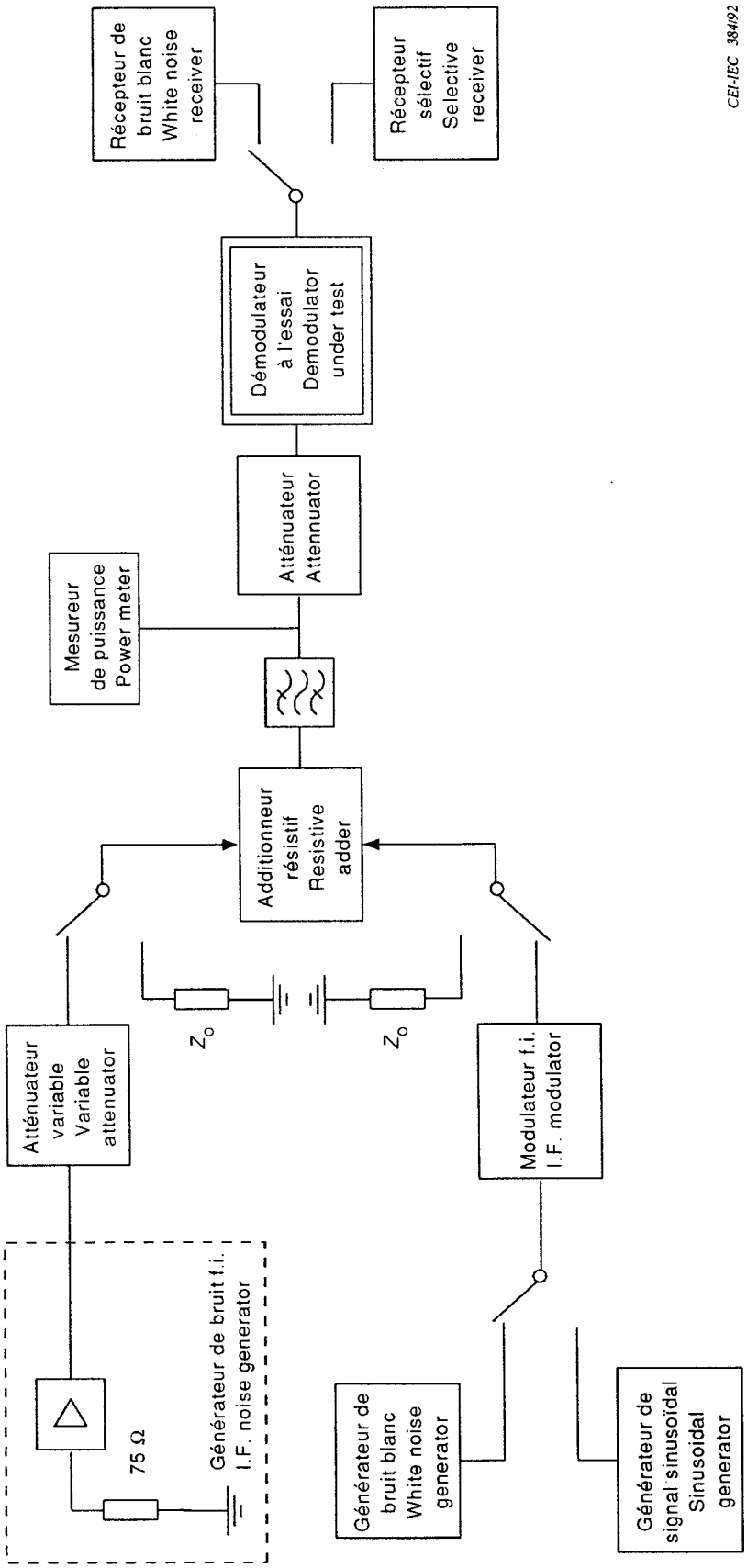

Figure 6 – Montage de mesure de la variation du rapport signal à bruit en sortie en fonction du rapport porteuse à bruit en entrée

Arrangement for measuring variation of output signal/noise ratio with input carrier/noise ratio

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

Nombre de voies: 24
Bande de base: 12–108 kHz
– – – – – – – – 98 kHz
———— 16 kHz
Avec préaccentuation

Number of channels: 24
Baseband: 12–108 kHz
– – – – – – – 98 kHz
———— 16 kHz
Use of pre-emphasis assumed

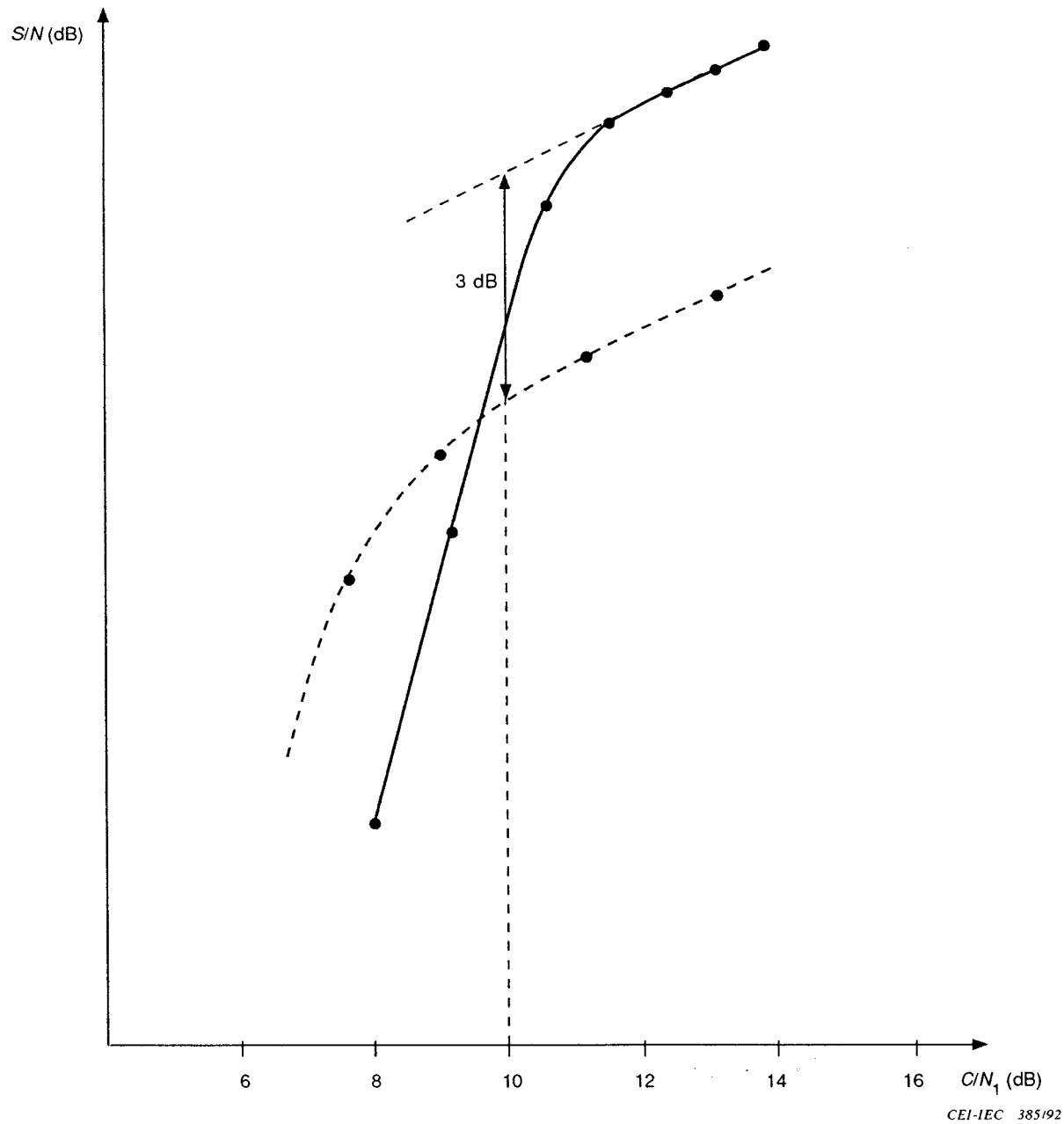

Figure 7 – Exemple de variation du rapport signal à bruit dans les voies téléphoniques haute et basse, en fonction du rapport porteuse à bruit

Example of variation of S/N with C/N1 for the top and bottom telephone channels

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

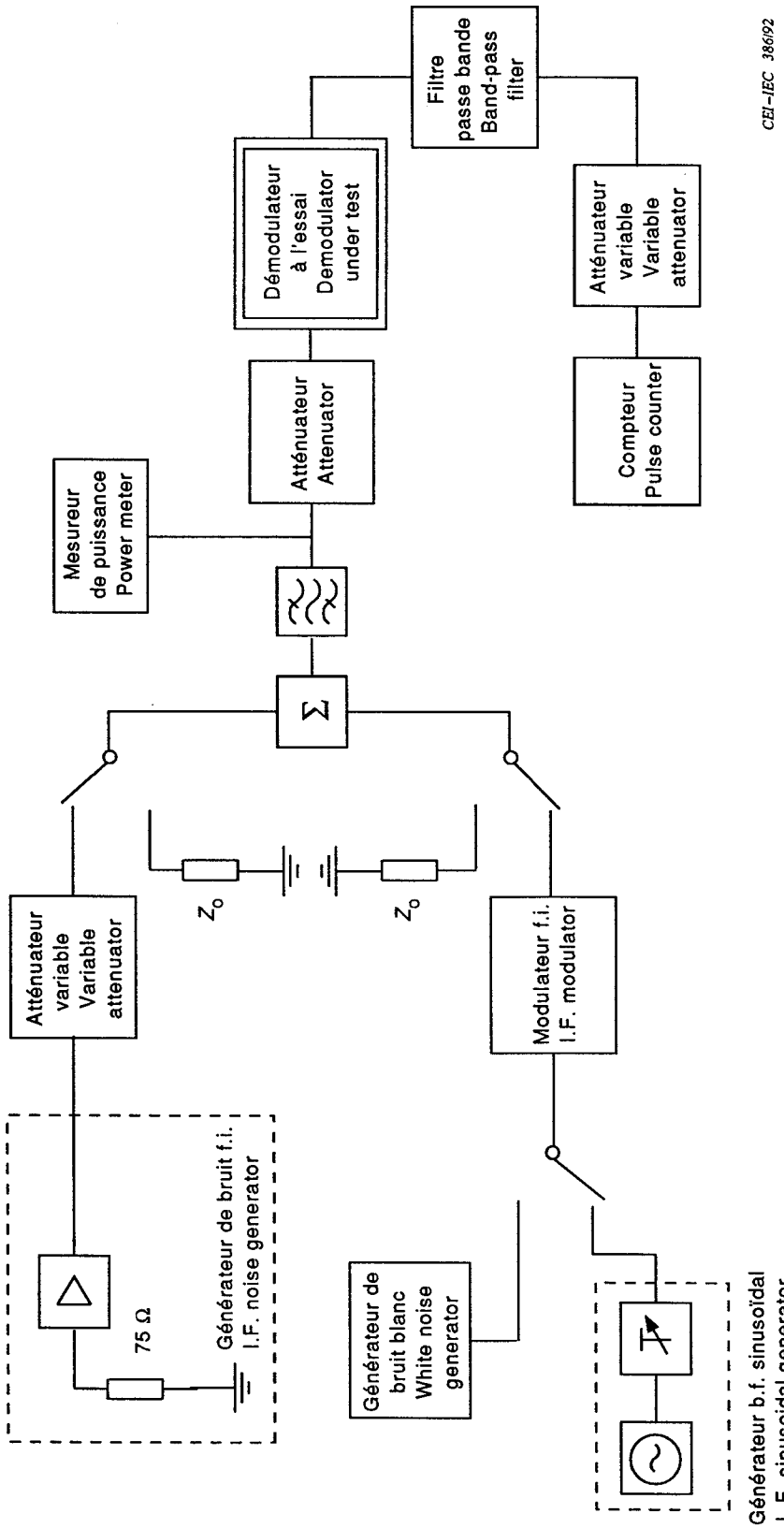

Figure 8 – Montage de mesure du bruit impulsif

Arrangement for measuring impulsive noise

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