

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60244-4A

Première édition
First edition
1976-01

**Premier complément à la Publication 60244-4 (1973)
Méthodes de mesure applicables aux
émetteurs radioélectriques**

**Quatrième partie:
Caractéristiques amplitude/fréquence et
distorsion de non-linéarité dans les émetteurs de
radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore
Section trois**

**First supplement to Publication 60244-4 (1973)
Methods of measurement for radio transmitters**

**Part 4:
Amplitude/frequency characteristics and
non-linearity distortion in transmitters for
radiotelephony and sound broadcasting
Section Three**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60244-4A: 1976

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60244-4A

Première édition
First edition
1976-01

**Premier complément à la Publication 60244-4 (1973)
Méthodes de mesure applicables aux
émetteurs radioélectriques**

**Quatrième partie:
Caractéristiques amplitude/fréquence et
distorsion de non-linéarité dans les émetteurs de
radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore
Section trois**

**First supplement to Publication 60244-4 (1973)
Methods of measurement for radio transmitters**

**Part 4:
Amplitude/frequency characteristics and
non-linearity distortion in transmitters for
radiotelephony and sound broadcasting
Section Three**

© IEC 1976 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6

SECTION TROIS — DISTORSION DE NON-LINÉARITÉ Y COMPRIS LA DISTORSION HARMONIQUE ET L'INTERMODULATION

Articles

12. Distorsion harmonique aux fréquences acoustiques.	10
13. Intermodulation aux fréquences acoustiques.	14
14. Intermodulation de ronflement	26
15. Intermodulation aux fréquences radioélectriques	32
ANNEXE F — Essai d'intermodulation pour les générateurs de signaux et les réseaux mélangeurs	40
ANNEXE G — Intermodulation aux fréquences radioélectriques	42

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60244-4A:1976

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

SECTION THREE — NON-LINEARITY DISTORTION, INCLUDING HARMONIC DISTORTION AND INTERMODULATION

Clause	
12. Audio-frequency harmonic distortion	11
13. Audio-frequency intermodulation	15
14. Intermodulation hum	27
15. Radio-frequency intermodulation	33
APPENDIX F — Intermodulation test for signal generators and combining networks	41
APPENDIX G — Radio-frequency intermodulation	43

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60244-4A:1976

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Premier complément à la Publication 244-4 (1973)

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES

QUATRIÈME PARTIE : CARACTÉRISTIQUES AMPLITUDE/FRÉQUENCE ET
DISTORSION DE NON-LINÉARITÉ DANS LES ÉMETTEURS DE
RADIOTÉLÉPHONIE ET DE RADIODIFFUSION SONORE

Section trois

PRÉAMBULE

- 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 vœu 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.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité 12C: Matériel d'émission radioélectrique, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Divers projets de la présente publication furent discutés lors des réunions tenues à Lidingö en 1966, à Baden en 1967, à Baden-Baden en 1968 et à Paris en 1974. A la suite de la réunion tenue à Baden-Baden, ce projet, document 12C(Bureau Central)125, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1974.

Elle constitue le premier complément à la Publication 244-4 de la CEI.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la section trois:

Allemagne	Israël
Argentine	Pays-Bas
Autriche	Portugal
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Hongrie	

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:

- Publications n°s 244-1: Méthodes de mesure applicables aux émetteurs radioélectriques,
Première partie: Conditions générales de mesure, fréquence, puissance de sortie et puissance consommée.
- 244-2: Deuxième partie: Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles.
- 244-3: Troisième partie: Modulation utile et modulation parasite.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

First supplement to Publication 244-4 (1973)

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO TRANSMITTERS

**PART 4: AMPLITUDE/FREQUENCY CHARACTERISTICS AND NON-LINEARITY
DISTORTION IN TRANSMITTERS FOR RADIOTELEPHONY AND SOUND
BROADCASTING**

Section Three

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.

PREFACE

This publication has been prepared by Sub-Committee 12C, Radio Transmitting Equipment, of IEC Technical Committee No. 12, Radiocommunications.

Several drafts of this publication were discussed at the meetings held in Lidingö in 1966, in Baden in 1967, in Baden-Baden in 1968 and in Paris in 1974. As a result of the meeting held in Baden-Baden, the draft, Document 12C(Central Office)125, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1974.

It forms the first supplement to IEC Publication 244-4.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Section Three:

Argentina	Portugal
Austria	Spain
Belgium	Sweden
Canada	Switzerland
Denmark	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Hungary	United Kingdom
Israel	United States of America
Netherlands	

Other IEC publications quoted in this publication:

- Publications Nos. 244-1: Methods of Measurement for Radio Transmitters,
Part 1: General Conditions of Measurement, Frequency, Output Power and Power Consumption.
- 244-2: Part 2: Bandwidth, Out-of-band Power and Power of Non-essential Oscillations.
- 244-3: Part 3: Wanted and Unwanted Modulation.

Premier complément à la Publication 244-4 (1973)

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES

QUATRIÈME PARTIE : CARACTÉRISTIQUES AMPLITUDE/FRÉQUENCE ET
DISTORSION DE NON-LINÉARITÉ DANS LES ÉMETTEURS DE
RADIOTÉLÉPHONIE ET DE RIODIFFUSION SONORE

Section trois

INTRODUCTION

Objet et domaine d'application

Ce premier complément à la Publication 244-4 de la CEI contient la section trois dont l'objet et le domaine d'application sont donnés dans les articles 1 et 2 de la Publication 244-4 de la CEI.

Références

Lorsque dans ce premier complément il est fait référence à des annexes ou à d'autres articles et paragraphes sans indications supplémentaires, ceux-ci font partie de la quatrième partie (Publication 244-4 de la CEI), y compris le présent complément.

Lorsqu'il est fait référence à d'autres parties de la norme complète (Publication 244 de la CEI), ces références se rapportent aux publications dont les titres sont énoncés dans l'Introduction à la page 6 de la Publication 244-4 de la CEI.

Guide d'emploi de cette norme

Les articles relatifs aux essais applicables aux divers types d'émetteurs considérés dans cette norme sont indiqués ci-dessous. Les plus importants sont marqués d'un astérisque (*).

Emetteurs de radiodiffusion sonore à modulation de fréquence (F3)

a) Transmissions monophoniques

Voir les articles 7*, 8*, 12*, 13* et 14*.

b) Transmissions stéréophoniques

Voir point a) ci-dessus. Voir également l'article 11* (à l'étude).

Emetteurs de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude (A3)

Voir les articles 7*, 8*, 9, 12*, 13* et 14*.

Emetteurs de radiotéléphonie à modulation de fréquence (F3)

Voir les articles 7*, 8*, 12* et 13.

First supplement to Publication 244-4 (1973)

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO TRANSMITTERS

**PART 4 : AMPLITUDE/FREQUENCY CHARACTERISTICS AND NON-LINEARITY
DISTORTION IN TRANSMITTERS FOR RADIOTELEPHONY AND SOUND
BROADCASTING**

Section Three

INTRODUCTION

Object and scope

This first supplement to IEC Publication 244-4 comprises Section Three, the object and scope of which are given in Clauses 1 and 2 of IEC Publication 244-4.

References

Where reference is made in this first supplement to appendices or to other clauses and sub-clauses, unless otherwise stated they refer to those contained in Part 4 (IEC Publication 244-4), including this supplement.

Where reference is made to other parts of the complete standard (IEC Publication 244), these references concern the publications the titles of which are given in the Introduction on page 7 of IEC Publication 244-4.

Guide for the use of this standard

The clauses dealing with the tests applicable to the various types of transmitters considered in this standard are given in the survey below. Those marked with an asterisk (*) are of primary interest.

Frequency modulation transmitters for sound broadcasting (F3)

a) Monophonic transmissions

See Clauses 7*, 8*, 12*, 13* and 14*.

b) Stereophonic transmissions

See Item *a)* above. See also Clause 11* (under consideration).

Amplitude modulation transmitters for sound broadcasting (A3)

See Clauses 7*, 8*, 9, 12*, 13* and 14*.

Frequency modulation radiotelephony transmitters (F3)

See Clauses 7*, 8*, 12* and 13.

Emetteurs de radiotéléphonie à modulation d'amplitude

- a) *Une seule voie, double bande latérale avec porteuse complète (A3)*

Voir les articles 7*, 8*, 9, 12*, 13 et 15.

- b) *Une seule voie, bande latérale unique avec porteuse complète (A3H)*

Voir les articles 7*, 8, 9*, 12* et 15.

- c) *Une seule voie, bande latérale unique avec porteuse réduite ou supprimée (A3A, A3J)*

Voir les articles 7*, 8, 9* et 15*.

- d) *Multivoie, bandes latérales indépendantes avec porteuse réduite ou supprimée (A3B)*

Voir les articles 7*, 8, 9*, 10* et 15*.

Emetteurs de télégraphie harmonique multivoie (A7A, A7B, A7J)

Voir les articles 7*, 8, 9*, 10 et 15.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60244-4A:1976

Amplitude modulation radiotelephony transmitters

a) Single channel, double-sideband with full carrier (A3)

See Clauses 7*, 8*, 9, 12*, 13 and 15.

b) Single channel, single-sideband with full carrier (A3H)

See Clauses 7*, 8, 9*, 12* and 15.

c) Single channel, single-sideband with reduced or suppressed carrier (A3A, A3J)

See Clauses 7*, 8, 9* and 15*.

d) Multi-channel, independent-sidebands with reduced or suppressed carrier (A3B)

See Clauses 7*, 8, 9*, 10* and 15*.

Multi-channel voice-frequency telegraphy transmitters (A7A, A7B, A7J)

See Clauses 7*, 8, 9*, 10 and 15.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60244-4A:1976

SECTION TROIS — DISTORSION DE NON-LINÉARITÉ,
Y COMPRIS LA DISTORSION HARMONIQUE ET L'INTERMODULATION

Page 28

Remplacer « A l'étude » par ce qui suit:

12. Distorsion harmonique aux fréquences acoustiques

12.1 Domaine d'application

L'article 12 s'applique:

aux émetteurs de radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore (A3, A3H, F3)

12.2 Définitions

a) *Composante harmonique* (dans le signal démodulé d'un émetteur radioélectrique)

Oscillation sinusoïdale dont la fréquence est égale à celle d'une oscillation sinusoïdale de modulation ou à un multiple entier de celle-ci.

La composante de même fréquence que le signal de modulation est appelée composante fondamentale ou harmonique de premier ordre.

b) *Taux de distorsion harmonique à fréquence acoustique*

Rapport, généralement exprimé en pour-cent, de la valeur efficace de l'ensemble des harmoniques de deuxième ordre et d'ordre supérieur, à la sortie du démodulateur, à la valeur efficace de tous les harmoniques lorsqu'une oscillation sinusoïdale de fréquence et d'amplitude données est appliquée à l'entrée de l'émetteur.

12.3 Conditions de mesure et appareillage de mesure

a) Le matériel doit fonctionner dans les conditions mentionnées à l'article 4, avec l'entrée de l'émetteur connectée à un générateur à fréquence acoustique suivant les dispositions de l'article 5.

Le taux de distorsion harmonique du générateur ne doit pas excéder le dixième du taux de distorsion attendu de l'émetteur.

b) Le signal à la sortie de l'émetteur est démodulé à l'aide d'un détecteur linéaire d'amplitude (A3, A3H) ou d'un discriminateur de fréquence (F3).

Pour une fréquence quelconque à l'intérieur de la bande des fréquences de modulation spécifiée pour l'émetteur, la courbe représentant la caractéristique amplitude/fréquence du démodulateur ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de la valeur relevée à la fréquence de 1 000 Hz. Elle ne doit pas s'écarter de plus de ± 3 dB de cette valeur pour les fréquences comprises entre la fréquence la plus élevée de modulation spécifiée et trois fois cette fréquence.

c) Sauf spécifications contraires, la bande des fréquences acoustiques à la sortie du démodulateur doit être limitée à l'aide d'un filtre passe-bande dont la fréquence de coupure supérieure doit être au moins égale à trois fois la fréquence de modulation la plus élevée spécifiée pour l'émetteur. La pente aux frontières du filtre doit être au moins égale à 12 dB par octave.

d) L'appareillage pour mesurer la distorsion (décrit au paragraphe 12.4) est connecté à la sortie du démodulateur, le cas échéant, à travers un réseau de désaccentuation approprié.

e) Le taux d'utilisation est relevé de la façon indiquée dans la section deux de la Publication 244-3 de la C.E.I.: Troisième partie: Modulation utile et modulation parasite.

Note. — Le terme « taux d'utilisation » s'applique à toutes les classes d'émission. Pour les émetteurs à modulation d'amplitude à double bande latérale (A3), ce terme peut être remplacé par le terme « taux de modulation » (voir la section un de la Publication 244-3 de la C.E.I.).

SECTION THREE — NON-LINEARITY DISTORTION,
INCLUDING HARMONIC DISTORTION AND INTERMODULATION

Page 29

Replace “Under consideration” by the following:

12. Audio-frequency harmonic distortion

12.1 Scope

Clause 12 applies to:

transmitters for radiotelephony and sound broadcasting (A3, A3H, F3)

12.2 Definitions

a) Harmonic component (in the demodulated signal of a radio transmitter)

Sinusoidal oscillation the frequency of which is equal to the frequency of a sinusoidal modulating signal or an integral multiple thereof.

The component at the frequency of the modulating signal is called the fundamental component or first harmonic.

b) Audio-frequency harmonic distortion factor

The ratio, usually expressed in per cent, of the r.m.s. sum of the values of the second and higher harmonics at the demodulator output, to the r.m.s. sum of the values of all harmonics for a sinusoidal signal of given frequency and amplitude applied at the transmitter input.

12.3 Test conditions and measuring equipment

a) The equipment shall be operated under the conditions mentioned in Clause 4 with the transmitter input connected to an audio-frequency generator in accordance with Clause 5.

The harmonic distortion in the generator shall not exceed one-tenth of that which is expected to be produced by the transmitter.

b) The signal at the output of the transmitter is demodulated by a linear amplitude detector (A3, A3H) or frequency discriminator (F3).

The audio-frequency response of the demodulator shall be within ± 1 dB, relative to the value at 1 000 Hz, for any frequency within the band of modulation frequencies specified for the transmitter, and shall be within ± 3 dB up to three times the highest modulation frequency specified.

c) Unless otherwise specified, the audio-frequency band at the output of the demodulator shall be limited by using a band-pass filter having an upper cut-off frequency of about three times the highest modulation frequency specified for the transmitter. The attenuation slope of the filter should be at least 12 dB/octave.

d) The equipment for measuring the distortion (described in Sub-Clause 12.4) is connected to the demodulator using an appropriate de-emphasis network where necessary.

e) The utilization factor is determined as explained in Section Two of IEC Publication 244-3, Part 3: Wanted and Unwanted Modulation.

Note. — The term “utilization factor” applies to all classes of emission. For amplitude-modulated double-sideband transmitters (A3), this term may be replaced by the term “modulation factor” (see Section One of IEC Publication 244-3).

12.4 Méthodes de mesure

Bien que la méthode décrite au point a) ci-dessous ait l'avantage d'être simple, des composantes autres que les composantes harmoniques à la sortie du démodulateur peuvent affecter les mesures. Cela peut être évité en utilisant la méthode décrite au point b).

a) Méthode utilisant un distorsiomètre

- Connecter le distorsiomètre à la sortie du démodulateur, à travers le réseau de désaccentuation, le cas échéant, et à travers le filtre passe-bande à fréquence acoustique, mentionnés au paragraphe 12.3.
- Régler le niveau du signal de modulation, à la fréquence de 1 000 Hz, pour obtenir le taux d'utilisation requis.
- Mesurer le taux de distorsion conformément aux indications du fabricant du distorsiomètre.
- Si nécessaire, reprendre les mesures pour d'autres valeurs de la fréquence de modulation, pour la même valeur ou pour d'autres valeurs constantes du taux d'utilisation.

Pour la présentation des résultats, se reporter au paragraphe 12.5.

b) Mesure des composantes harmoniques

- Connecter un voltmètre sélectif à fréquence acoustique à la sortie du démodulateur, le cas échéant, à travers le réseau de désaccentuation mentionné au paragraphe 12.3. Dans ce cas, le filtre passe-bande à fréquence acoustique n'est pas utilisé.
- Régler le niveau du signal de modulation à la fréquence de 1 000 Hz pour obtenir le taux d'utilisation requis.
- Mesurer et noter le niveau A_1 de la composante fondamentale.
- Mesurer le niveau de chaque harmonique, soit jusqu'au onzième, soit jusqu'à celui dont la fréquence approche, sans l'excéder, trois fois la fréquence de modulation la plus élevée spécifiée pour l'émetteur s'il est d'ordre inférieur à 11. Si, toutefois, une proportion notable de l'énergie du signal se trouve dans des harmoniques d'ordre supérieur à 11, tout en étant de fréquence inférieure à trois fois la fréquence de modulation la plus élevée, on doit les mesurer aussi. Noter les niveaux A_{n1} ainsi obtenus.
- Calculer les niveaux K_n des harmoniques de deuxième ordre et d'ordre supérieur, par rapport au niveau de la composante fondamentale, d'après la formule:

$$K_n = 100 \frac{A_{n1}}{A_1} (\%) \quad (12.4a)$$

- Calculer le taux de distorsion K d'après la formule:

$$K = \frac{K'}{\sqrt{1 + \frac{K'^2}{100^2}}} \quad (12.4b)$$

dans laquelle K' est la racine carrée de la somme des carrés des niveaux obtenus à l'aide de la formule 12.4a.

Pour de faibles valeurs de K' , K est à peu près égale à K' .

- Si nécessaire, reprendre les mesures pour d'autres valeurs de la fréquence de modulation pour la même valeur ou pour d'autres valeurs constantes du taux d'utilisation.

12.5 Présentation des résultats

Les résultats de mesure peuvent être présentés sous la forme d'un tableau ou d'une famille de graphiques, soit en fonction de la fréquence de modulation (de préférence en échelle logarithmique), soit en fonction du taux d'utilisation (en échelle linéaire).

12.4 Methods of measurement

Although the method described in Item a) below has the advantage of being simple, components in the output signal of the demodulator other than harmonics may affect the measurement. This may be avoided by using the method described in Item b).

a) Method using a distortion-factor meter

- Connect the distortion-factor meter to the demodulator using the de-emphasis network, where necessary, and the audio-frequency band-pass filter mentioned in Sub-Clause 12.3.
- Adjust the audio-frequency generator to obtain the required utilization factor at 1 000 Hz.
- Measure the distortion factor in accordance with the instructions of the manufacturer of the distortion-factor meter.
- If necessary, repeat the measurement for other values of the modulation frequency with the same or other constant values of the utilization factor.

For the presentation of the results, see Sub-clause 12.5.

b) Measurement of individual harmonics

- Connect an audio-frequency selective voltmeter to the demodulator using the de-emphasis network mentioned in Sub-clause 12.3 where necessary. The audio-frequency band-pass filter is not used in this case.
- Adjust the audio-frequency generator to obtain the required utilization factor at 1 000 Hz.
- Measure the level of the fundamental component and record this level as A_1 .
- Measure the level of the individual harmonics up to the eleventh, or up to a frequency not exceeding three times the highest modulating frequency specified for the transmitter, whichever is the less. If a significant proportion of the energy in the signal is carried by harmonics higher than the eleventh, but lower in frequency than three times the highest modulating frequency, they should also be measured. Record these levels as A_{nt} .
- Calculate the levels K_n of the second and higher harmonics relative to the level of the fundamental component from the formula:

$$K_n = 100 \frac{A_{nt}}{A_1} (\%) \quad (12.4a)$$

- Calculate the harmonic distortion factor K from the formula:

$$K = \frac{K'}{\sqrt{1 + \frac{K'^2}{100^2}}} \quad (12.4b)$$

where K' is the r.m.s. sum of the levels obtained by formula 12.4a.

For low values of K' , K is about equal to K' .

- If necessary, repeat the measurement for other values of the modulating frequency with the same or other constant values of the utilization factor.

12.5 Presentation of the results

The measurement results may be tabulated or plotted in a family of graphs as a function of either the modulation frequency (preferably on a logarithmic scale), or the utilization factor (on a linear scale).

13. Intermodulation aux fréquences acoustiques

Certains cahiers des charges d'émetteurs peuvent exiger de mesurer l'intermodulation à fréquence acoustique. Dans ce cas, il convient d'utiliser une des méthodes décrites aux paragraphes 13.4 et 13.5 ci-dessous.

13.1 Application

L'article 13 s'applique principalement:

- a) aux émetteurs de radiodiffusion sonore (A3, F3); cependant, cet article peut aussi s'appliquer:
- b) aux émetteurs de radiotéléphonie (A3, F3).

13.2 Définition

Composante d'intermodulation à fréquence acoustique (dans le signal démodulé d'un émetteur radioélectrique)

Oscillation sinusoïdale, dont la fréquence est la somme ou la différence des fréquences de deux oscillations sinusoïdales de modulation, ou la somme ou la différence de multiples entiers de ces fréquences.

Notes 1. — Une composante d'intermodulation est dite de n-ième ordre lorsque sa fréquence résulte de la formule:

$$f_n = |pf_1 \pm qf_2| \quad (13.2)$$

dans laquelle:

- $n = p + q$
- p et q = nombres entiers positifs
- f_1 et f_2 = fréquences des deux oscillations sinusoïdales de modulation

- 2. — Les taux d'intermodulation à fréquence acoustique dépendent de la méthode de mesure utilisée. Ils sont définis dans les paragraphes 13.4.1 et 13.5.1 ci-dessous.

13.3 Méthodes de mesure

L'une ou l'autre des deux méthodes décrites aux paragraphes 13.4 et 13.5 peut être utilisée.

La méthode indiquée au paragraphe 13.4 a été étudiée en vue d'obtenir un moyen simple et pratique de mesurer le taux d'intermodulation de deuxième ordre.

La méthode indiquée au paragraphe 13.5 tient compte de l'effet des produits d'intermodulation d'ordre supérieur. Cependant, la mesure est moins facile à moins que l'équipement spécial de mesure décrit au paragraphe 13.5.3 ne soit disponible.

13.4 Méthode de mesure utilisant deux signaux de modulation dont la différence de fréquence est constante

13.4.1 Principe de la mesure de l'intermodulation

L'émetteur est modulé par deux oscillations sinusoïdales d'amplitudes constantes et égales, dont les fréquences f_1 et f_2 sont modifiées simultanément de façon à conserver leur différence $\Delta f = f_1 - f_2$ constante.

Dans cette méthode, seule est considérée la composante d'intermodulation de deuxième ordre dans le signal démodulé. Le taux d'intermodulation de deuxième ordre est donné par la formule:

$$D_2 = 100 \frac{A(f_1 - f_2)}{2A} (\%) \quad (13.4.1)$$

dans laquelle:

$A(f_1 - f_2)$ = amplitude de la composante de fréquence Δf

A = moyenne arithmétique des amplitudes des deux composantes de fréquences fondamentales f_1 et f_2 .

13. Audio-frequency intermodulation

Certain transmitter specifications may require the measurement of audio-frequency intermodulation. Two preferred methods of measurement are described in Sub-clauses 13.4 and 13.5 below.

13.1 Application

Clause 13 primarily applies to:

- a) transmitters for sound broadcasting (A3, F3), but this clause may also be applied to:
- b) radiotelephony transmitters (A3, F3).

13.2 Definition

Audio-frequency intermodulation component (in the demodulated signal of a radio transmitter)

Sinusoidal oscillation, the frequency of which is the sum or difference of the frequencies of two sinusoidal modulating signals, or the sum or difference of integral multiples of these frequencies.

Notes 1. — An intermodulation component is said to be of the n -th order if its frequency is given by:

$$f_n = |pf_1 \pm qf_2| \quad (13.2)$$

where:

- $n = p + q$
- p and q = positive integers
- f_1 and f_2 = frequencies of the two sinusoidal modulating oscillations

- 2. — The audio-frequency intermodulation factors depend on the method of measurement used. They are defined in Sub-clauses 13.4.1 and 13.5.1 below.

13.3 Methods of measurement

Either of the two methods described in Sub-clauses 13.4 and 13.5 may be used.

The method given in Sub-clause 13.4 has been developed as a ready and simple means of determining the second order intermodulation factor.

The method given in Sub-clause 13.5 takes into account the effect of intermodulation products of higher order. However, unless the special measuring equipment described in Sub-clause 13.5.3 is available, the measurement procedure is less easy.

13.4 Method of measurement using two modulating signals with a constant frequency difference

13.4.1 Principle for the measurement of intermodulation

The transmitter is modulated with two sinusoidal oscillations of equal and constant amplitude, the frequencies of which f_1 and f_2 are varied simultaneously so that the frequency difference $\Delta f = f_1 - f_2$ remains constant.

Only the second order intermodulation component in the demodulated signal is taken into account. The second order intermodulation factor is given by the formula:

$$D_2 = 100 \frac{A(f_1 - f_2)}{2A} (\%) \quad (13.4.1)$$

where:

$A(f_1 - f_2)$ = amplitude of the component at frequency Δf

A = arithmetic mean of the amplitudes of the two components at fundamental frequencies f_1 and f_2 .

13.4.2 Conditions de mesure et appareillage de mesure

a) Conditions de fonctionnement

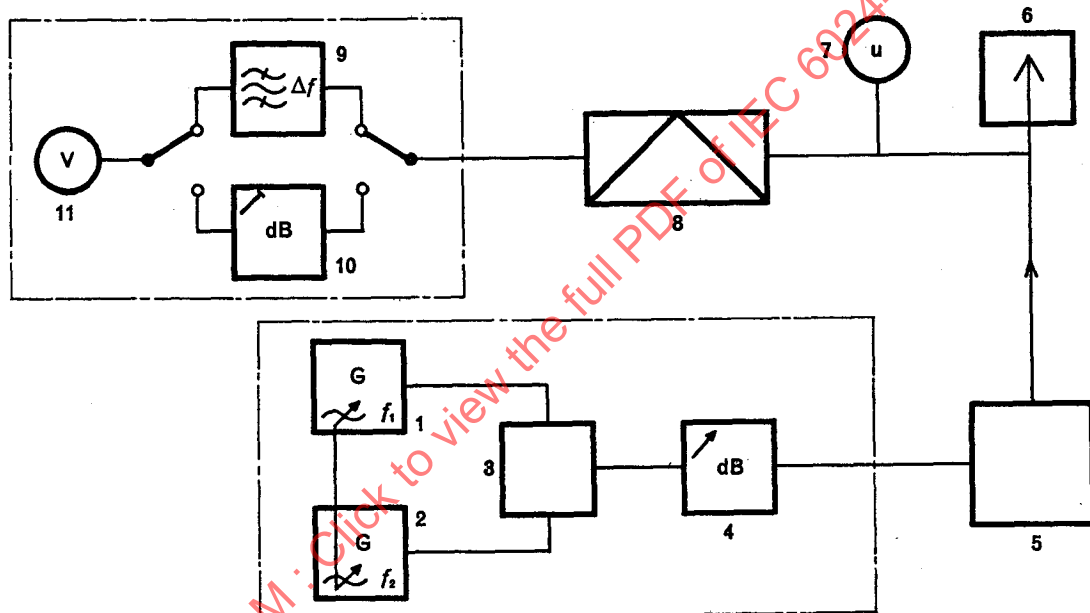
L'émetteur doit fonctionner dans les conditions mentionnées à l'article 4.

b) Source de signaux d'entrée

Deux générateurs à fréquence acoustique (1) et (2) (voir la figure 10 ci-dessous) sont connectés à l'entrée de l'émetteur à travers le réseau mélangeur (3) et l'affaiblisseur (4) suivant les dispositions de l'article 5. Pour des exemples de réseaux mélangeurs, se reporter à l'annexe D.

Les organes de réglage de la fréquence des deux générateurs peuvent être couplés afin d'obtenir une différence fixe de fréquence Δf entre les deux fréquences de modulation f_1 et f_2 .

Les erreurs de mesure dues à la présence de distorsion harmonique dans les générateurs et dans le réseau mélangeur peuvent être minimisées en faisant un choix correct des fréquences de modulation (voir le paragraphe 13.4.3 ci-dessous). Toutefois, afin de vérifier qu'une intermodulation éventuelle dans ces éléments n'affecte pas les résultats de mesure, il est recommandé d'effectuer l'essai de contrôle décrit à l'annexe F.



078/76

- 1, 2 = générateurs à fréquence acoustique de différence de fréquence constante
- 3 = réseau mélangeur
- 4 = affaiblisseur réglable
- 5 = émetteur en essai
- 6 = charge d'essai

- 7 = mesure du taux d'utilisation
- 8 = démodulateur
- 9 = filtre passe-bande
- 10 = affaiblisseur d'égalisation pré-régulé
- 11 = voltmètre de crête

FIG. 10. — Schéma fonctionnel du dispositif de mesure d'intermodulation utilisant deux oscillations de modulation dont la différence de fréquence est constante.

c) Démodulateur

Le signal à la sortie de l'émetteur est démodulé à l'aide d'un détecteur linéaire d'amplitude (A3, A3H) ou d'un discriminateur de fréquence (F3) (voir le dispositif (8) représenté à la figure 10 ci-dessus).

Pour une fréquence quelconque à l'intérieur de la bande des fréquences de modulation spécifiée pour l'émetteur, la courbe représentant la caractéristique amplitude/fréquence acoustique du démodulateur ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de la valeur relevée à la fréquence de 1 000 Hz.

13.4.2 Test conditions and measuring equipment

a) Conditions of operation

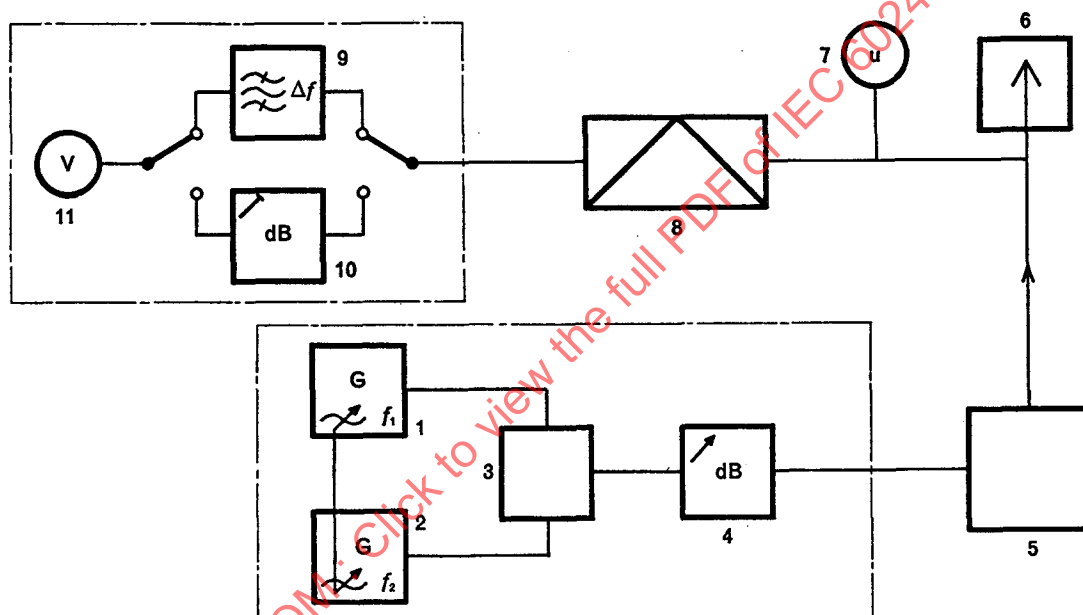
The transmitter shall be operated under the conditions mentioned in Clause 4.

b) Input signal source

Two audio-frequency generators (1 and 2) (see Figure 10 below) are connected to the transmitter input through the combining network (3) and the attenuator (4) in accordance with Clause 5. See Appendix D for examples of combining networks.

The frequency controls of the two generators may be coupled to obtain the fixed frequency difference of Δf between the two modulating frequencies f_1 and f_2 .

By correct choice of the modulation frequencies (see Sub-clause 13.4.3 below), the effect of harmonic distortion occurring in the generators and the combining network is of little importance. However, to verify that possible intermodulation in these devices does not affect the measurement, it is recommended that the test described in Appendix F be made.



078/76

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1, 2 = audio-frequency generators with constant frequency difference | 7 = utilization factor indicator |
| 3 = combining network | 8 = demodulator |
| 4 = adjustable attenuator | 9 = band-pass filter |
| 5 = transmitter under test | 10 = pre-set equalizing attenuator |
| 6 = test load | 11 = peak voltmeter |

FIG. 10. — Block diagram of the arrangement of equipment for the measurement of intermodulation using two modulating signals with a constant frequency difference.

c) Demodulator

The signal at the transmitter output is demodulated by a linear amplitude detector (A3, A3H) or frequency discriminator (F3) (see item (8) of Figure 10 above).

The audio-frequency response of the demodulator shall be within ± 1 dB, relative to the value at 1 000 Hz, for any frequency within the band of modulation frequencies specified for the transmitter.

Le taux d'utilisation est relevé de la façon indiquée dans la section deux de la Publication 244-3 de la C E I (voir le dispositif (7) représenté à la figure 10).

L'appareillage pour mesurer l'intermodulation est connecté à la sortie du démodulateur, le cas échéant, à travers un réseau de désaccentuation approprié.

d) Appareillage pour mesurer le niveau d'intermodulation

Le signal à la sortie du démodulateur est appliqué à un voltmètre de crête à fréquence acoustique (11), soit à travers l'affaiblisseur (10), soit à travers le filtre passe-bande (9) dont la fréquence centrale est fixe et égale à Δf .

L'affaiblisseur est utilisé pour égaliser l'affaiblissement entre les deux branches du circuit de mesure à la fréquence Δf .

13.4.3 Fréquences de modulation

Afin de permettre l'extension des mesures aux fréquences les plus basses, il convient de prendre une différence de fréquence Δf comprise entre 71 Hz et 400 Hz (ces deux valeurs incluses) et, de préférence, de choisir pour cela l'une des valeurs figurant dans le tableau de l'annexe B.

Il faut prendre soin d'éviter une relation harmonique entre la différence de fréquence Δf et la fréquence de la source d'énergie alimentant l'émetteur.

13.4.4 Méthode de mesure

a) Egaliser l'affaiblissement entre les deux branches du circuit de mesure en modulant l'émetteur avec une seule oscillation sinusoïdale d'une fréquence égale à Δf . Régler l'affaiblisseur (10) pour obtenir la même lecture sur le voltmètre de crête (11) pour les deux positions du commutateur.

b) Régler les fréquences des deux oscillations de modulation de la façon indiquée au paragraphe 13.4.3.

c) Régler le niveau du signal de modulation complexe pour obtenir le taux d'utilisation requis, par exemple 70%.

d) Placer le commutateur sur la position supérieure. La fréquence d'une des oscillations de modulation est de nouveau légèrement réajustée pour obtenir un maximum de déviation du voltmètre. Noter la tension $U_{\Delta f}$ ainsi obtenue.

e) Placer le commutateur sur la position inférieure. Noter la tension U_0 ainsi obtenue.

f) Calculer le taux d'intermodulation de deuxième ordre D_2 à l'aide de la formule:

$$D_2 = 100 \frac{U_{\Delta f}}{U_0} (\%) \quad (13.4.4)$$

g) Reprendre les mesures avec d'autres valeurs de fréquence f_1 et f_2 , pour la même valeur du taux d'utilisation.

h) Si nécessaire, reprendre les mesures avec d'autres valeurs constantes du taux d'utilisation.

13.4.5 Présentation des résultats

Les résultats de mesure peuvent être présentés sous la forme d'un tableau ou bien sous la forme d'un graphique ayant pour ordonnées les taux d'intermodulation de deuxième ordre, exprimés en pour-cent sur une échelle linéaire, et pour abscisses la moyenne arithmétique des fréquences f_1 et f_2 sur une échelle logarithmique.

La différence de fréquence Δf et le taux d'utilisation doivent être mentionnés avec les résultats.

The utilization factor is determined as explained in Section Two of IEC Publication 244-3 (see item (7) of Figure 10).

The equipment for measuring the intermodulation distortion is connected to the demodulator, using an appropriate de-emphasis network where necessary.

d) Equipment for measuring the intermodulation distortion level

The signal at the demodulator output is applied to an audio-frequency peak voltmeter (11), either through the attenuator (10), or through the band-pass filter (9), the centre frequency of which is fixed and equal to Δf .

The attenuator is used to equalize the attenuation of the two branches of the measuring circuit at frequency Δf .

13.4.3 Modulation frequencies

To permit measurement at low frequencies, the frequency difference Δf should preferably be equal to one of the preferred frequencies between 71 Hz and 400 Hz shown in the table of Appendix B.

A harmonic relation between the frequency difference Δf and the mains supply frequency should be avoided.

13.4.4 Measurement procedure

a) Equalize the attenuation of the two branches of the measuring circuit by modulating the transmitter with a single sinusoidal oscillation at a frequency equal to Δf . Adjust the attenuator (10) to obtain the same reading on the peak voltmeter (11) for either position of the switch.

b) Adjust the signal generators as set out in Sub-clause 13.4.3.

c) Adjust the level of the composite modulating signal to obtain the required utilization factor, for example 70%.

d) Set the switch to the upper position. Readjust slightly one of the modulation frequencies to obtain maximum deflection of the voltmeter. Record this deflection as $U_{\Delta f}$.

e) Move the switch to the lower position. Record the reading of the voltmeter as U_0 .

f) Calculate the second order intermodulation distortion factor D_2 from the formula:

$$D_2 = 100 \frac{U_{\Delta f}}{U_0} (\%) \quad (13.4.4)$$

g) Repeat the measurements for other values of the frequencies f_1 and f_2 with the same utilization factor.

h) If necessary, repeat the measurements for other constant values of the utilization factor.

13.4.5 Presentation of the results

The measurement results may be tabulated or plotted in a graph with the intermodulation distortion factor, expressed in per cent, on a linear scale as ordinate, and with the arithmetic mean of the frequencies f_1 and f_2 on a logarithmic scale, as abscissa.

The frequency difference Δf and the utilization factor shall be stated with the results.

13.5 *Méthode de mesure utilisant deux signaux de modulation dont les fréquences se trouvent situées à proximité des limites de la bande des fréquences de modulation*

13.5.1 *Principe de la mesure de l'intermodulation*

L'émetteur est modulé par deux oscillations sinusoïdales d'amplitude constante et de rapport d'amplitude donné, dont les fréquences f_1 et f_2 se trouvent dans la partie supérieure et la partie inférieure, respectivement, de la bande des fréquences de modulation.

Dans cette méthode, seules sont considérées les composantes d'intermodulation dont l'ordre est déterminé par $p = 1$ (voir la formule 13.2). Les fréquences de ces composantes sont ainsi égales à $f_1 \pm (n - 1)f_2$, où $n = 2, 3$, etc., est l'ordre de la composante d'intermodulation.

Le taux d'intermodulation de n -ième ordre est donné par la formule:

$$D_n = 100 \frac{A[f_1 + (n - 1)f_2] + A[f_1 - (n - 1)f_2]}{A_{f_1}} (\%) \quad (13.5.1)$$

dans laquelle A est l'amplitude de la composante considérée.

Le taux d'intermodulation global est la racine carrée de la somme quadratique des n composantes exprimées chacune par la formule 13.5.1 qui précède.

13.5.2 *Méthodes de mesure*

L'une ou l'autre des deux méthodes décrites aux paragraphes 13.5.3 et 13.5.4 ci-dessous peut être utilisée. Cependant, lorsque l'appareillage nécessaire est disponible, la méthode donnée au paragraphe 13.5.3 est plus facile.

13.5.3 *Méthode utilisant la détection d'enveloppe du signal démodulé*

a) Conditions de mesure et appareillage de mesure

Les conditions de fonctionnement et l'appareillage de mesure sont les mêmes que ceux décrits au paragraphe 13.4.2, sauf qu'il n'y a pas de couplage entre les organes de réglage de la fréquence des deux générateurs, et qu'on utilise, pour mesurer la distorsion, l'appareillage de mesure suivant.

La sortie du démodulateur est connectée à un détecteur linéaire d'enveloppe (10) (voir la figure 11, page 22) à travers un filtre passe-bande (9) dont la fréquence centrale est réglée à f_1 . Ce filtre, dont la bande passante est égale, par exemple, à $2 \times 1\,000$ Hz, permet d'éliminer toutes les composantes sauf celles de fréquences f_1 et $f_1 \pm (n - 1)f_2$.

La composante de fréquence f_1 à la sortie du filtre peut être considérée comme modulée en amplitude par la composante à la fréquence f_2 et ses harmoniques (voir la figure 12c, page 22).

La tension de la composante continue du signal redressé (voir la figure 12d, page 22) mesurée à l'aide du voltmètre à courant continu (11) est égale à l'amplitude de crête de la composante fondamentale A_{f_1} de fréquence porteuse f_1 .

Après élimination, au moyen du filtre passe-bas (12) (voir la note ci-dessous), de la composante fondamentale, de ses harmoniques et de toutes les composantes de fréquence supérieure à $5f_2$, et par ailleurs de la composante continue, le voltmètre (13), étalonné en valeur efficace, indique la tension du signal résiduel (voir la figure 12e, page 22).

Dans les appareils de mesure d'intermodulation normalement disponibles sur le marché, et conçus suivant les principes décrits ci-dessus, les éléments (9) à (13) sont habituellement combinés de manière à lire directement le taux d'intermodulation après que la déviation du voltmètre à courant continu (11) a été réglée sur une position de référence.

Note. — Au besoin, le taux d'intermodulation pour une composante d'ordre donné peut être mesuré séparément en remplaçant le filtre passe-bas (12) par un filtre passe-bande dont la fréquence centrale est réglée sur la fréquence considérée.

13.5 Method of measurement using two modulating signals at frequencies close to the limits of the modulation-frequency band

13.5.1 Principle for the measurement of intermodulation

The transmitter is modulated with two sinusoidal oscillations of constant amplitude and given amplitude ratio, the frequencies of which f_1 and f_2 are situated in the higher and the lower part of the modulation frequency band respectively.

Only those intermodulation components for which $p = 1$ (see formula 13.2) are taken into account. The frequency of these intermodulation components are equal to $f_1 \pm (n - 1)f_2$, where $n = 2, 3$, etc., is the order of the intermodulation component.

The n -th order intermodulation factor is given by the formula:

$$D_n = 100 \frac{A[f_1 + (n - 1)f_2] + A[f_1 - (n - 1)f_2]}{A_{f_1}} (\%) \quad (13.5.1)$$

where A stands for the amplitude of the component concerned.

The total intermodulation factor is the r.m.s. sum of all the n components each of which is given by formula 13.5.1.

13.5.2 Methods of measurement

Either of the methods described in Sub-clauses 13.5.3 and 13.5.4 below may be used. However, when the appropriate apparatus is available the method given in Sub-clause 13.5.3 is easier.

13.5.3 Method using envelope detection of the demodulated signal

a) Test conditions and measuring equipment

The conditions of operation and the measuring equipment are the same as those described in Sub-clause 13.4.2, except that there is no coupling between the frequency controls of the two generators, and the equipment described below is used for measuring the distortion.

The demodulator output is connected to a linear envelope detector (10) (see Figure 11, page 23) via a band-pass filter (9), the centre frequency of which is adjusted to f_1 . This filter, the passband of which is, for instance, $2 \times 1\,000$ Hz, eliminates all components, except those at frequencies f_1 and $f_1 \pm (n - 1)f_2$.

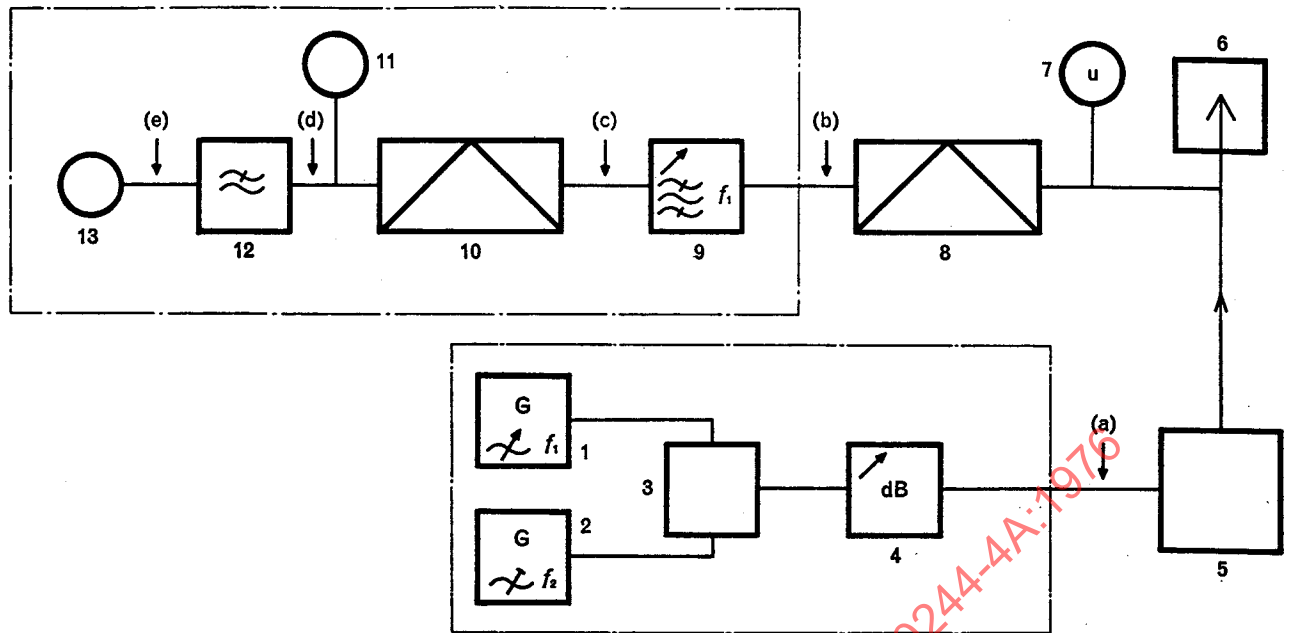
The component at frequency f_1 at the output of the filter may be considered as being amplitude-modulated by the component at frequency f_2 and its harmonics (see Figure 12c, page 23).

The d.c. component of the rectified signal (see Figure 12d, page 23), measured by means of the d.c. voltmeter (11), is equal to the peak amplitude of the fundamental component A_{f_1} at the carrier frequency f_1 .

The fundamental, its harmonics and any components at frequencies higher than $5f_2$ are all removed by means of the low-pass filter (12) (see note below), and the d.c. component eliminated. The r.m.s. reading voltmeter (13) shows the voltage of the signal which remains (see Figure 12e, page 23).

In commercial intermodulation distortion measuring equipment designed for this method, the devices (9) to (13) are usually combined so that the total intermodulation distortion can be read directly after the deflection of the d.c. voltmeter (11) has been adjusted to a reference value.

Note. — If desired, the intermodulation component of a specific order may be determined separately by replacing the low-pass filter (12) by a band-pass filter, the centre frequency of which is tuned to the frequency concerned.

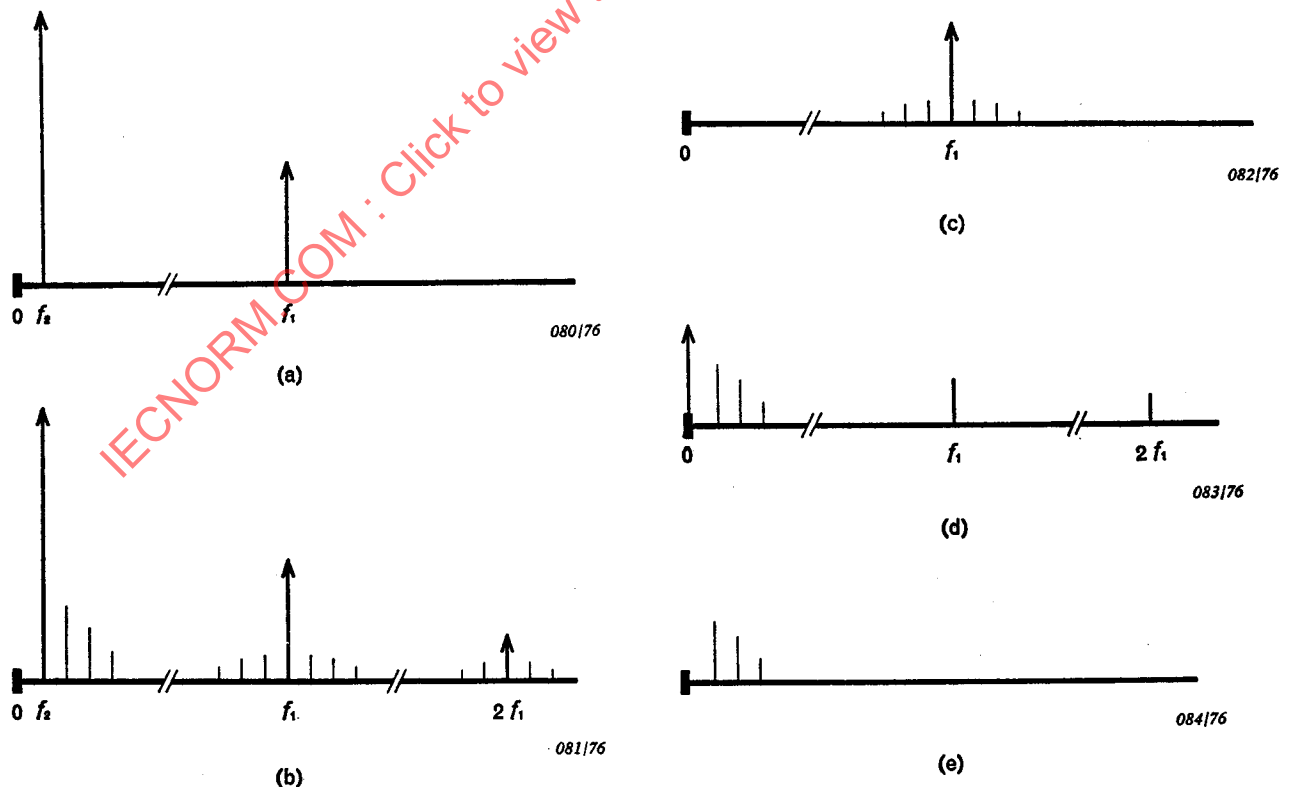


- 1, 2 = générateurs à fréquence acoustique
3 = réseau mélangeur
4 = affaiblisseur réglable
5 = émetteur en essai
6 = charge d'essai
7 = mesure du taux d'utilisation

- 8 = démodulateur
9 = filtre passe-bande à fréquence centrale réglable f_1
10 = détecteur d'amplitude
11 = voltmètre à courant continu
12 = filtre passe-bas et élimination de la composante continue
13 = voltmètre étalonné en valeur efficace

Note. — Les lettres (a) à (e) se rapportent au spectre représenté à la figure 12.

FIG. 11. — Schéma fonctionnel du dispositif de mesure de distortion d'intermodulation utilisant deux signaux de modulation de fréquences situées à proximité de la bande de fréquences de modulation spécifiée.



Ordonnées: amplitude sur une échelle arbitraire
Abscisses: fréquence

f_1 = fréquence de modulation la plus élevée
 f_2 = fréquence de modulation la plus basse

Note. — L'écart de fréquence entre chaque composante adjacente est égale à f_2 .

FIG. 12. — Différents états de signaux lors de la mesure du taux d'intermodulation à l'aide du dispositif représenté à la figure 11.



- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1, 2 = audio-frequency generators | 8 = demodulator |
| 3 = combining network | 9 = band-pass filter with variable centre frequency f_1 |
| 4 = adjustable attenuator | 10 = amplitude detector |
| 5 = transmitter under test | 11 = instrument for measuring d.c. component |
| 6 = test load | 12 = low-pass filter and suppression of d.c. component |
| 7 = utilization factor indicator | 13 = r.m.s. voltmeter |

Block diagram of the arrangement of equipment for the measurement of intermodulation u
modulating signals at frequencies in the vicinity of the limits of the modulation-frequency band

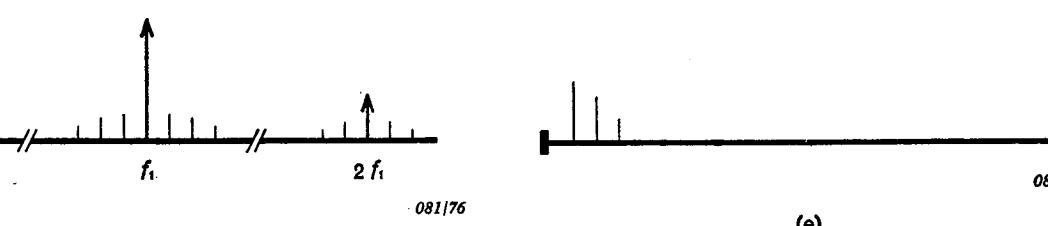
(a)

(b)

(c)

080176

(d)



f_1 = higher modulation frequency
 f_0 = lower modulation frequency

FIG. 12. — Stages in the measurement of intermodulation using the equipment shown in Figure 11.

b) Fréquences de modulation

— *Fréquence inférieure*

La fréquence la plus basse (f_2) des deux fréquences dépend de la limite inférieure de la bande des fréquences de modulation. Pour la radiodiffusion sonore, cette limite se situe habituellement entre 40 Hz et 150 Hz.

Il y a lieu d'éviter de choisir pour f_2 une valeur située aux environs de la fréquence de la source d'énergie. En conséquence, la valeur de 71 Hz est recommandée pour f_2 , conformément au tableau de l'annexe B.

— *Fréquence supérieure*

Prendre la fréquence la plus élevée f_1 dans la partie supérieure de la bande des fréquences de modulation afin que la composante d'intermodulation de fréquence $f_1 + 5f_2$ tombe dans cette bande. Pour la radiodiffusion sonore, 5 kHz est une valeur convenable pour f_1 .

— *Rapport d'amplitude*

Sauf spécification contraire, le rapport de l'amplitude de l'oscillation à la fréquence la plus élevée f_1 à celle de l'oscillation à la fréquence la plus basse f_2 , doit être égal à 1/4.

c) Méthode de mesure

- Régler les générateurs conformément au point *b)* ci-dessus.
- Régler le niveau du signal de modulation complexe pour obtenir le taux d'utilisation requis, par exemple 70%.
- Régler la fréquence centrale du filtre passe-bande (9) pour obtenir le maximum de déviation du voltmètre à courant continu (11).
- Noter la tension U_0 obtenue sur le voltmètre (11). Noter également le niveau U du voltmètre étalonné en valeur efficace (13).
- Calculer le taux d'intermodulation global D_t à l'aide de la formule:

$$D_t = 100 \frac{U\sqrt{2}}{U_0} \quad (\%) \quad (13.5.3)$$

- Si nécessaire, reprendre les mesures avec d'autres valeurs f_1 de la fréquence la plus élevée, pour la même valeur ou pour d'autres valeurs constantes du taux d'utilisation.

Note. — Pour de faibles taux d'utilisation, la mesure peut manquer de précision en raison d'intermodulation de ronflement (décrite à l'article 14) résultant de la modulation, dans l'émetteur, de la composante à fréquence f_1 par les composantes de ronflement.

Pour la présentation des résultats, se reporter au paragraphe 13.5.5.

13.5.4 Méthode utilisant un voltmètre sélectif

a) Conditions de mesure, appareillage de mesure et fréquences de modulation

Les conditions de fonctionnement, l'appareillage de mesure et les fréquences de modulation sont les mêmes que ceux décrits aux points *a)* et *b)* du paragraphe 13.5.3, mais le dispositif pour mesurer la distorsion est remplacé par un voltmètre sélectif à fréquence acoustique.

b) Méthode de mesure

- Régler les générateurs conformément au paragraphe 13.5.3.
- Régler le niveau du signal de modulation complexe pour obtenir le taux d'utilisation requis, par exemple 70%.

b) Modulation frequencies

— *Lower frequency*

The lower of the two frequencies (f_2) depends on the lower frequency limit of the modulation-frequency band. For sound broadcasting, this frequency is usually between 40 Hz and 150 Hz.

A value of f_2 close to the mains supply frequency should be avoided. Hence, a value of 71 Hz is recommended for f_2 , in accordance with the table of Appendix B.

— *Upper frequency*

The higher frequency f_1 shall be in the upper part of the modulation-frequency band so that the intermodulation component at frequency $f_1 + 5f_2$ lies within that band. For sound broadcasting, a frequency of 5 kHz is suitable for f_1 .

— *Amplitude ratio*

Unless otherwise specified, the ratio of the amplitude of the oscillation at the higher frequency f_1 to that of the lower frequency f_2 shall be equal to 1/4.

c) Measurement procedure

- Adjust the signal generators in accordance with Item *b)* above.
- Adjust the level of the composite modulation signal to obtain the required utilization factor, for example 70%.
- Adjust the band-pass filter (9) to obtain maximum deflection of the d.c. instrument (11).
- Record the readings of the d.c. instrument (11) and the r.m.s. instrument (13) as U_o and U , respectively.
- Calculate the total intermodulation distortion factor D_t from the formula:

$$D_t = 100 \frac{U\sqrt{2}}{U_o} (\%) \quad (13.5.3)$$

- If necessary, repeat the measurement for other values of the higher modulation frequency f_1 , with the same or other constant values of utilization factor.

Note. — For small values of the utilization factor, the result of the measurement may be inaccurate due to intermodulation hum (described in Clause 14) which is caused by the component at the frequency f_1 being modulated with hum components produced in the transmitter.

For the presentation of the results, see Sub-clause 13.5.5.

13.5.4 Method using a selective voltmeter

a) Test conditions, measuring equipment and modulation frequencies

The conditions of operation, the measuring equipment and the modulation frequencies are the same as those described in Items *a)* and *b)* of Sub-clause 13.5.3, except that the equipment for measuring the distortion is replaced by an audio-frequency selective voltmeter.

b) Measurement procedure

- Adjust the signal generators as set out in Sub-clause 13.5.3.
- Adjust the level of the composite modulation signal to obtain the required utilization factor, for example 70%.

- Mesurer et noter le niveau A_{f_1} de la composante fondamentale.
- Mesurer et noter les niveaux

$$A[f_1 \pm (n-1)f_2]$$

des composantes d'intermodulation jusqu'à la composante de sixième ordre ($n = 6$).

- Calculer les taux d'intermodulation à l'aide de la formule 13.5.1.
- Le taux d'intermodulation global se calcule comme étant la racine carrée de la somme quadratique des taux d'intermodulation obtenus à l'alinéa précédent (voir également la note ci-dessous).
- Si nécessaire, reprendre les mesures pour d'autres valeurs f_1 de la fréquence la plus élevée, pour la même valeur ou pour d'autres valeurs constantes du taux d'utilisation.

Note. — Si, dans toute la bande de fréquences concernées, la caractéristique amplitude/fréquence du dispositif de mesure décrit au point a) du paragraphe 13.5.3 est constante, et la caractéristique phase/fréquence est linéaire, le taux d'intermodulation global ainsi mesuré est identique à celui découlant de la méthode décrite au paragraphe 13.5.3.

13.5.5 Présentation des résultats

Présenter les résultats de mesure sous la forme d'un tableau indiquant le rapport d'amplitude entre les deux oscillations modulantes, les valeurs de f_1 et f_2 , et le taux d'utilisation.

13.6 Relation entre la distorsion harmonique et la distorsion d'intermodulation

Comme la distorsion de non-linéarité dépend de la fréquence, et que le taux de distorsion harmonique ainsi que les taux d'intermodulation, définis aux paragraphes 13.4.1 et 13.5.1, dépendent un peu de la caractéristique amplitude/fréquence de l'émetteur, il n'existe pratiquement pas de relation simple entre les résultats obtenus par les différentes méthodes.

14. Intermodulation de ronflement

14.1 Application

L'article 14 s'applique:

aux émetteurs de radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore (A3, F3)

14.2 Définitions

a) *Composante d'intermodulation de ronflement* (dans le signal démodulé d'un émetteur radioélectrique)

Oscillation sinusoïdale dont la fréquence est soit la somme ou la différence de la fréquence d'une oscillation de modulation utile et de la fréquence d'une des composantes parasites de ronflement, soit la somme ou la différence de multiples entiers de ces fréquences.

Note. — Les fréquences des composantes d'intermodulation de ronflement sont données par la formule 13.2, dans laquelle f_1 et f_2 sont, respectivement, la fréquence de modulation et la fréquence de la composante de ronflement.

b) *Niveau de ronflement d'intermodulation*

Rapport, exprimé en décibels ou en pour-cent, de la racine carrée de la somme quadratique des valeurs efficaces des composantes d'intermodulation de ronflement dans une bande spécifiée de fréquences acoustiques à la sortie du démodulateur, à la valeur efficace du signal complet dans la même bande de fréquences, lorsqu'une oscillation sinusoïdale de fréquence et d'amplitude données est appliquée à l'entrée de l'émetteur.

- Measure the level of the fundamental component and record this level as A_{f_1} .
- Measure the level of the individual intermodulation components up to the sixth order ($n = 6$) and record these levels as

$$A [f_1 \pm (n - 1) f_2]$$

- Calculate the intermodulation factors from the formula 13.5.1.
- Calculate the total intermodulation factor as the r.m.s. sum of the distortion factors obtained in the above paragraph (see also the note below).
- If necessary, repeat the measurement for other values of the higher modulation frequency f_1 , with the same or other constant values of the utilization factor.

Note. — If the amplitude response of the measuring equipment described in Item a) of Sub-clause 13.5.3 is constant, and the phase response is linear over the frequency band concerned, the total intermodulation factor so determined is identical with that obtained by the method described in Sub-clause 13.5.3.

13.5.5 Presentation of the results

Tabulate the results and state the ratio between the two modulating oscillations, the values of f_1 and f_2 , and the utilization factor.

13.6 Relation between harmonic distortion and intermodulation distortion

Because the distortion due to non-linearity depends on frequency, and also because the harmonic distortion as well as the intermodulation distortion defined in Sub-clauses 13.4.1 and 13.5.1 are somewhat affected by the amplitude/frequency response of the transmitters, there is in practice no simple relationship between the results obtained by the various methods.

14. Intermodulation hum

14.1 Application

Clause 14 applies to:

transmitters for radiotelephony and sound broadcasting (A3, F3)

14.2 Definitions

a) *Intermodulation hum component* (in the demodulated signal of a radio transmitter)

Sinusoidal oscillation, the frequency of which is the sum or difference of the frequencies of a wanted modulating oscillation and one of the unwanted hum components, or the sum or difference of integral multiples of these frequencies.

Note. — The frequencies of the intermodulation hum components are given by formula 13.2 where f_1 and f_2 are the modulation frequency and the frequency of the hum component, respectively.

b) *Intermodulation hum level*

The ratio, expressed in decibels or percent, of the r.m.s. sum of the values of the intermodulation hum components in a specified audio-frequency bandwidth at the demodulator output, to the r.m.s. value of the complete signal in the same bandwidth, for a given sinusoidal signal applied at the transmitter input.

14.3 Méthodes de mesure

L'une ou l'autre des deux méthodes décrites aux paragraphes 14.4 et 14.5 ci-dessous peut être utilisée. Si le filtre coupe-bande nécessaire est disponible, la méthode figurant au paragraphe 14.4, qui donne directement le niveau de ronflement d'intermodulation, devrait être utilisée de préférence à l'autre.

14.4 Méthode utilisant un filtre coupe-bande centré sur la fréquence de modulation

14.4.1 Conditions de mesure et appareillage de mesure

a) Conditions de fonctionnement

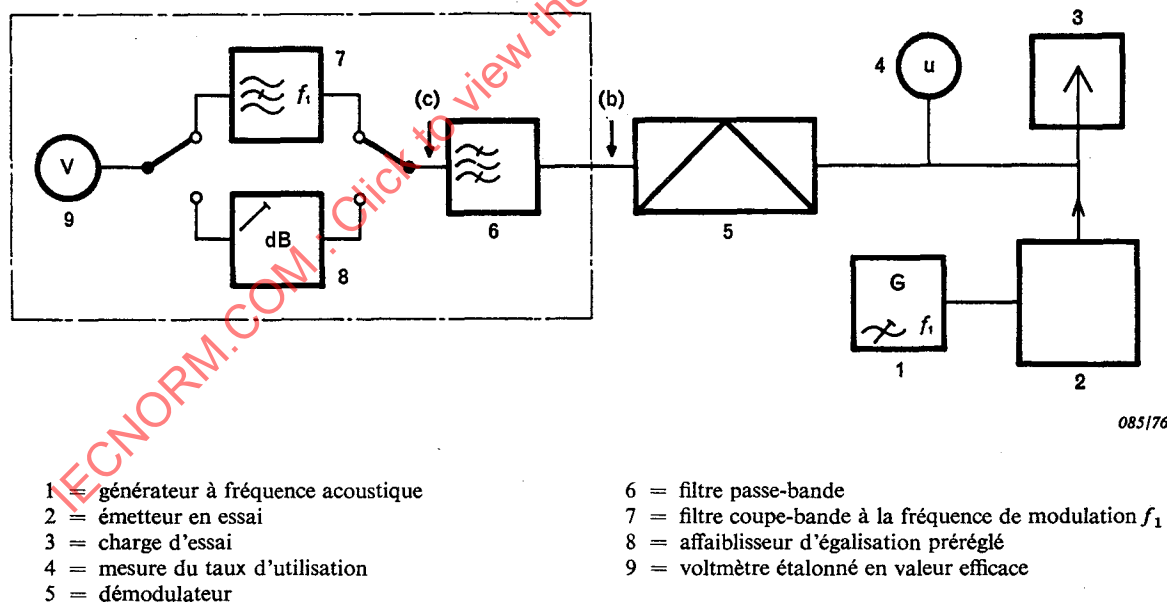
Le matériel doit fonctionner dans les conditions mentionnées à l'article 4 avec l'entrée de l'émetteur connecté à un générateur à fréquence acoustique suivant les dispositions de l'article 5.

Sauf spécification contraire, les conditions concernant la forme d'onde et la symétrie des systèmes polyphasés figurant à l'article 5 de la Publication 244-1 de la CEI: Première partie: Conditions générales de mesure, fréquence, puissance de sortie et puissance consommée, doivent être remplies.

b) Démodulateur

Le signal à la sortie de l'émetteur est démodulé à l'aide d'un détecteur linéaire d'amplitude (A3) ou d'un discriminateur (F3) (voir le dispositif (5) représenté à la figure 13 ci-dessous).

Pour une fréquence quelconque à l'intérieur de la bande des fréquences de modulation spécifiée pour l'émetteur, la caractéristique amplitude/fréquence du démodulateur ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de la valeur relevée à la fréquence de 1 000 Hz.



Note. — Les lettres (b) et (c) se rapportent au spectre représenté à la figure 12. Toutefois, dans cette méthode, la composante à la fréquence de modulation f_1 est beaucoup plus grande que celle à la fréquence de ronflement f_2 .

FIG. 13. — Schéma fonctionnel du dispositif de mesure de l'intermodulation de ronflement.

Le taux d'utilisation est relevé de la façon indiquée à la section deux de la Publication 244-3 de la CEI (voir le dispositif (4) représenté à la figure 13).

L'appareillage pour mesurer l'intermodulation de ronflement est connecté à la sortie du démodulateur, le cas échéant, à travers un réseau de désaccentuation approprié.

14.3 Methods of measurement

Either of the methods described in Sub-clauses 14.4 and 14.5 below may be used. If a suitable modulation-frequency rejection filter is available, it is preferable to use the method described in Sub-clause 14.4 which directly gives the intermodulation hum level.

14.4 Methods using a modulation-frequency rejection filter

14.4.1 Test conditions and measuring equipment

a) Conditions of operation

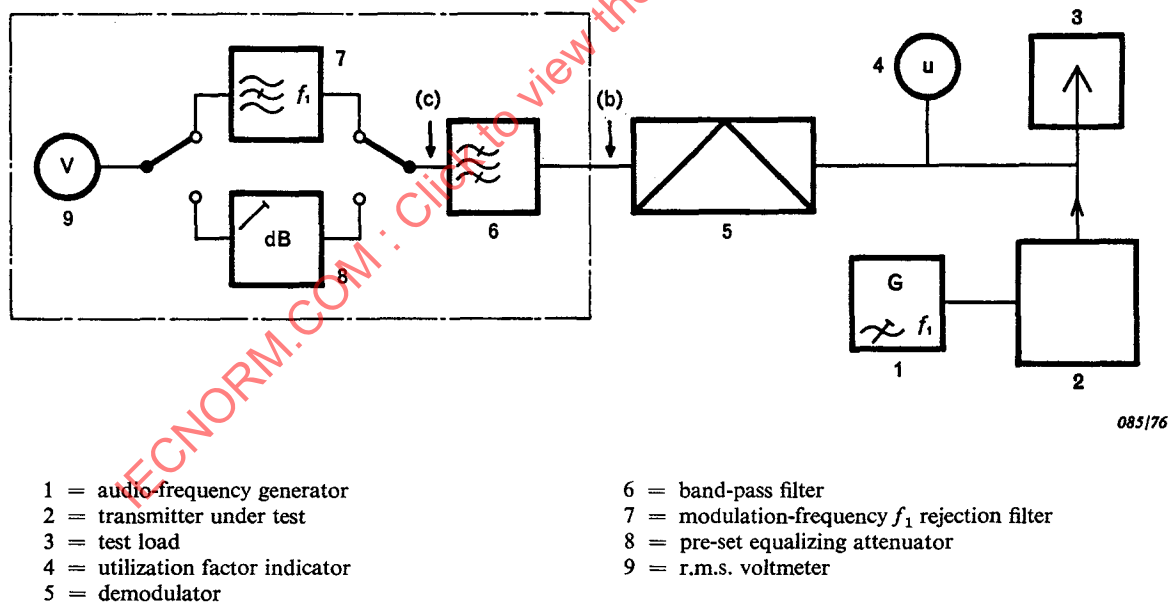
The equipment shall be operated under the conditions mentioned in Clause 4 with the transmitter input connected to an audio-frequency generator in accordance with Clause 5.

Unless otherwise specified, the conditions relating to the waveform and symmetry of polyphase power supply systems given in Clause 5 of IEC Publication 244-1, Part 1: General Conditions of Measurement, Frequency, Output Power and Power Consumption, shall apply.

b) Demodulator

The signal at the transmitter output is demodulated by a linear amplitude detector (A3) or frequency discriminator (F3) (see Item 5 of Figure 13 below).

The audio-frequency response of the demodulator shall be within ± 1 dB, relative to the value at 1 000 Hz, for any frequency within the band of modulation frequencies specified for the transmitter.



085/76

Note. — Letters (b) and (c) refer to the spectra shown in Figure 12. However, in this measurement, the component at the modulation frequency f_1 is very much larger than the component at the hum frequency f_2 .

FIG. 13. — Block diagram of the arrangement of equipment for the measurement of intermodulation hum.

The utilization factor (see Item 4 of Figure 13) is determined as explained in Section Two of IEC Publication 244-3.

The equipment for measuring the intermodulation hum is connected to the demodulator using an appropriate de-emphasis network where necessary.

c) Appareillage pour mesurer le niveau de l'intermodulation de ronflement

Dans le dispositif de mesure représenté à la figure 13, un filtre coupe-bande à la fréquence de modulation (7) et un filtre passe-bande (6) sont utilisés. Les fréquences centrales des deux filtres sont égales à 1 000 Hz.

Le filtre coupe-bande (7) doit avoir des pentes très élevées aux frontières afin de ne pas apporter d'atténuation notable sur les composantes d'intermodulation de ronflement de fréquences $1\,000 \pm f_{2(\min)}$, où $f_{2(\min)}$ est la fréquence de ronflement la plus basse. En général, un filtre à quartz est nécessaire.

Le filtre passe-bande (6) sert à éliminer les composantes de ronflement et les harmoniques de l'oscillation de modulation. Les fréquences de coupure de ce filtre devraient se situer légèrement au-dessous de $1\,000 - 10f_{2(\min)}$ (Hz), et légèrement au-dessus de $1\,000 + f_{2(\min)}$ (Hz).

L'affaiblisseur (8) est utilisé pour égaliser l'affaiblissement entre les deux branches du circuit de mesure.

14.4.2 Méthode de mesure

- Egaliser l'affaiblissement entre les deux branches du circuit de mesure en modulant l'émetteur avec une oscillation sinusoïdale à la fréquence de 1 200 Hz environ. Régler l'affaiblisseur (8) pour obtenir la même lecture sur le voltmètre étalonné en valeur efficace (9) pour les deux positions du commutateur.
- Régler la fréquence du signal à la sortie du générateur à 1 000 Hz. Régler le niveau de ce signal pour obtenir le taux d'utilisation requis, par exemple 70%.
- Placer le commutateur sur la position supérieure. Régler à nouveau légèrement la fréquence de modulation pour obtenir un minimum de déviation du voltmètre. Noter la tension U_h ainsi obtenue.
- Placer le commutateur sur la position inférieure. Noter la tension U_t ainsi obtenue.
- Calculer le niveau d'intermodulation de ronflement H à l'aide d'une des formules:

$$H = 20 \log \frac{U_h}{U_t} \text{ (dB)} \quad \text{ou} \quad H = 100 \frac{U_h}{U_t} \text{ (\%)} \quad (14.4.2)$$

Pour la présentation des résultats, se reporter au paragraphe 14.6.

14.5 Méthode utilisant un voltmètre sélectif

14.5.1 Conditions de mesure et appareillage de mesure

Les conditions de fonctionnement et l'appareillage de mesure sont les mêmes que ceux décrits au paragraphe 14.4.1, mais le dispositif pour mesurer le ronflement d'intermodulation est remplacé par un voltmètre sélectif à fréquence acoustique. L'appareil doit avoir un taux de réjection suffisant à la fréquence de modulation.

14.5.2 Méthode de mesure

- Régler la fréquence f_1 du signal à la sortie du générateur à 1 000 Hz.
- Régler le niveau de ce signal pour obtenir le taux d'utilisation requis, par exemple 70%.
- Mesurer l'amplitude de toutes les composantes situées dans la bande des fréquences acoustiques comprise entre $1\,000 - 10f_{2(\min)}$ (Hz) et $1\,000 + 10f_{2(\min)}$ (Hz), où $f_{2(\min)}$ est la fréquence de ronflement la plus basse.
- Calculer le niveau de ronflement d'intermodulation suivant les dispositions données au point b) du paragraphe 14.2.

14.6 Présentation des résultats

Indiquer le niveau d'intermodulation de ronflement et le taux d'utilisation.

c) Equipment for measuring the intermodulation hum level

In the equipment shown in Figure 13, use is made of a modulation-frequency rejection filter (7) and a band-pass filter (6), the centre-frequencies of which are each equal to 1 000 Hz.

The rejection filter (7) shall have a steep attenuation slope in order to pass the intermodulation-hum components at frequencies $1\,000 \pm f_{2(\min)}$, where $f_{2(\min)}$ is the lowest hum frequency, without noticeable attenuation. As a rule, a crystal filter is required.

The band-pass filter (6) serves to suppress the hum components and the harmonics of the modulating frequency. The cut-off frequencies of this filter should be slightly below $1\,000 - 10 f_{2(\min)}$ (Hz) and slightly above $1\,000 + 10 f_{2(\min)}$ (Hz).

The attenuator (8) is used to equalize the attenuation of the two branches of the measuring circuit.

14.4.2 Measurement procedure

- a) Equalize the attenuation of the two branches of the measuring circuit by modulating the transmitter with a sinusoidal signal at a frequency of about 1 200 Hz. Adjust the attenuator (8) to obtain the same reading on the r.m.s. voltmeter (9) for either position of the switch.
- b) Adjust the frequency of the signal generator to 1 000 Hz. Adjust the input level to obtain the required utilization factor, for example 70%.
- c) Set the switch in the upper position. Re-adjust the modulation frequency slightly to obtain minimum deflection of the voltmeter. Record the reading as U_h .
- d) Move the switch to the lower position. Record the reading of the voltmeter as U_t .
- e) Calculate the intermodulation hum level H from one of the formulae:

$$H = 20 \log \frac{U_h}{U_t} \text{ (dB)} \quad \text{or} \quad H = 100 \frac{U_h}{U_t} \text{ (\%)} \quad (14.4.2)$$

For the presentation of the results, see Sub-clause 14.6.

14.5 Method using a selective voltmeter

14.5.1 Test conditions and measuring equipment

The conditions of operation and the measuring equipment are the same as those described in Sub-clause 14.4.1, except that the equipment for measuring the intermodulation hum is replaced by an audio-frequency selective voltmeter. The instrument shall provide adequate discrimination against the modulation-frequency component.

14.5.2 Measurement procedure

- a) Adjust the frequency f_1 of the signal generator to 1 000 Hz.
- b) Adjust the input level to obtain the required utilization factor, for example 70%.
- c) Measure the amplitude of all components in an audio-frequency band extending from $1\,000 - 10 f_{2(\min)}$ (Hz) to $1\,000 + 10 f_{2(\min)}$ (Hz), where $f_{2(\min)}$ is the lowest hum frequency.
- d) Calculate the intermodulation hum level in accordance with Item b) of Sub-clause 14.2.

14.6 Presentation of the results

State the intermodulation hum level and the utilization factor used.

15. Intermodulation aux fréquences radioélectriques

15.1 Application

L'article 15 concerne principalement:

- a) les émetteurs de radiotéléphonie à bande latérale unique ou à bandes latérales indépendantes avec porteuse réduite ou supprimée (A3A, A3B, A3J) cependant, cet article peut aussi s'appliquer:
- b) aux émetteurs de radiotéléphonie à double bande ou à bande latérale unique avec porteuse complète (A3, A3H);
- c) aux émetteurs de télégraphie harmonique multivoie (A7A, A7B, A7J);
- d) aux émetteurs à bandes latérales indépendantes pour émissions de télégraphie et de téléphonie simultanées (A9B comportant moins de quatre voies téléphoniques).

15.2 Définitions

- a) Composante d'intermodulation aux fréquences radioélectriques (dans le signal à la sortie d'un émetteur à modulation d'amplitude).

Oscillation sinusoïdale dont la fréquence est la somme ou la différence des fréquences des composantes latérales résultant de la modulation d'une porteuse par deux oscillations sinusoïdales, ou la somme ou la différence de multiples entiers de ces fréquences.

Notes 1. — Une composante d'intermodulation est dite de n-ième ordre lorsque sa fréquence résulte de la formule:

$$f_n = p(f_0 \pm f_1) \pm q(f_0 \pm f_2) \quad (15.2a)$$

dans laquelle:

- n = $p + q$
- p et q = nombres entiers positifs
- f_0 = fréquence porteuse
- f_1 et f_2 = fréquences des deux oscillations sinusoïdales de modulation

- 2. — La définition des composantes d'intermodulation aux fréquences radioélectriques est conforme à celle donnée dans l'Avis du C.C.I.R. mentionné à la référence [2] de l'annexe A.

Les composantes d'intermodulation à des fréquences en dehors de la bande nécessaire doivent être considérées comme « oscillations hors bande », définies dans la Publication 244-2 de la CEI: Deuxième partie: Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles.

- b) Niveaux d'intermodulation aux fréquences radioélectriques

Les niveaux d'intermodulation de troisième ordre et de cinquième ordre sont donnés par les formules:

$$D_3 = 20 \log \frac{A(f_0 + 2f_1 - f_2)}{A} \quad (\text{dB}) \quad (15.2b)$$

$$D'_3 = 20 \log \frac{A(f_0 + 2f_2 - f_1)}{A} \quad (\text{dB})$$

$$D_5 = 20 \log \frac{A(f_0 + 3f_1 - 2f_2)}{A} \quad (\text{dB}) \quad (15.2c)$$

$$D'_5 = 20 \log \frac{A(f_0 + 3f_2 - 2f_1)}{A} \quad (\text{dB})$$

dans lesquelles:

A = amplitude de l'une des composantes d'égales amplitudes aux fréquences $f_0 + f_1$ ou $f_0 + f_2$.

Note. — Les niveaux d'intermodulation résultant de composantes d'intermodulation d'ordre supérieur au cinquième peuvent être définis de façon similaire.

15. Radio-frequency intermodulation

15.1 Application

Clause 15 primarily applies to:

- a) radiotelephony transmitters for single-sideband and independent-sideband emission with reduced or suppressed carrier (A3A, A3B, A3J), but this clause may also be applied to:
- b) radiotelephony transmitters for double-sideband and single-sideband emissions with full carrier (A3, A3H);
- c) transmitters for multi-channel voice-frequency telegraphy (A7A, A7B, A7J);
- d) transmitters for independent-sideband multiplex emissions (A9B with less than four telephone channels).

15.2 Definitions

- a) *Radio-frequency intermodulation component* (in the output signal of an amplitude-modulated transmitter).

Sinusoidal oscillation, the frequency of which is the sum or difference of the frequencies of the radio-frequency sideband components resulting from the modulation of a carrier by two sinusoidal signals, or the sum or difference of integral multiples of these frequencies.

Notes 1. — An intermodulation component is said to be of the n -th order if its frequency is given by:

$$f_n = p(f_0 \pm f_1) \pm q(f_0 \pm f_2) \quad (15.2a)$$

where:

- n = $p + q$
- p and q = positive integers
- f_0 = carrier frequency
- f_1 and f_2 = frequencies of the two sinusoidal modulating oscillations

- 2. — The definition of radio-frequency intermodulation component is in conformity with that given in the C.C.I.R. Recommendation mentioned under [2] of Appendix A.

Intermodulation components at frequencies outside the necessary bandwidth should be considered as "out-of-band components", defined in IEC Publication 244-2, Part 2: Bandwidth, Out-of-band Power and Power of Non-essential Oscillations.

- b) *Radio-frequency intermodulation distortion levels*

The intermodulation levels for the third and fifth order intermodulation components are given by the formulae:

$$D_3 = 20 \log \frac{A(f_0 + 2f_1 - f_2)}{A} \quad (\text{dB}) \quad (15.2b)$$

$$D'_3 = 20 \log \frac{A(f_0 + 2f_2 - f_1)}{A} \quad (\text{dB})$$

$$D_5 = 20 \log \frac{A(f_0 + 3f_1 - 2f_2)}{A} \quad (\text{dB}) \quad (15.2c)$$

$$D'_5 = 20 \log \frac{A(f_0 + 3f_2 - 2f_1)}{A} \quad (\text{dB})$$

where:

A = amplitude of one of the radio-frequency components of equal magnitude at the frequencies $f_0 + f_1$ or $f_0 + f_2$.

Note. — Intermodulation levels for intermodulation components of orders higher than the fifth may be defined in a similar way.

15.3 Principes de la mesure de l'intermodulation aux fréquences radioélectriques

Pour une explication des formules données au paragraphe 15.2 et les principes sur lesquels la mesure de l'intermodulation aux fréquences radioélectriques est basée, se reporter à l'article G1 de l'annexe G.

15.4 Méthodes de mesure

L'une ou l'autre des deux méthodes décrites aux paragraphes 15.5 et 15.6 ci-dessous peut être utilisée. Toutefois, en raison de la largeur de bande limitée du démodulateur, il n'est généralement pas possible d'utiliser la méthode décrite au paragraphe 15.6 pour mesurer le niveau des composantes d'intermodulation (ou composantes hors bande) dans les canaux assignés à d'autres émissions.

15.5 Méthode utilisant un voltmètre sélectif pour fréquence radioélectrique ou un analyseur de spectre

15.5.1 Conditions de mesure et appareillage de mesure

a) Conditions de fonctionnement

L'émetteur doit fonctionner dans les conditions mentionnées à l'article 4, avec le niveau de la porteuse réglé à la valeur indiquée dans le cahier des charges.

b) Source de signaux d'entrée

Deux générateurs à fréquence acoustique sont connectés à l'entrée de l'émetteur à travers un réseau mélangeur suivant les dispositions de l'article 5. Pour des exemples de tels réseaux, se reporter à l'annexe D.

Les erreurs de mesure dues à la présence de distorsion harmonique dans les générateurs et dans le réseau mélangeur peuvent être minimisées en faisant un choix correct des fréquences de modulation (voir le paragraphe 15.5.2 ci-dessous). Toutefois, afin de vérifier qu'une intermodulation éventuelle dans ces éléments n'affecte pas les résultats de mesure, il est recommandé d'effectuer l'essai de contrôle décrit à l'annexe F.

c) Appareillage pour mesurer le niveau d'intermodulation

Un voltmètre sélectif ou un analyseur panoramique de spectre est connecté à la sortie de l'émetteur par un dispositif à couplage ou un diviseur de tension approprié.

Le taux d'utilisation est relevé de la façon indiquée dans la section deux de la Publication 244-3 de la C.E.I.

15.5.2 Fréquences de modulation

Il y a lieu d'éviter toute relation harmonique entre les fréquences de modulation f_1 et f_2 , et d'éviter que leur rapport $(f_2)/(f_1)$ ne présente une valeur voisine de l'une quelconque des valeurs $2/3$, $2/5$, $2/7$, $3/4$, $3/5$, $3/7$ et $4/5$.

Note. — Pour une explication de ces conditions et de celles données ci-dessous, se reporter à l'article G2 de l'annexe G.

Le choix des fréquences de modulation dépend également des effets particuliers à mesurer.

a) Intermodulation dans la voie utile

Les composantes de troisième ordre et au moins l'une des composantes de cinquième ordre doivent retomber dans la bande des fréquences radioélectriques correspondant à la bande des fréquences acoustiques de la voie téléphonique qui est modulée pendant la mesure.

Par exemple, pour les émetteurs de radiotéléphonie à une ou plusieurs voies comprises chacune dans une bande de fréquences acoustiques d'environ 250 Hz à 3 000 Hz (classes d'émission A3A, A3J, A3H, A3B), il est conseillé d'utiliser les fréquences suivantes:

f_1	f_2	Δf
2 100 Hz	1 700 Hz	400 Hz
2 500 Hz	2 100 Hz	400 Hz

15.3 Principles of radio-frequency intermodulation distortion measurements

For an explanation of the formulae given in Sub-clause 15.2 and the principles underlying the measurement of radio-frequency intermodulation distortion, see Clause G1 of Appendix G.

15.4 Methods of measurement

Either of the methods described in Sub-clauses 15.5 and 15.6 below may be used. However, with the method described in Sub-clause 15.6 it is not generally possible to measure the level of intermodulation components (or out-of-band components) in the radio-frequency channels allocated to other emissions because of the limited bandwidth of the demodulator used in this case.

15.5 Method using a selective radio-frequency voltmeter or spectrum analyser

15.5.1 Test conditions and measuring equipment

a) Conditions of operation

The transmitter shall be operated under the conditions mentioned in Clause 4 with the carrier adjusted to the level stated in the equipment specification.

b) Input signal source

Two audio-frequency generators are connected to the transmitter input through a combining network in accordance with Clause 5. See Appendix D for examples of such networks.

By correct choice of the modulation frequencies (see Sub-clause 15.5.2 below), the effect of harmonic distortion occurring in the generators and the combining network is of little importance. However, to verify that possible intermodulation in these devices does not affect the measurement, it is recommended that the test described in Appendix F be made.

c) Equipment for measuring the intermodulation distortion level

A selective radio-frequency voltmeter or spectrum analyser is connected to the transmitter through a suitable coupling device or voltage divider.

The utilization factor is determined as explained in Section Two of IEC Publication 244-3.

15.5.2 Modulation frequencies

A harmonic relationship between the modulation frequencies f_1 and f_2 should be avoided, as well as ratio $(f_2)/(f_1)$ having a value in the neighbourhood of $2/3$, $2/5$, $2/7$, $3/4$, $3/5$, $3/7$ and $4/5$.

Note. — For an explanation of this requirement and those given below, see Clause G2 of Appendix G.

The choice of the modulation frequencies also depends on the particular effect to be measured.

a) Co-(information) channel intermodulation

The third order and at least one of the fifth order components should be situated in the band of radio-frequencies corresponding to the audio-frequency passband of the information channel which is carrying modulation during the measurement.

By way of example, for radiotelephone transmitters having one or more channels with an audio-frequency passband of about 250 Hz to 3 000 Hz (classes of emission A3A, A3J, A3H, A3B), it is suggested that the following frequencies be used:

f_1	f_2	Δf
2 100 Hz	1 700 Hz	400 Hz
2 500 Hz	2 100 Hz	400 Hz

b) Intermodulation (composantes hors bande) dans les canaux assignés à d'autres émissions

La différence Δf entre les deux fréquences de modulation doit être au moins égale à un tiers de l'espacement entre canaux, afin que toutes les composantes d'intermodulation retombent en dehors du canal concerné.

Par exemple, pour les émetteurs de radiotéléphonie à une seule voie (classes d'émission A3A, A3J, A3H) utilisés dans les systèmes où les canaux sont régulièrement espacés de 3 000 Hz, il est conseillé d'utiliser les fréquences suivantes:

f_1	f_2	Δf
2 500 Hz	1 100 Hz	1 400 Hz
2 150 Hz	650 Hz	1 500 Hz

c) Intermodulation dans les autres voies d'une même émission

Pour mesurer l'intermodulation dans les autres voies d'une même émission, parfois appelée diaphonie (inintelligible) (voir la section deux, paragraphe 10.2), l'une des composantes de troisième ordre et l'une des composantes de cinquième ordre doivent tomber dans la bande des fréquences radioélectriques correspondant à la bande des fréquences acoustiques de la voie qui n'est pas modulée intentionnellement pendant la mesure.

Pour les émetteurs multivoies à bandes latérales indépendantes (classes d'émission A3B, A7B, A9B), utiliser de préférence, pour f_1 et f_2 , les valeurs spécifiées au point b) ci-dessus.

Pour les émetteurs de télégraphie harmonique multivoies à bande latérale unique (classes d'émission A7A, A7J), il est préférable d'utiliser un espacement plus faible entre les fréquences, par exemple celui spécifié au point a) ci-dessus.

15.5.3 Méthode de mesure

a) Régler les fréquences des deux oscillations de modulation suivant les dispositions du paragraphe 15.5.2.

b) Régler les niveaux de ces oscillations afin d'obtenir simultanément, à la sortie de l'émetteur:

— deux composantes fondamentales d'amplitude égale (voir la note 1);

— un taux d'utilisation de 100% (voir la note 2).

c) Mesurer et noter les niveaux des composantes fondamentales et des composantes d'intermodulation.

d) Calculer les niveaux d'intermodulation à l'aide des formules 15.2b et 15.2c.

e) Si nécessaire, reprendre les mesures avec une valeur plus faible du taux d'utilisation.

Pour la présentation des résultats, se reporter au paragraphe 15.7.

Notes 1. — En supposant que le niveau d'intermodulation soit faible et que la porteuse soit suffisamment éliminée, l'enveloppe du signal à fréquence radioélectrique, observée à l'aide d'un oscillographe, présente la forme de deux sinusoides croisées, comme cela est représenté à la figure 14, page 44.

L'apparition de points d'intersection bien définis dans la courbe enveloppe est un critère certain d'égalité des amplitudes des composantes fondamentales.

2. — Dans ces conditions l'émetteur délivre sa puissance nominale en crête de modulation (définie au paragraphe 18.1 et à l'article 20 de la Publication 244-1 de la CEI) à sa charge de sortie (voir aussi le paragraphe 4.5 de la Publication 244-3 de la CEI).

15.6 Méthode utilisant un démodulateur

15.6.1 Conditions de fonctionnement et appareillage de mesure

Les conditions de fonctionnement et l'appareillage de mesure sont les mêmes que ceux décrits au paragraphe 15.5.1, sauf qu'on utilise un voltmètre sélectif à fréquence acoustique, raccordé à un démodulateur convenant à la classe d'émission concernée.

b) Intermodulation (out-of-band components) in radio-frequency channels allocated to other emissions

The frequency difference Δf between the two modulation frequencies should be equal to at least one-third of the channel spacing, so that all intermodulation components are outside the radio-frequency channel concerned.

By way of example, for single-(information) channel radiotelephone transmitters (classes of emission A3A, A3J, A3H) used in systems with a regular channel spacing of the order of 3 000 Hz, it is suggested that the following frequencies be used:

f_1	f_2	Δf
2 500 Hz	1 100 Hz	1 400 Hz
2 150 Hz	650 Hz	1 500 Hz

c) Intermodulation in other (information) channels of the same emission

For the measurement of intermodulation in other channels of the same emission, sometimes referred to as (unintelligible) crosstalk (see Section Two, Sub-clause 10.2) one of the third-order components and one of the fifth-order components should be situated in the band of radio-frequencies corresponding to one of the information channels which is not carrying modulation during the measurement.

With multichannel transmitters for independent-sideband emissions (A3B, A7B, A9B), the values of f_1 and f_2 given in Item *b)* above are to be preferred.

With multichannel voice-frequency telegraph transmitters for single-sideband emissions (A7A, A7J), it is preferable to use frequencies with a smaller difference, for example those given in Item *a)* above.

15.5.3 Measurement procedure

- Adjust the frequencies of the two generators in accordance with Sub-clause 15.5.2.
- Adjust the levels of the two modulating oscillations so that, at the transmitter output:
 - the components at the frequencies corresponding to the modulation frequencies are of equal amplitude (see Note 1), and simultaneously;
 - the utilization factor is 100% (see Note 2).
- Measure and record the level of the fundamental components and the intermodulation components.
- Calculate the intermodulation levels from the formulae 15.2b and 15.2c.
- If necessary, repeat the measurement for a lower value of the utilization factor.

For the presentation of the results, see Sub-clause 15.7.

Notes 1. — Assuming that the intermodulation level is small and the carrier is sufficiently suppressed, the envelope of the radio-frequency signal, observed on an oscilloscope, exhibits the form of two intersecting sine curves as illustrated in Figure 14, page 45.

The appearance of well-defined points of intersection is a sure criterion of the equality of the fundamental components.

- Under this condition the transmitter delivers its rated peak envelope power (as defined in Sub-clause 18.1 and Clause 20 of IEC Publication 244-1) to its load (see also Sub-clause 4.5 of IEC Publication 244-3).

15.6 Method using a demodulator

15.6.1 Test conditions and measuring equipment

The conditions of operation and the measuring equipment are the same as those described in Sub-clause 15.5.1, except that use is made of a selective audio-frequency voltmeter, connected to the output of a demodulator suitable for the class of emission concerned.

Le niveau d'intermodulation du démodulateur doit être négligeable, par exemple, D_3 et D_5 inférieurs à -50 dB. Pour une fréquence quelconque à l'intérieur de la bande des fréquences acoustiques concernées, la caractéristique amplitude/fréquence du démodulateur doit être horizontale avec une plage de tolérance de 2 dB.

15.6.2 Fréquences de modulation et méthode de mesure

Les fréquences de modulation et la méthode de mesure sont les mêmes que celles décrites aux paragraphes 15.5.2 et 15.5.3. Toutefois, en raison de la largeur de bande limitée du démodulateur, il n'est généralement pas possible de mesurer le niveau d'intermodulation dans les canaux assignés à d'autres émissions.

15.7 Présentation des résultats

Indiquer les niveaux d'intermodulation de troisième ordre et de cinquième ordre et, si besoin est, d'ordres supérieurs. Indiquer également les taux d'utilisation et les fréquences de modulation.

15.8 Niveau d'intermodulation admissible

Le niveau d'intermodulation qui peut être considéré comme admissible dépend de la classe d'émission et du service auquel est destiné l'émetteur. En ce qui concerne particulièrement la réduction des brouillages causés aux autres émissions, les niveaux acceptables pour les composantes hors bande sont recommandés par le C.C.I.R. ou sont spécifiés dans le Règlement des radiocommunications (voir l'article G3 de l'annexe G).