NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60244-2

Première édition
First edition
1969-01

Méthodes de mesure applicables aux émetteurs radioélectriques

Deuxième partie: Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles

Methods of measurement for radio transmitters

Part 2: Bandwidth, out-of-band power and power of non-essential oscillations



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60244-2: 1969

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
60244-2

Première édition
First edition
1969-01

Méthodes de mesure applicables aux émetteurs radioélectriques

Deuxième partie: Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles

Methods of measurement for radio transmitters

Part 2: Bandwidth, out-of-band power and power of non-essential oscillations

© IEC 1969 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 V

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

PRÉAMBULE 4
PRÉFACE 4

Articles

1. Objet 8
2. Domaine d'application 8

SECTION UN – TERMES ET DÉFINITIONS

3. Remarques générales concernant le spectre de fréquence d'une émission 8
4. Définitions 12

SECTION DEUX – LARGEUR DE BANDE ET PUISSANCE HORS BANDE

5. Remarques générales sur la largeur de bande et sur le rayonnement hors bande 16
6. Conditions de mesure 18
7. Détermination de la largeur de bande 22
8. Détermination de la puissance sur les fréquences hors bande 26

SECTION TROIS – PUISSANCE DES OSCILLATIONS NON ESSENTIELLES

9. Remarques générales concernant le rayonnement non essentiel d'une émission 28
10. Conditions de mesure 28
11. Détermination de la puissance des oscillations non essentielles 34
12. Commentaires relatifs à la puissance des oscillations non essentielles fournie à un système d'antenne et à une charge d'essai 54
13. Commentaires relatifs à la puissance des oscillations non essentielles fournie symétriquement et asymétriquement à une charge de sortie symétrique 56

FIGURES 62

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
PREFACE 5

Clause

1. Object 9
2. Scope 9

SECTION ONE — TERMS AND DEFINITIONS

3. General notes on the frequency spectrum of an emission 9
4. Definitions 13

SECTION TWO — BANDWIDTH AND OUT-OF-BAND POWER

5. General notes on bandwidth and out-of-band radiation. 17
6. Conditions of measurement 19
7. Determination of the bandwidth. 23
8. Determination of the out-of-band power 27

SECTION THREE — POWER OF NON-ESSENTIAL OSCILLATIONS

9. General notes on non-essential radiation 29
10. Conditions of measurement 29
11. Determination of the power of non-essential oscillations 35
12. Explanatory clause on the power of non-essential oscillations supplied to an aerial system and to a test load 55
13. Explanatory clause on the power of non-essential oscillations supplied to a balanced terminal load in a symmetrical (push-pull) and in an asymmetrical (push-push) mode 57

FIGURES 63

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 APPLICABLES AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES

Deuxième partie : Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles

PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.

4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Cette recommandation est la deuxième partie d'une recommandation qui, lorsqu'elle sera terminée, donnera des méthodes de mesure recommandées applicables aux émetteurs pour diverses classes d'émission.

Cette deuxième partie, qui doit être utilisée avec la première partie: Publication 244-1 de la CEI, décrit les méthodes de mesure de la puissance des composantes, formant les parties extérieures et rapprochées du spectre de l'émission, ou se trouvant éloignées du centre de ce spectre, qui peuvent causer des brouillages aux autres émissions.

Les informations de caractère général, les Avis et Rapports du C.C.I.R. et les Articles du Règlement des Radiocommunications édités par l'Union Internationale des Télécommunications (U.I.T.) ont été reproduits en entier ou en partie en annexe à la présente recommandation, chaque fois qu'il fut jugé utile de les avoir sous la main. Ces annexes se trouvent dans le premier complément à la présente recommandation (Publication 244-2A de la CEI).

Les signaux de modulation, qui peuvent être utilisés pour mesurer la largeur et la puissance hors bande des émissions de radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore, ont été publiés dans un rapport séparé de la CEI. Ce rapport qui doit être considéré comme une annexe à la section deux de cette recommandation se trouve dans le deuxième complément à la présente recommandation (Publication 244-2B de la CEI).

Il est entendu que les méthodes de mesures recommandées peuvent, par la suite, être améliorées ou étendues; la présente recommandation sera alors modifiée ou complétée.

Divers projets de la recommandation furent discutés lors des réunions tenues à Nice en 1962, à Baden en 1963, à Kootwijk en 1964 et à Constance en 1965. A la suite de la réunion tenue à Tokyo en 1965, un projet définitif pour chacune des sections fut élaboré et soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1967.

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

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Belgique	Norvège
Canada	Pays-Bas
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Suisse
Israël	Turquie

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 TRANSMITTERS

Part 2 : Bandwidth, out-of-band power and power of non-essential oscillations

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.

4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

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

This Recommendation forms Part 2 of a Recommendation which is intended, after its completion, to lay down recommended methods of measurements for radio transmitters for various classes of emission.

Part 2, which shall be used in conjunction with Part 1, IEC Publication 244-1, deals with the measurement of the power of the components, either in the outer part of the emitted spectrum or far remote from the centre part of the spectrum, that may cause interference to other emissions.

Information of a general character, C.C.I.R. Recommendations and Reports, and Articles of the Radio Regulations drawn up by the International Telecommunication Union (I.T.U.) have been added in whole or in part in the appendices of this Recommendation, where it was considered useful to have these references at hand. These appendices are contained in the first supplement to this Recommendation (IEC Publication 244-2A).

Modulating signals, which may be used for measuring the bandwidth and the out-of-band power of emissions for telephony and sound broadcasting, have been laid down in a separate IEC Report. This Report, which is to be considered as an Appendix to Section Two of the Recommendation, is contained in the second supplement to this Recommendation (IEC Publication 244-2B).

It should be realized that the recommended methods of measurement may in due course be subject to improvement or extension; this Recommendation will then be amended or completed.

Several drafts of the Recommendation were discussed at meetings held in Nice in 1962, in Baden in 1963, in Kootwijk in 1964 and in Constanz in 1965. As a result of the meeting held in Tokyo in 1965, a final draft for each section was prepared and submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1967.

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

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

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

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

Allemagne
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Israël
Italie
Japon
Norvège
Pays-Bas
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

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

Allemagne
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Israël
Italie
Japon
Norvège
Pays-Bas
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

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

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

Australia
Belgium
Canada
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Netherlands
Norway
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

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

Australia
Belgium
Canada
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Netherlands
Norway
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

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 APPLICABLES AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES

Deuxième partie : Largeur de bande, puissance hors bande et puissance des oscillations non essentielles

---

1. Objet

La présente recommandation a pour objet de normaliser les conditions et méthodes de mesure à utiliser pour relever les caractéristiques d'un émetteur radioélectrique et rendre possible la comparaison des résultats de mesures effectués par différents observateurs (contrôleurs).

Cette recommandation contient des détails de méthodes sélectionnées pour effectuer des mesures recommandées pour évaluer les propriétés essentielles d'un émetteur radioélectrique. Les méthodes de mesure décrites sont limitées aux caractéristiques qui pourraient être l'objet d'interprétations équivoques en raison de l'utilisation de méthodes et de conditions de mesure différentes. Elles ne sont ni impératives, ni limitatives; un choix de mesures peut être établi pour chaque cas particulier. Si nécessaire, on peut effectuer des mesures supplémentaires, mais elles devraient être conduites en accord avec les normes établies par d'autres Comités d'Etudes ou Sous-Comités de la CEI, ou par d'autres organismes internationaux habilités.

Il n'est pas mentionné de valeurs limites admissibles des différentes grandeurs correspondant à un fonctionnement acceptable; ces valeurs devront être données dans le cahier des charges concernant l'émetteur considéré, de préférence sous la forme décrite dans une future recommandation de la CEI.

Les méthodes de mesure détaillées dans cette recommandation concernent les essais de type. Elles peuvent aussi être employées pour des essais de réception et des essais de contrôle en usine (voir article 3, de la Publication 244-1 de la CEI).

2. Domaine d'application

La présente recommandation décrit les méthodes de mesure de la puissance des composantes, formant les parties extérieures et rapprochées du spectre de l'émission ou se trouvant éloignées du centre de ce spectre, qui peuvent causer des brouillages aux autres émissions. Les conditions et méthodes de mesure sont applicables à des émetteurs pour diverses classes d'émission.

SECTION UN – TERMES ET DÉFINITIONS

3. Remarques générales concernant le spectre de fréquence d'une émission

En ce qui concerne le sujet traité dans cette partie de la recommandation, il est utile de retenir ce qui suit:

3.1 Toute information à transmettre peut être représentée par une oscillation périodique ou non périodique qui peut être considérée comme composée d'un certain nombre d'oscillations sinusoïdales formant un spectre d'une certaine étendue.

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 TRANSMITTERS

Part 2 : Bandwidth, out-of-band power and power of non-essential oscillations

---

1. Object

The object of this Recommendation is to standardize the conditions and methods of measurement to be used to ascertain the performance of a radio transmitter and to make possible the comparison of the results of measurements made by different observers.

This Recommendation contains details of selected methods of making measurements, recommended for assessing the essential properties of a radio transmitter. The methods of measurement described are restricted to those properties that may be liable to ambiguous interpretation due to the application of different methods and conditions of measurement. They are neither mandatory, nor limiting; a choice of measurements can be made in each particular case. If necessary, additional measurements may be performed, but these shall preferably be carried out in accordance with the standards laid down by other IEC Technical Committees or Sub-Committees, or by other international bodies.

Limiting values of the various quantities for acceptable performance are not specified as these should be given in the relevant equipment specification, preferably in the form laid down in a forthcoming IEC Recommendation.

The methods of measurement detailed in this Recommendation are intended for type tests and may also be used for acceptance tests and factory tests (see Clause 3 of IEC Publication 244-1).

2. Scope

This Recommendation deals with the measurement of the power of the components, either in the outer part of the emitted spectrum or far remote from the centre part of the spectrum, that may cause interference to other emissions. The measuring conditions and methods of measurement apply to transmitters for various classes of emission.

SECTION ONE — TERMS AND DEFINITIONS

3. General notes on the frequency spectrum of an emission

With respect to the subject dealt with in this part of the Recommendation, it is considered useful to draw attention to the following:

3.1 Any information to be transferred may be converted into a periodic or non-periodic oscillation which may be considered as consisting of a number of sinusoidal oscillations forming a frequency spectrum of a certain width.

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

L'étendue de ce spectre peut être limitée à une certaine largeur, suivant la qualité requise pour l'information à transmettre. Ceci est plus ou moins réalisé par les limitations physiques du processus de conversion, par exemple par la caractéristique amplitude/fréquence. Par ailleurs, des oscillations supplémentaires peuvent apparaître, en raison de l'imparfaite linéarité du processus de conversion qui provoque une intermodulation non désirée et/ou des oscillations sur fréquences harmoniques, augmentant ainsi inutilement la largeur du spectre.
En utilisant des émetteurs et des récepteurs radioélectriques comme moyen spécifique pour transmettre une information, le spectre mentionné ci-dessus est converti en un spectre d'oscillations à fréquence radioélectrique. En raison de l'imparfaite linéarité des processus de modulation et d'amplification des oscillations à fréquence radioélectrique, à nouveau, des oscillations non désirées peuvent apparaître, élargissant inutilement la bande de fréquence occupée par l'émission. Il peut aussi apparaître d'autres oscillations dont les fréquences peuvent être des multiples entiers des fréquences fondamentales, qui ne sont pas essentielles à la transmission de l'information.
Comme tous les systèmes de radiocommunications utilisent la propagation des ondes radioélectriques en espace libre comme support commun, il est de la plus haute importance d'assurer l'économie maximale de cette partie commune de la liaison et d'éviter le brouillage des autres radiocommunications.
Pour cette raison, des règlements spéciaux, basés sur les Avis du C.C.I.R., sont établis par l'Union Internationale des Télécommunications et publiés dans le Règlement des Radiocommunications.

Ces règlements stipulent:

a) De maintenir la partie du spectre en dehors de la bande nécessaire, à l'intérieur de tolérances en rapport avec la classe d'émission considérée.

Ceci peut être obtenu par:

— l'utilisation de filtre passe-bas ou passe-bande à l'entrée de l'émetteur radioélectrique, comme par exemple, un filtre de manipulation dans un émetteur de télégraphie;

— l'utilisation de circuits couplés adéquats et/ou de filtres passe-bande spéciaux dans la partie à fréquence radioélectrique de l'émetteur, comme par exemple, un filtre pour bande latérale résiduelle dans un émetteur de télévision;

— la réduction du degré de non-linéarité du modulateur et des étages d'amplification à fréquence radioélectrique ou par la réduction du taux de modulation ou du taux d'utilisation.

b) De ramener, dans une émission donnée, la partie rayonnée qui n'est pas essentielle à la transmission de l'information, à l'intérieur de tolérances en rapport avec la puissance de sortie de l'émetteur et la bande de fréquences qui lui est assignée.

Ceci peut être obtenu par:

— l'utilisation de filtres de sortie passe-bas ou autres;

— l'utilisation de circuits couplés appropriés;

— le blindage des différents étages de l'émetteur, des filtres et autres parties de l'équipement, par exemple, comme cela est décrit à la référence [6] de l'annexe A.

3.2 Les mesures figurant dans cette partie de la recommandation ont pour objet d'assurer, autant que cela est possible, à partir des résultats de mesure obtenus sur un émetteur connecté à une charge d'essai et modulé dans les conditions spécifiées, que cet émetteur satisfera aux Avis du C.C.I.R. et aux stipulations figurant dans le Règlement des Radiocommunications lorsqu'il sera utilisé dans les conditions normales de trafic. Toutefois, il faut noter que, à moins que l'impédance et toute autre propriété sélective de la charge d'essai soient les mêmes que celles de l'antenne utilisée et de sa ligne d'alimentation, les mesures faites dans les conditions réelles peuvent, en général, ne pas donner les mêmes résultats.

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

The width of this spectrum may be limited to some extent, depending on the required quality of the transfer of information. In whole or in part, this is already accomplished by the physical limitations of the conversion process itself, e.g. by the amplitude/frequency characteristic. On the other hand, additional oscillations may appear due to the non-linear properties of the converter, causing unwanted intermodulation and/or harmonic oscillations and thus broadening the width of the spectrum unnecessarily.
By using radio transmitters and receivers as a specific means of transferring information, the above mentioned spectrum is converted into a radio-frequency spectrum. Due to non-linear effects during the relevant processes of modulation and amplification of the radio-frequency oscillations, again unwanted oscillations may appear causing the frequency band occupied by the emission to be larger than necessary. Moreover, additional oscillations may occur which are not essential for the transmission of information, such as harmonics of the frequency of the fundamental oscillation.

As all radio transmitting systems use the propagation of electromagnetic waves in free space as a common means of conveyance, it is of the utmost importance to ensure the maximum economy in this part of the connection and to avoid interference with other radio channels.

For this reason, special regulations based on Recommendations of the C.C.I.R. are drawn up by the International Telecommunication Union and laid down in the Radio Regulations.

These regulations stipulate:

a) The limitations of that part of the spectrum, outside the necessary bandwidth, to a value that is within the tolerance relevant to the class of emission.

This may be achieved by:

— the use of low-pass or band-pass filters at the input side of the transmitter, as for example, a keying filter in a radio-telegraphy transmitter;

— applying suitable coupling circuits and/or special band-pass filters in the radio-frequency part of the transmitter, as for example, a vestigial sideband filter in a television transmitter;

— reducing the degree of non-linearity of the modulator and radio-frequency amplifier stages of the transmitter or by reducing the modulation or utilization factor.

b) The reduction of that part of the radiation of a given emission which is not essential for the transmission of information to within the tolerances relevant to the output power and assigned frequency band of the transmitter.

This may be accomplished by:

— The use of low-pass or other output filters;

— applying suitable coupling circuits;

— screening of various stages of the transmitter, filters and other parts of the equipment, e.g. as described in reference [6] of Appendix A.

3.2 The purpose of the measurements indicated in this part of the Recommendation is to prove, as far as possible, on the basis of the results of measurements made on a transmitter when connected to a test load and operating under specified conditions of modulation, that the transmitter will satisfy the requirements recommended by the C.C.I.R. as laid down in the Radio Regulations, when it will be used in actual traffic under normal operating conditions. However, it should be noted that, unless the impedance and other selective properties of the test load for all frequencies concerned are exactly equal to those of the aerial and its associated transmission line, measurements made under actual conditions do not generally lead to the same results.

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

Alors que les Avis du C.C.I.R. et le Règlement des Radiocommunications concernent les émissions proprement dites, les méthodes de mesure figurant dans cette recommandation concernent les émetteurs radioélectriques de sorte que les différents concepts et définitions concernant le domaine du C.C.I.R. et de l'U.I.T. ne peuvent être utilisés tels quels. Cependant, pour les émetteurs, on a estimé avantageux d'utiliser des définitions dérivées de celles mentionnées ci-dessus et convenablement modifiées, pour leur être applicables.

3.3 D'après le paragraphe 3.1, il s'ensuit que le concept de largeur de bande relative aux émetteurs radioélectriques doit être nettement distingué de celui de la largeur de bande des réseaux passifs ordinairement utilisés dans la technique des récepteurs et des amplificateurs.

Le premier concept de largeur de bande est habituellement défini comme étant l'intervalle d'un spectre de fréquences, en dessus et en dessous duquel la puissance moyenne de chacune des parties de ce spectre est égale à un certain pourcentage de la puissance moyenne totale contenue dans le spectre. Suivant ce concept, la largeur de bande relative aux émetteurs est évaluée à partir de la mesure des composantes individuelles du spectre (par les méthodes données dans la section deux) quand une certaine combinaison d'oscillations de modulation est appliquée à l'entrée de l'émetteur; par exemple, pour un émetteur de téléphonie, cette combinaison se compose d'un signal émanant d'un dispositif normalisé pour la simulation de la voix, d'un bruit blanc ou d'un bruit pondéré.

Le second concept de largeur de bande est relatif à la « bande passante radioélectrique » définie dans le paragraphe 19.2.1 de la Publication 244-1 de la CEI. Pour évaluer la bande passante radioélectrique, la fréquence de l'étage (oscillateur) déterminant la fréquence porteuse ou caractéristique, est modifiée de façon progressive en mesurant en même temps la puissance de sortie, sans appliquer aucune modulation.

Un troisième concept, la « caractéristique amplitude/fréquence », doit être aussi distingué de la largeur de bande et de la bande passante radioélectrique. La mesure de la caractéristique amplitude/fréquence fait partie du contrôle du degré de fidélité de la transmission de l'information et, à ce point de vue, elle est importante pour le service pour lequel l'émetteur a été étudié. Cette caractéristique est évaluée soit d'après la mesure de la puissance du signal démodulé, soit, pour les émetteurs à modulation d'amplitude, d'après la mesure de la puissance de chacune des deux composantes latérales (ou de la composante latérale restante, si une des bandes latérales est supprimée), dans les deux cas, en modifiant progressivement la fréquence d'une oscillation sinusoïdale de modulation d'amplitude constante appliquée à l'entrée de l'émetteur. Pour la détermination des caractéristiques amplitude/fréquence, il y a lieu de se reporter à la Publication 244-4 de la CEI (en préparation).

Un éclaircissement des concepts mentionnées ci-dessus est donné par la figure 1, page 62.

4. Définitions

Les définitions des paragraphes 4.1 et 4.3 jusqu'à 4.6 mentionnées ci-dessous s'appliquent aux émetteurs radioélectriques connectés à une charge d'essai; elles ont été dérivées des sources indiquées dans les notes correspondantes.

Un éclaircissement des diverses définitions est donné par la figure 2, page 63.

4.1 *Largeur de bande*

Intervalle de fréquence du spectre, au-dessus et au-dessous duquel les puissances moyennes à la sortie d'un émetteur radioélectrique, modulé dans des conditions spécifiées pour une classe de modulation donnée, sont chacune égales à un certain pourcentage (note) de la puissance moyenne totale contenue dans le spectre, la puissance des oscillations non essentielles (voir paragraphe 4.5) situées sur des fréquences éloignées des limites de la bande, étant exclue.

Note. — Les pourcentages tolérés en fonction de diverses classes d'émissions sont indiqués dans le Règlement des Radiocommunications ou sont recommandés par le C.C.I.R.; voir la référence [1] de l'annexe A.

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

The C.C.I.R. Recommendations and the Radio Regulations concern the emissions themselves; the methods of measurement given in this Recommendation, however, are related to radio transmitters and thus the definitions of the various concepts which apply within the province of the I.T.U. and C.C.I.R. cannot be used as they stand. Therefore, it is deemed profitable to use for radio transmitters, definitions derived from those mentioned above, amended to suit this purpose.

3.3 From Sub-clause 3.1, it follows that the concept of bandwidth when related to radio transmitters must be clearly distinguished from the bandwidth of passive networks as commonly used in receiver and amplifier techniques.
The first concept is usually defined as that frequency interval of a frequency spectrum, above and below which the mean powers are each equal to a certain percentage of the total mean power contained in the spectrum; it is evaluated by measuring the individual spectrum components (by methods given in Section Two) when a specified combination of modulating oscillations is applied at the input to the transmitter; for a radiotelephone transmitter, this combination may consist, for example, of the signal produced by a standard voice simulating device, or of flat or shaped random noise.

The second concept of bandwidth is related to the "radio-frequency passband" as defined in Sub-clause 19.2.1 of IEC Publication 244-1. Evaluating the radio-frequency passband, the frequency of the (oscillator) stage determining the carrier or characteristic frequency is gradually changed and the output power measured, without applying any modulation.

Finally, a third concept, the "amplitude/frequency characteristic", must be distinguished from the bandwidth and the radio-frequency passband. The amplitude/frequency characteristic is a measure of the fidelity of the transmission of information and, in this respect, important for the service for which the transmitter is intended. It is evaluated by measuring, either the power of the demodulated signal, or, for amplitude-modulation transmitters, the power of either sideband component (or of one sideband component, if one of the sidebands is suppressed), in both cases gradually changing the frequency of a sinusoidal oscillation with constant amplitude applied at the input to the transmitter. For the determination of the amplitude/frequency characteristics, reference is made to IEC Publication 244-4 (in preparation).

An elucidation of the concepts mentioned above is given in Figure 1, page 62.

4. Definitions

The definitions of Sub-clauses 4.1 and 4.3 to 4.6 below apply to radio transmitters connected to a test load; they have been derived from the sources indicated in the corresponding notes.

An elucidation of the various definitions if given in Figure 2, page 63.

4.1 *Bandwidth*

The frequency interval in the power spectrum, above and below which the mean powers, at the output terminal device of a radio transmitter, under specified conditions of modulation for a given class of emission, are each equal to a certain percentage (Note) of the total mean power contained in the spectrum, the power of non-essential oscillations (see Sub-clause 4.5) at frequencies remote from the limits of the band being excluded.

Note. — Values for the percentage pertaining to various classes of emission are laid down in the Radio Regulations or are recommended by the C.C.I.R.; see reference [1] of Appendix A.

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

4.2 *Largeur de bande nécessaire*

Pour une classe d'émission donnée, valeur minimale de la largeur de bande (comme indiqué dans le paragaphe 4.1) suffisant à assurer la transmission de l'information à la vitesse et avec la qualité requise pour le système employé, dans des conditions données. Les rayonnements utiles au bon fonctionnement des appareils de réception, comme par exemple, le rayonnement correspondant à la porteuse des systèmes à porteuse réduite, doivent être compris dans la largeur de bande nécessaire.

Note. — Cette définition est en accord avec le Règlement des Radiocommunications; voir la référence [2] de l'annexe A.

4.3 *Oscillation hors bande*

Oscillation sur une fréquence située en dehors de la bande nécessaire, à l'exclusion des oscillations non essentielles (voir paragraphe 4.5) sur des fréquences éloignées des limites de la bande nécessaire.

Note. — La définition d'oscillations hors bande concerne les oscillations à la sortie d'un émetteur; celles-ci peuvent donner lieu à des rayonnements hors bande (définis dans l'Avis du C.C.I.R. reproduit dans l'annexe B) lorsque l'émetteur est branché sur une antenne.

4.4 *Puissance hors bande*

Puissance moyenne globale de toutes les oscillations hors bande à la sortie d'un émetteur radioélectrique, lorsqu'il est modulé dans des conditions spécifiées en fonction d'une classe d'émission.

Notes 1. — Voir note du paragraphe 4.3.

2. — La largeur de bande occupée par une émission donnée, pouvant être considérée comme parfaite au point de vue de l'économie du spectre radioélectrique, coïncide avec la largeur de bande nécessaire pour la classe d'émission correspondante. Dans ce cas, la puissance hors bande est égale à la puissance moyenne totale multipliée par deux fois le pourcentage spécifié, indiqué dans le paragraphe 4.1.

3. — Pour les émetteurs utilisés dans les réseaux à canaux, tels que ceux des services mobiles maritimes et aéronautiques, la puissance hors bande dans le canal adjacent, qui est la puissance moyenne globale de toutes les oscillations hors bande retombant dans ce canal, peut être mesurée séparément.

4.5 *Oscillation non essentielle*

Oscillation sur une fréquence, ou sur une bande étroite de fréquences, éloignée des limites de la bande nécessaire et dont le niveau peut être réduit sans affecter la transmission de l'information correspondante.

Une oscillation non essentielle peut être, soit:

a) une *oscillation harmonique* sur une fréquence (ou sur une bande étroite de fréquences) qui est un multiple entier de celles comprises dans la bande occupée par l'émission;

b) une *oscillation indésirable* sur la fréquence et les harmoniques d'une oscillation quelconque, utilisée au cours de la production de l'oscillation sur la fréquence porteuse ou caractéristique* de l'émission; ou une *oscillation indésirable* sur une des fréquences résultant de l'intermodulation entre celles-ci;

c) une *oscillation parasite* produite accidentellement sur une fréquence (ou sur une bande étroite de fréquences) qui est indépendante de la fréquence porteuse ou caractéristique de l'émission et des fréquences des oscillations qui apparaissent au cours de la production de l'oscillation sur la fréquence porteuse ou caractéristique; ou

---

* Pour la définition de la fréquence caractéristique d'une émission, il y a lieu de se reporter au paragraphe 8.2 de la Publication 244-1 de la CEI.

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

4.2 *Necessary bandwidth*

For a given class of emission, the minimum value of the bandwidth (as defined in Sub-clause 4.1) sufficient to ensure the transmission of information at the rate and with the quality required for the system employed, under specified conditions. Spectrum components useful for the good functioning of the receiving equipment as, for example, the component corresponding to the carrier of reduced carrier systems, shall be included in the necessary bandwidth.

Note. — This definition is in conformity with the Radio Regulations; see reference [2] of Appendix A.

4.3 *Out-of-band oscillation*

Oscillation at a frequency which is outside the necessary band, with the exception of non-essential oscillations (see Sub-clause 4.5) at frequencies remote from the limits of the necessary band.

Note. — The definition of out-of-band oscillation concerns the oscillations present at the output terminal device of a transmitter; they may give rise to out-of-band radiation (defined in the C.C.I.R. Recommendation reproduced in Appendix B) if the transmitter is connected to an aerial.

4.4 *Out-of-band power*

Sum of the mean powers of all out-of-band oscillations at the output terminal device of a radio transmitter under specified conditions of modulation for a given class of emission.

Notes 1. — See Note to Sub-clause 4.3.

2. — The bandwidth occupied by a given emission, considered perfect from the point of view of spectrum economy, coincides with the necessary bandwidth for the class of emission concerned. In this case, the out-of-band power is equal to the total mean power multiplied by twice the specified percentage mentioned in Sub-clause 4.1.

3. — For transmitters used in channel-spaced systems, as is customary in the land mobile, maritime mobile and aeronautical mobile services, the out-of-band power in the adjacent channel, that is the sum of the mean powers of the out-of-band oscillations contained in that channel, may be specified separately.

4.5 *Non-essential oscillation*

Oscillation at a frequency, or at a narrow band of frequencies, remote from the limits of the necessary band, the level of which may be reduced without affecting the corresponding transmission of information.

A non-essential oscillation may be either:

a) a *harmonic oscillation* at a frequency (or at a narrow band of frequencies) which is a whole multiple of those comprised in the band occupied by the emission;

b) an *unwanted oscillation* at the frequency and harmonics thereof of any oscillation used in the course of generation of the oscillation at the carrier or characteristic frequency * of the emission; or an *unwanted oscillation* at one of the frequencies resulting from intermodulation between these oscillations;

c) a *parasitic oscillation*, accidentally generated at a frequency (or at a narrow band of frequencies) which is independent both of the carrier or characteristic frequency of the emission, and of frequencies of oscillations appearing in the course of generation of the oscillation at the carrier or characteristic frequency; or

* See Sub-clause 8.2 of IEC Publication 244-1 for the definition of the characteristic frequency of an emission.

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

d) une *oscillation d'intermodulation externe* sur une des fréquences (ou des *produits d'intermodulation externes* dans une des bandes étroites de fréquences) résultant de l'intermodulation entre,

d'une part:

— l'oscillation sur la fréquence porteuse ou caractéristique ou harmonique d'une émission, ou les oscillations apparaissant au cours de la production de l'oscillation porteuse ou caractéristique et,

d'autre part:

— les oscillations de même nature d'une ou plusieurs autres émissions, issues du même ensemble émetteur *, ou d'autres émetteurs ou ensembles émetteurs.

Note. — Les définitions d'oscillations non essentielles données ci-dessus concernent les oscillations à la sortie d'un émetteur; celles-ci peuvent donner lieu à des rayonnements non essentiels (définis dans l'Avis du C.C.I.R. reproduit dans l'annexe C) lorsque l'émetteur est branché sur une antenne.

4.6 *Puissance d'une oscillation non essentielle*

Puissance moyenne d'une oscillation non essentielle à la sortie d'un émetteur radioélectrique, ou à la sortie commune de plusieurs émetteurs, modulé dans des conditions spécifiées en fonction d'une classe d'émission.

4.7 *Bruit blanc (uniforme)*
Bruit à spectre continu et uniforme

Bruit réparti sur le spectre des fréquences de telle sorte que la puissance par cycle par seconde est constante.

4.8 *Bruit à spectre pondéré*

Bruit dont la répartition sur le spectre par unité de bande dépend de la fréquence d'une façon spécifiée.

Note. — Par exemple, cette dépendance peut être spécifiée par une courbe représentant la distribution statistique de la puissance dans un programme musical ou parlé; voir la Publication 244-2B de la CEI: Deuxième complément à la Publication 244-2.
Un autre exemple est un bruit pondéré suivant une courbe psophométrique. Pour les courbes psophométriques, se reporter à la Publication 244-3 de la CEI (en préparation).

SECTION DEUX – LARGEUR DE BANDE ET PUISSANCE HORS BANDE

5. Notes générales sur la largeur de bande et sur le rayonnement hors bande

Pour s'assurer que la bande de fréquences occupée par une émission est dans la bande de fréquences assignée au service considéré, on doit déterminer la bande de fréquences occupée et la fréquence caractéristique de l'émission, cette dernière d'après les principes énoncés dans la Publication 244-1 de la CEI.

Hormis ces considérations qui concernent l'économie du spectre des fréquences radioélectriques, il faut déterminer la puissance des composantes dans les parties extérieures du spectre de l'émission en raison des brouillages qu'elles peuvent provoquer dans les voies radioélectriques d'émissions adjacentes.

---

* Pour la définition d'un ensemble émetteur il y a lieu de se reporter au paragraphe 3.2 de la Publication 244-1 de la CEI.

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

d) an *external intermodulation component* at one of the frequencies (or *external intermodulation products* in one of the narrow bands of frequencies) resulting from intermodulation between:

— the oscillation at the carrier, characteristic or harmonic frequency of an emission, or the oscillations which appear when the carrier or characteristic frequency is generated,

and:

— oscillations of the same nature, of one or several other emissions, originating from the same transmitting system * or from other transmitters or transmitting systems.

Note. — The above definitions of non-essential oscillations concern the oscillations present at the output terminal device of the transmitter; they may give rise to spurious radiations (defined in the C.C.I.R. Recommendation reproduced in Appendix C) if the transmitter is connected to an aerial.

4.6 *Power of a non-essential oscillation*

Mean power of a non-essential oscillation at the output terminal device of a radio transmitter, or at the common output terminal device of several radio transmitters, under specified conditions of modulation for a given class of emission.

4.7 *Flat random noise*
White noise
Uniform-spectrum random noise

Random noise whose spectral distribution between specified frequency limits is such that the noise power per unit bandwidth is independent of frequency.

4.8 *Shaped random noise*
Coloured noise
Weighted noise

Random noise whose spectral distribution is such that the noise power per unit bandwidth depends on the frequency in a specified way.

Note. — For instance, this dependency may be specified by a curve representing the statistical distribution of power when reproducing a programme of music or conversational speech; see IEC Publication 244-2B, Second Supplement to Publication 244-2.
Another example is noise, weighted according to a psophometric curve. For psophometric curves, reference is made to IEC Publication 244-3 (in preparation).

SECTION TWO — BANDWIDTH AND OUT-OF-BAND POWER

5. General notes on bandwidth and out-of-band radiation

To ascertain that the frequency band occupied by an emission is within the frequency band assigned to the service concerned, the occupied bandwidth and the characteristic frequency of the emission are to be determined, the latter according to the principles given in IEC Publication 244-1.

Apart from this aspect which is related to the radio spectrum economy, the determination of the power of components in the outer parts of the emitted spectrum is necessary because these components may be causing interference to radio channels of neighbouring emissions.

---

* See Sub-clause 3.2 of IEC Publication 244-1 for the definition of transmitting systems.

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

Le Règlement des Radiocommunications (voir annexe E) indique des valeurs de largeur de la bande nécessaire en fonction de diverses classes d'émissions, tandis que le C.C.I.R. (voir annexe B) recommande certaines limitations du spectre émis.

Les prescriptions mentionnées ci-dessus se rapportent à un émetteur alimentant une antenne. Toutefois, les mesures faites sur un émetteur alimentant une charge d'essai donnent habituellement un aperçu assez rapproché des différentes caractéristiques envisagées, à moins que le spectre émis ne soit en grande partie limité par les propriétés sélectives de l'antenne et du dispositif d'adaptation à sa ligne d'alimentation, comme cela peut être le cas, pour les émetteurs en ondes kilométriques et hectométriques.

Lors des mesures, on doit choisir un signal normalisé de modulation suivant la classe d'émission considérée simulant, autant que possible, le type de modulation rencontré en trafic réel.

6. Conditions de mesure

L'émetteur tel qu'il est défini au paragraphe 3.1 de la Publication 244-1 de la CEI doit être placé dans les conditions indiquées ci-dessous.

6.1 *Conditions de fonctionnement*

6.1.1 *Généralités*

La tension et la fréquence de la source d'énergie doivent rester dans les tolérances mentionnées dans le cahier des charges de l'émetteur.

L'émetteur doit être connecté à une charge d'essai de la façon indiquée au paragraphe 6.1.2 ci-après.

Si des dispositifs auxiliaires, tels que: filtre de limitation de bande sur l'entrée de modulation, amplificateur régulé, limiteur, écriteur, système de commande automatique de charge ou toute combinaison de ces dispositifs sont prévus dans le cahier des charges de l'émetteur, ceux-ci doivent être en service.

Avant de faire les mesures de largeur de bande, il est recommandé que les autres conditions mentionnées dans le cahier des charges (telles que, par exemple, la distorsion non linéaire pour un émetteur de téléphonie ou la distorsion télégraphique pour un émetteur de télégraphie) soient satisfaites.

6.1.2 *Charge de sortie*

En ce qui concerne particulièrement:

1) les émetteurs de faible puissance dont la sortie est directement connectée à l'antenne; et
2) les émetteurs en ondes kilométriques et hectométriques, qui utilisent un dispositif séparé pour adapter l'impédance de l'antenne à celle de l'émetteur,

il y a lieu de noter que les propriétés de transfert du dispositif d'adaptation et de celles de l'antenne, ainsi que la composante résistive et la composante réactive présentées par la charge à la sortie de l'émetteur, peuvent varier considérablement dans la bande occupée.

Ainsi, la largeur de bande et la puissance hors bande dépendent des caractéristiques du réseau d'adaptation d'antenne et de l'antenne elle-même et, de ce fait, il faut tenir compte des cas suivants en ce qui concerne le choix des caractéristiques de la charge d'essai.

a) Si un réseau d'adaptation d'antenne est incorporé à l'émetteur ou si un réseau d'adaptation séparé prévu dans le cahier des charges de l'émetteur est disponible, ce dispositif doit être utilisé dans sa fonction normale pour alimenter la charge d'essai.

Dans les deux cas, la charge d'essai doit remplacer l'antenne et elle doit remplir les conditions du cahier des charges en ce qui concerne l'impédance de l'antenne.

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

Pertaining to the class of emission, values of necessary bandwidths are laid down in the Radio Regulations (see Appendix E) whilst, in certain cases, limitations of the emitted spectra are recommended by the C.C.I.R. (see Appendix B).

These requirements refer to a transmitter connected to its aerial system. However, measurements performed on a transmitter connected to a test load usually give a reasonably true picture of the characteristics concerned unless, as may occur with transmitters operating in LF and VLF bands, the emitted spectrum is limited to a substantial degree by the selective properties of the aerial and the device for matching the aerial to the transmission line.

In performing such measurements, a standardized modulating signal should be chosen in accordance with the class of emission concerned and simulating, as far as possible, the type of modulation encountered in actual traffic.

6. Conditions of measurement

The transmitter, as defined in Sub-clause 3.1 of IEC Publication 244-1, shall be operated under the following conditions.

6.1 *Conditions of operation*

6.1.1 *General*

The voltage and the frequency of the primary power supply shall be within the tolerances stated in the relevant equipment specification.

The transmitter shall be connected to a test load, as specified in Sub-clause 6.1.2 below.

If these devices are covered in the relevant equipment specification, auxiliary equipment such as a band limiting filter at the modulation input side, a limiting amplifier, a clipper, a device for automatic load control or any combination of this equipment, shall be operative.

Before making measurements, it is recommended that other requirements quoted in the relevant equipment specification (e.g. with regard to the non-linearity distortion of radiotelephone transmitters and to the telegraph distortion of radiotelegraph transmitters) have been satisfied.

6.1.2 *Terminal load*

Referring particularly to:

1) low-powered transmitters in which direct connection to the aerial is made; and
2) long-wave and medium-wave transmitters using a separate device to match the aerial to the transmitter,

it should be noted that the transfer properties of the matching network and the aerial as well as the resistive and reactive components of impedance presented to the output terminals of the transmitter may vary considerably over the frequency band occupied.

Hence, the bandwidth and the out-of-band power depend on the characteristics of the aerial matching network and the aerial itself and the following cases are therefore to be taken into account with respect to the choice of the characteristics of the test load.

a) If an aerial matching network is incorporated in the transmitter or if a separate matching network covered by the relevant equipment specification is available, this device shall be in operation between the transmitter and the test load.

In either case, the test load has to replace the aerial and shall meet the requirements relevant to the impedance of the aerial quoted in the equipment specification.

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

Toutefois, si cette impédance n'est pas exactement définie ou si la charge remplissant ces conditions n'est pas facilement réalisable, l'émetteur peut, par entente mutuelle, être connecté, via le réseau d'adaptation, à une charge d'essai présentant une résistance, assez constante dans la bande occupée, et dont la valeur représente celle de l'antenne à utiliser.
Dans les deux cas, on peut, au besoin, calculer les effets de limitation de la bande passante dus aux variations des caractéristiques de transfert de l'antenne dans cette bande.

b) Si l'émetteur est prévu pour alimenter une ligne présentant une impédance caractéristique spécifiée et si un réseau d'adaptation d'antenne est prévu au cahier des charges, mais n'est pas disponible, la charge d'essai doit être connectée directement aux bornes de l'émetteur.
Dans ce cas, la charge doit remplacer la ligne et le circuit d'adaptation d'antenne et elle doit remplir les conditions du cahier des charges en ce qui concerne l'impédance de transfert et l'impédance d'entrée du circuit d'adaptation d'antenne. On peut, au besoin, calculer les effets de limitation de la bande passante en raison des variations des caractéristiques de transfert de l'antenne dans cette bande.
Toutefois, si ces caractéristiques ne sont pas exactement définies ou si la charge d'essai satisfaisant à ces conditions n'est pas facilement réalisable, l'émetteur peut, par entente mutuelle, être connecté à une charge d'essai dont la valeur nominale de l'impédance est égale à l'impédance nominale de la ligne, et dont l'impédance réelle est suffisamment constante dans la bande occupée.

c) Si l'émetteur est prévu pour alimenter une antenne présentant une impédance caractéristique spécifiée et si un réseau d'adaptation d'antenne n'est pas prévu au cahier des charges, ou s'il n'est en aucun cas nécessaire, l'émetteur doit être connecté à une charge d'essai dont la valeur nominale de l'impédance est égale à l'impédance nominale de la ligne, et dont l'impédance réelle est suffisamment constante dans la bande occupée.

6.2 *Conditions de modulation*

Suivant la classe d'émission pour laquelle l'émetteur est prévu, les conditions de modulation spécifiées ci-dessous doivent être appliquées.

6.2.1 *Emetteurs de télégraphie*

La rapidité de modulation doit être au maximum égale à celle indiquée dans le cahier des charges de l'émetteur, le temps d'établissement du signal (voir paragraphe 1.7 de l'annexe B) étant mis en accord avec cette rapidité en utilisant le filtre de manipulation approprié faisant partie de l'émetteur.

Note. — Si l'émetteur est susceptible de fonctionner avec une rapidité moins élevée, le temps d'établissement du signal peut être augmenté en utilisant un autre filtre de manipulation (seulement si celui-ci fait partie de l'émetteur) afin de conserver la largeur de bande à une valeur minimale.

a) Manipulation par tout ou rien de l'émission (émission de classe A1) ou télégraphie à déplacement de fréquence (émission de classe F1), sans modulation par une oscillation périodique:

— Série de points rectangulaires; signaux de travail et de repos alternés et de durées égales, le déplacement de fréquence pour les émetteurs de classe F1 ayant la valeur spécifiée.

Note. — Les valeurs recommandées de déplacement de fréquence sont données par le C.C.I.R.; voir référence [4] de l'annexe A.

b) Manipulation par tout ou rien d'une ou de plusieurs oscillations périodiques modulant l'émetteur en amplitude (émission de classe A2) ou en fréquence (émission de classe F2), ou manipulation de l'émission modulée par ces oscillations:

— Série de points rectangulaires; signaux de travail et de repos alternés et de durées égales. Oscillation(s) sinusoïdale(s) modulant au taux de modulation ou au taux d'utilisation spécifié.

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

If, however, this impedance has not been specified exactly or if a test load meeting the specified impedance is not feasible, then by mutual agreement the transmitter may be connected, via the aerial matching network, to a test load presenting a substantially constant resistive load in the frequency band occupied and having a value representative of the aerial to be used.
If desired, in both cases calculations may be performed to take account of the effect of the limitation of the passband due to the selective transfer properties of the aerial.

b) If the transmitter is designed to be connected to a transmission line with a specific characteristic impedance and an aerial matching network is covered in the relevant equipment specification, but is not available, the test load shall be connected directly to the transmitter output terminals. In this case, the test load has to replace both the aerial and the aerial matching network and shall meet the requirements with respect to the transfer properties and the input impedance of the aerial matching network quoted in the equipment specification. If desired, calculations may be performed to take account of the effect of the limitation of the passband due to the selective transfer properties of the aerial.
If, however, the relevant properties have not been specified exactly or if a test load meeting the requirements is not feasible, then by mutual agreement the transmitter may be connected to a test load, the nominal value of the impedance of which is equal to the characteristic impedance of the transmission line, the actual impedance being substantially constant in the frequency band occupied.

c) If the transmitter is designed to be connected to a transmission line with a specific characteristic impedance and an aerial matching network is not covered in the relevant equipment specification or is not required at all, the transmitter shall be connected to a test load, the nominal value of the impedance of which is equal to the characteristic impedance of the transmission line, the actual impedance being substantially constant in the frequency band occupied.

6.2 *Conditions of modulation*

According to the class of emission for which the transmitter is intended to be used, the following conditions apply.

6.2.1 *Transmitters for telegraphy*

The modulation rate shall be at the maximum as specified in the relevant equipment specification, the build-up time of the signal (see Sub-clause 1.7 of Appendix B) being in accordance with this modulation rate by using the appropriate keying filter belonging to the transmitter.

Note. — Should a transmitter be required to operate on a lower modulation rate, then the build-up time may be increased by the application of another keying filter (only when such a filter belongs to the transmitter) to keep the bandwidth at a minimum.

a) On-off keying of the emission (class of emission A1) and frequency-shift telegraphy (class of emission F1), without modulation by a periodic oscillation:

— Series of rectangular dots; equal alternating marks and spaces, the frequency-shift of class F1 transmitters being at the specified value.

Note. — Recommended values of frequency-shift are given by the C.C.I.R.; see reference [4] of Appendix A.

b) On-off keying of one or more periodic oscillations, amplitude-modulating (class of emission A2) or frequency-modulating (class of emission F2) the transmitter, or by keying of the emission modulated by those oscillations:

— Series of rectangular dots; equal alternating marks and spaces. Sinusoidal modulating oscillation(s) at the specified modulation or utilization factor.

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

6.2.2 *Emetteurs de radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore*

Les mesures de largeur de bande et de puissance hors bande doivent s'effectuer dans des conditions représentant celles rencontrées en trafic réel. De ce fait, l'émetteur doit être modulé par un signal présentant un spectre de fréquences plus ou moins continu. Cette condition peut être obtenue en utilisant un enregistrement normalisé de parole ou de musique, mais afin d'éviter les problèmes de mesures statistiques, il est préférable d'utiliser d'autres méthodes comme celles qui, par exemple, utilisent un bruit blanc ou un bruit pondéré. On peut, par exemple, obtenir un signal de bruit pondéré à partir d'un bruit blanc appliqué à l'entrée d'un filtre dont la courbe amplitude/fréquence représente la distribution statistique de l'énergie dans un programme musical ou parlé.

Note. — Les méthodes en usage jusqu'ici, employant deux ou plusieurs oscillations de modulation sinusoïdales, ne sont pas recommandées car le spectre de fréquences radioélectriques résultant ne représente pas la largeur de bande normalement occupée par l'émission réelle et, de ce fait, il ne représente pas non plus les brouillages provoqués éventuellement aux autres émissions. Ces méthodes, utilisant un nombre limité d'oscillations de modulation sinusoïdales, devraient être réservées à la mesure de distorsions non linéaires qui n'intéressent que l'utilisateur de l'émetteur.
D'autre part, le signal de bruit peut aussi bien être utilisé pour la mesure de distorsion non linéaire que pour les mesures de largeur de bande et de puissance hors bande. Sous ce rapport, voir la Publication 244-4 de la CEI (en préparation) concernant la distorsion non linéaire.

Les résultats d'investigations concernant les signaux de modulation à utiliser pour les mesures de largeur de bande et de puissance hors bande des émetteurs de radiotéléphonie et de radiodiffusion sonore ont été reportés dans la Publication 244-2B de la CEI. Pour le moment, ce rapport de la CEI, qui peut être considéré comme une annexe à la présente section de la recommandation, peut servir de guide dans le choix du signal de modulation le plus approprié.

7. Détermination de la largeur de bande

7.1 *Ensemble et méthodes de mesure*

Un atténuateur approprié (par exemple, un diviseur de tension capacitif) ou un dispositif à couplage inductif (par exemple, une boucle de couplage blindée) présentant une bande passante de largeur suffisante comparée à celle de la bande nécessaire du signal à mesurer est connecté ou couplé à la ligne reliant l'émetteur à la charge d'essai (ou un circuit d'adaptation d'antenne si celui-ci est présent) pour alimenter l'ensemble de mesure décrit aux paragraphes 7.1.1, 7.1.2 et 7.1.3.

Il y a lieu de noter que la mesure des composantes spectrales doit s'exprimer en puissance. Si la composante résistive de l'impédance de la ligne au point de couplage varie en fonction de la fréquence dans la bande occupée par l'émission, on doit, en utilisant une des formules données dans le paragraphe 16.4.4 ou 16.4.5 de la Publication 244-1 de la CEI, convertir en puissance chaque indication de l'appareil de mesure.

Les principales méthodes de mesure décrites ci-dessous, utilisant un appareil de mesure à bande étroite, sont conformes à celles données dans l'Avis du C.C.I.R. mentionné à la référence [5] de l'annexe A.

Pour la précision que l'on peut obtenir en utilisant ces méthodes, il y a lieu de se reporter à l'annexe D.

7.1.1 *Méthode utilisant un seul filtre à passe-bande étroite*

La méthode consiste à analyser complètement l'émission au moyen d'un filtre passe-bande étroit de fréquence fixe, la fréquence de chacune des composantes spectrales étant amenée en coïncidence avec la fréquence centrale du filtre par un changement de fréquence réglable, soit à la main, soit automatiquement (note).

La plupart des voltmètres sélectifs et des analyseurs automatiques de spectre disponibles sur le marché sont basés sur ce principle.

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

6.2.2 *Transmitters for telephony and sound broadcasting*

Measurements of bandwidth and out-of-band power should be performed under conditions representative of those encountered in actual traffic. The transmitter shall therefore be modulated by a signal having a more or less continuous spectrum of frequencies. This may be achieved by using a standard recording of speech or music, but to avoid statistical measuring problems, preference should be given to other methods, for example, those using flat random-noise or shaped random-noise. Such a shaped random-noise signal may, for instance, be obtained by applying flat random-noise to a filter, the amplitude/frequency characteristic of which represents the distribution of energy in a programme of conversational speech or music.

Note. — Methods formerly in use, employing two or more sinusoidal modulating oscillations, are not recommended since the resulting radio-frequency spectrum is not representative of the width of the frequency band normally occupied by the actual emission and, hence, of the interference which may be caused to other radio channels. These methods using a very limited number of sinusoidal modulating oscillations should be used for measuring non-linearity distortion which is objectionable from the standpoint of the user of the equipment.

Random-noise, on the other hand, may be used for measuring both non-linearity distortion and bandwidth or out-of-band power. See, in connection herewith, IEC Publication 244-4 (in preparation) dealing with non-linearity distortion.

The results of investigations on modulating signals for measuring bandwidth and out-of-band power of transmitters for telephony and sound broadcasting are reported in IEC Publication 224-2B. For the moment, this Report, which is to be considered as an Appendix to this section of the Recommendation, may serve a guide for choosing the most appropriate modulating signal.

7. Determination of the bandwidth

7.1 *Measuring equipment and methods of measurement*

A suitable attenuator (for example, a capacitive voltage divider) or an inductive coupling device (for example, a screened loop) with a passband sufficiently large compared with the necessary bandwidth of the signal to be measured and connected or coupled to the transmission line connecting the transmitter (or the aerial matching network, if present) to the test load, is used to feed the measuring equipment described in Sub-clauses 7.1.1, 7.1.2 and 7.1.3.

It should be noted that the magnitude of the spectrum components shall be expressed in terms of power. If the resistive component of the impedance of the transmission line at the point of coupling varies as a function of the frequency in the band occupied by the emission, the indication on the measuring instrument shall be converted into terms of power by using one of the formulae given in Sub-clause 16.4.4 or 16.4.5 of IEC Publication 244-1.

The following main methods, using narrow-band measuring equipment, are in conformity with those given in the C.C.I.R. Recommendation referred to under [5] of Appendix A.

For the accuracies which may be obtained with these methods, reference is made to Appendix D.

7.1.1 *Method with single narrow band-pass filter*

The power spectrum is completely analysed by means of a narrow band-pass filter of fixed frequency, the frequency of each component being made to coincide with the central filter frequency by means of the variable-frequency oscillator of a frequency converter, controlled either manually or automatically (Note).

Most commercially available selective voltmeters and automatic spectrum analysers are based on this principle.

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

Cette méthode est particulièrement adaptée à la mesure d'une bande contenant un nombre limité de composantes spectrales. En ce qui concerne le processus pour déterminer la limite supérieure et la limite inférieure de la largeur de bande, il y a lieu de se reporter au paragraphe 7.2.

Note. — En ce qui concerne l'adaptation de la vitesse et de la largeur du balayage d'un analyseur automatique de spectre en fonction du pouvoir de résolution de son filtre passe-bande, il y a lieu de se reporter à l'appendice 1 de l'annexe D.

7.1.2 *Méthodes utilisant des filtres passe-haut*

Ces méthodes, dans lesquelles l'appareil de mesure donne directement la largeur de bande, semblent particulièrement convenir pour la mesure d'une bande contenant un grand nombre de composantes spectrales.

La méthode consiste tout d'abord à déplacer, par changement de fréquence, le spectre de l'émission sur une fréquence intermédiaire appropriée f_i et de comparer ensuite la puissance totale de l'émission à la puissance restant après filtrage dans un filtre passe-haut, en utilisant une des deux variantes décrites ci-dessous.

a) Méthode utilisant un seul filtre (voir figure 3, page 64)

Cette méthode utilise un seul filtre passe-haut dont la fréquence de coupure est f_c. Au moyen de l'oscillateur à fréquence variable d'un second changement de fréquence, on détermine deux fréquences f_{o1} et f_{o2} telles que, dans le spectre à mesurer, au-dessus d'une fréquence f_{s1} et au-dessous d'une fréquence f_{s2}, les puissances à la sortie du filtre représentent chacune un pourcentage spécifié (par exemple, 0,5 %; voir la note du paragraphe 7.2) de la puissance totale de l'émission à son entrée.

Les relations suivantes existent entre les diverses fréquences:

— pour la limite supérieure de fréquence: $f_{s1} - f_{o1} = f_c$;

— pour la limite inférieure de fréquence: $f_{o2} - f_{s2} = f_c$.

Note. — Pour transposer le spectre de fréquences sur les fréquences convenant au filtre passe-haut à fréquence de coupure fixe, la fréquence f_{01} de l'oscillateur à fréquence variable doit être inférieure à celle de la fréquence intermédiaire f_i, tandis que l'autre fréquence f_{02} doit être plus élevée que f_i, afin de produire une inversion de fréquence de la partie inférieure du spectre hors bande.

De ces formules, il découle que la largeur de bande est égale à:

$$B = f_{s1} - f_{s2} = 2f_c - (f_{o2} - f_{o1}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7.1.2)$$

La méthode de mesure peut être simplifiée en utilisant, pour le second changement de fréquence, un oscillateur travaillant alternativement sur deux fréquences de valeur moyenne constante. Au moyen d'une commande unique, on règle la différence entre ces fréquences de manière à obtenir, sur l'appareil de mesure, le pourcentage spécifié de la puissance totale dans le spectre. En réglant la fréquence de l'oscillateur du *premier* changement de fréquence, on égalise la déviation de l'appareil de lecture sur chacune des deux fréquences. Si ces deux conditions sont satisfaites, la largeur de bande résulte de la formule 7.1.2. Etant donné que la différence de fréquence $f_{o2} - f_{o1}$ est réglée à l'aide d'une seule commande, le cadran de cette commande peut être directement étalonné en largeur de bande.

Si le spectre n'est pas trop dissymétrique, on peut utiliser une méthode plus simple pour les classes d'émission A1, A2 et A3. Dans cette méthode, le second changement de fréquence est remplacé par un détecteur linéaire et les composantes du signal détecté sont séparées à l'aide d'un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure est augmentée progressivement.

b) Méthode utilisant deux filtres

Dans cette méthode, dont le principe est analogue à celui de la méthode donnée dans l'alinéa *a)*, on utilise deux filtres passe-haut identiques, à fréquence de coupure fixe, pour la sélection séparée des composantes inférieures et supérieures hors bande du spectre. Deux seconds changeurs de fréquences sont utilisés, leurs oscillations étant séparément et automatiquement ajustées, par l'intermédiaire d'un circuit de réaction entre le détecteur et l'oscillateur, de manière que chacun des deux filtres sépare une fraction prédéterminée de la puissance.

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

This method is particularly suited for the measurement of a band containing a limited number of spectrum components. For the procedure of determining the upper and lower frequency limits of the bandwidth, reference is made to Sub-clause 7.2.

Note. — For the adjustment of the scanning range and the choice of the scanning speed in relation to the resolving power of the band-pass filter of an automatic spectrum analyser, reference is made to Annex I of Appendix D.

7.1.2 *Methods with high-pass filters*

These methods, where the bandwidth is directly indicated on the measuring instrument, seem to be particularly suited for the measurement of a band containing a large number of spectrum components.

With a frequency converter, the spectrum is first converted to a band of frequencies around an appropriate intermediate frequency f_i. The total power of the spectrum is then compared with the power remaining after filtering by a high-pass filter using one of the two variants described below.

a) Single filter method (see Figure 3 on page 64)

A single high-pass filter with cut-off frequency f_c is used. By means of the variable-frequency oscillator of a second frequency converter, two frequencies f_{o1} and f_{o2} are determined such that, above the frequency f_{s1} and below the frequency f_{s2} of the spectrum being measured, the powers at the output of the filter are a specific percentage (e.g. 0.5%; see Note to Sub-clause 7.2) of the total power of the emission at the input.

There is the following relation between the various frequencies:

— for the upper frequency limit: $f_{s1} - f_{o1} = f_c$;

— for the lower frequency limit: $f_{o2} - f_{s2} = f_c$.

Note. — To convert the frequencies of the spectrum to frequencies appropriate for the fixed high-pass filter, the frequency f_{o1} of the variable-frequency oscillator must be lower than the intermediate frequency f_i, while the other frequency f_{o2} must be higher than f_i to produce a frequency reversal of the lower out-of-band spectrum.

From these formulae, it follows that the bandwidth is equal to:

$$B = f_{s1} - f_{s2} = 2f_c - (f_{o2} - f_{o1}) \quad . \; . \; . \quad (7.1.2)$$

The measuring procedure can be simplified by using, for the second frequency converter, an oscillator working alternately at two variable frequencies of constant mean value. By one single control, the difference between these frequencies is adjusted so that the meter indicates the specified percentage of the total power of the spectrum. For each of the two frequencies, the deflections of the meter are made equal by adjusting the oscillator of the *first* frequency converter. If both conditions are complied with, the bandwidth is given by formula 7.1.2. Since the frequency difference $f_{o2} - f_{o1}$ is varied by one single control, the dial of this control may be calibrated directly in bandwidth.

If the spectral distribution is not too asymmetrical, with the classes of emission A1, A2 and A3 a simpler method can be used, in which the second frequency converter is replaced by a linear amplitude detector and the frequency components of the rectified signal are selected by means of a high-pass filter, the cut-off frequency of which is progressively increased.

b) Two-filter method

With this method, the principle of which is analogous to that of the method given in item *a)*, use is made of two identical fixed high-pass filters for the independent selection of the upper and lower out-of-band components of the spectrum. Two second frequency converters are used, the oscillators of which are automatically and independently adjusted by a feedback circuit from detector to oscillator so that each of the two filters selects a predetermined portion of the power.

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

Les deux oscillations alimentant les seconds changeurs de fréquences sont appliquées à un autre changeur de fréquences; la différence de fréquence $f_{o2} - f_{o1}$ de ces deux oscillations ainsi obtenue est indiquée par un appareil de mesure préalablement étalonné directement en largeur de bande suivant la formule 7.1.2.

7.1.3 *Méthode utilisant plusieurs filtres passe-bande étroits*

Cette méthode consiste à diviser la bande occupée en bande étroites, chacune de 100 Hz par exemple, à chacune desquelles correspond un filtre passe-bande. La sortie de chacun de ces filtres est connectée, soit individuellement et en permanence à un appareil de mesure individuel, soit successivement et automatiquement à un appareil de mesure unique.

Cette méthode paraît particulièrement adaptée à l'examen des spectres des signaux non-périodiques tels que les signaux téléphoniques. Pour le processus de détermination de la limite supérieure et de la limite inférieure de la largeur de bande, il y a lieu de se reporter au paragraphe 7.2.

7.2 *Détermination de la limite supérieure et de la limite inférieure de la largeur de bande*

Lors de l'utilisation d'une des méthodes décrites au paragraphe 7.1.1 ou 7.1.3, suivre le processus suivant pour déterminer la limite supérieure et la limite inférieure de la largeur de bande.

En excluant les oscillations non essentielles et en partant de la composante de fréquence la plus basse dont la puissance est raisonnablement mesurable, mesurer et additionner les puissances obtenues sur chaque composante dans l'ordre croissant des fréquences, jusqu'à obtenir, au total, un pourcentage spécifié de la puissance totale de l'émission (note). La fréquence la plus élevée de la dernière composante mesurée représente la limite inférieure de la bande. Pour obtenir la limite supérieure de la bande, procéder dans l'ordre inverse, c'est-à-dire mesurer et additionner les puissances en partant de la composante de fréquence la plus élevée dont la puissance est raisonnablement mesurable et allant dans l'ordre décroissant des fréquences.

La puissance moyenne totale de l'émission est obtenue en additionnant les puissances mesurées sur toutes les composantes du spectre, en excluant les oscillations non essentielles. Il n'est pas nécessaire de déterminer la puissance en valeur absolue; chaque composante peut être mesurée en valeur relative de niveau et ainsi l'étalonnage de l'atténuateur mentionné au paragraphe 7.1 n'est pas nécessaire.

Etant donné que la puissance des oscillations non essentielles, si elle est dans les tolérances stipulées dans le Règlement des Radiocommunications (voir annexe F), peut être considérée comme négligeable, la puissance moyenne globale peut être mesurée en utilisant une des méthodes décrites au paragraphe 16.4 de la Publication 244-1. Toutefois, ces méthodes ne peuvent être employées que si l'atténuateur cité ci-dessus a été étalonné.

Note. — Les pourcentages en fonction des différentes classes d'émissions sont indiqués dans le Règlement des Radiocommunications ou ils sont recommandés par le C.C.I.R. (voir, par exemple, le paragraphe 1.1 de l'annexe B).

8. Détermination de la puissance sur les fréquences hors bande

On peut utiliser une des méthodes décrites au paragraphe 7.1.1 ou au paragraphe 7.1.3 en mesurant séparément la puissance moyenne sur chaque composante spectrale ou sur des bandes étroites en dehors de la bande nécessaire.

En ce qui concerne la largeur de bande nécessaire et la limitation du spectre émis en dehors de cette bande indiqué par le C.C.I.R. en fonction des diverses classes d'émissions, se reporter à l'article 2 de l'annexe B. Par ailleurs, l'annexe E donne des exemples de largeurs de bande nécessaires indiqués dans le Règlement des Radiocommunications.

Pour les émetteurs utilisés dans les réseaux à canaux, tels que ceux des services mobiles maritimes et aéronautiques, il peut être nécessaire d'indiquer séparément la puissance hors bande retombant dans le canal adjacent; voir la note 3 au paragraphe 4.4. Dans ce cas, cette puissance peut être mesurée à l'aide d'un filtre dont les caractéristiques sont déterminées d'après la largeur de bande du canal.

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

The oscillations of both second oscillators are fed to another frequency converter; the difference frequency $f_{o2} - f_{o1}$ so generated is indicated by a meter which has been calibrated directly in bandwidth according to formula 7.1.2.

7.1.3 *Methods with multiple narrow band-pass filters*

The occupied band is divided into narrow bands, for instance 100 Hz, for each of which a band-pass filter is provided. The output of each of these filters is connected either individually and permanently to a measuring device, or successively and automatically to a single measuring device.

This method seems especially suitable for the examination of non-periodic signals, such as telephone emissions. For the procedure of determining the upper and lower frequency limits of the bandwidth, reference is made to Sub-clause 7.2.

7.2 *Determination of the upper and lower frequency limits of the bandwidth*

If one of the methods of Sub-clause 7.1.1 or 7.1.3 is used, the procedure described below shall be applied to determine the lower and upper frequency limits of the bandwidth.

Starting with components at the lowest frequency the power of which is measurable, non-essential oscillations being excluded, the powers of the various components are measured in order of their frequencies being arranged from the lower to the higher values and added. The frequency of that component, which when added, brings the sum of the power to a higher than a specific percentage (Note) of the total mean power, shall be considered as the lower frequency limit. The same procedure is applied to determine the higher frequency limit, starting, however, with the component at the highest frequency and measuring the power of the various components in the order of their frequencies being arranged from the higher to the lower values.

The total mean power is determined by adding the powers of all spectrum components, non-essential oscillations being excluded. It is not required to determine the absolute power; each component may be measured at a relative level and a calibration of the attenuator mentioned in Sub-clause 7.1 is therefore not needed.

As the powers of the non-essential oscillations, if they are within the tolerances specified in the Radio Regulations (see Appendix F), may be considered as negligible, the total mean power may also be determined by using one of the methods given in Sub-clause 16.4 of IEC Publication 244-1. However, these last methods can only be used if the above mentioned attenuator has been calibrated.

Note. — The percentages pertaining to the various classes of emission are laid down in the Radio Regulations or are recommended by the C.C.I.R. (See, for example, Sub-clause 1.1 of Appendix B.)

8. Determination of the out-of-band power

One of the methods described in Sub-clause 7.1.1. or 7.1.3 may be used, measuring separately the mean power of each spectrum component or narrow band of components outside the necessary bandwidth.

For the value of necessary bandwidth and the limitation of the emitted spectrum outside the necessary bandwidth specified by the C.C.I.R. for the various classes of emission, reference is made to Clause 2 of Appendix B. In addition, examples of necessary bandwidths as laid down in the Radio Regulations are given in Appendix E.

For transmitters used in channel-spaced systems as customary in the land mobile, maritime mobile and aeronautical mobile services, the out-of-band power in the adjacent channel may have been specified separately; see Note 3 to Sub-clause 4.4. In this case, the total out-of-band power in the adjacent channel may be measured with the aid of a filter, the characteristics of which are determined by the channel bandwidth.

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

SECTION TROIS – PUISSANCE DES OSCILLATIONS NON ESSENTIELLES

9. Remarques générales concernant les rayonnements non essentiels d'une émission

Les rayonnements non essentiels d'une émission d'un certain service peuvent brouiller celles d'autres services utilisant une autre partie du spectre des fréquences radioélectriques. Bien que les mesures de champ sur ces rayonnements en trafic réel, en des points éloignés de l'émetteur, soient reconnues comme étant le moyen d'exprimer directement l'intensité des brouillages dus à de tels rayonnements, la mesure de la puissance des oscillations non essentielles fournie par l'émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne peut être utile pour l'analyse des caractéristiques se rapportant à la pureté de l'émission.

Le Règlement des Radiocommunications fixe le niveau toléré de la puissance moyenne des oscillations non essentielles fournie à la ligne d'alimentation de l'antenne en fonction de la puissance moyenne de l'émission et en fonction de la partie du spectre des fréquences radioélectriques dans laquelle se trouve la bande de fréquence assignée.

Toutefois, pour les raisons exposées au paragraphe 12.1, ce n'est que dans des cas bien définis et rarement rencontrés en pratique que la mesure de la puissance d'une oscillation non essentielle peut être une mesure exacte des brouillages provoqués par le rayonnement non essentiel correspondant.

Ces remarques sont d'autant plus valables quand l'émetteur est connecté à une charge d'essai au lieu d'être connecté à la ligne d'alimentation avec son antenne associée, étant donné qu'en général l'impédance de la charge d'essai diffère notablement de celle présentée par le système d'antenne. Quant il y a lieu de relever la puissance des oscillations non essentielles en fonction de la puissance admise par le Règlement des Radiocommunications, il est nécessaire d'effectuer la mesure avec l'ensemble émetteur au complet, y compris le système d'antenne tel qu'il est érigé sur le lieu d'émission. Dans cet ordre d'idée, voir paragraphe 12.2.

Dans le cas où la sortie de l'émetteur est symétrique, il convient de tenir compte des rayonnements non essentiels qui peuvent intervenir, soit dans le mode symétrique, soit dans le mode asymétrique, ou encore par une combinaison des deux. Pour une explication de ces deux concepts, se reporter à l'article 13.

Etant admis que les mesures effectuées sur le lieu d'émission, l'émetteur étant connecté à l'antenne réelle, aussi bien que celles effectuées sur le lieu d'essai, l'antenne ayant été remplacée par une charge d'essai, peuvent être très délicates et incommodes – particulièrement dans le cas de sortie symétrique – et sont souvent sujettes à discussions, les mesures approfondies devraient être réservées aux cas où celles-ci sont justifiées, par exemple, si des brouillages importants sont causés à d'autres services.

10. Conditions de mesure

L'émetteur, ou l'ensemble émetteur défini dans le paragraphe 3.1 ou 3.2 de la Publication 244-1, suivant le cas, doit être placé dans les conditions de fonctionnement et de modulation spécifiées ci-dessous.

10.1 *Conditions de fonctionnement*

10.1.1 *Généralités*

La tension et la fréquence de la source d'énergie ainsi que les conditions climatiques et mécaniques doivent rester dans les tolérances spécifiées dans le cahier des charges de l'émetteur.

L'émetteur doit être connecté à la charge d'essai indiquée au paragraphe 10.1.2 ci-après.

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

SECTION THREE — POWER OF NON-ESSENTIAL OSCILLATIONS

9. General notes on non-essential radiation

Non-essential radiation of an emission produced by a transmitter in a particular service may interfere with other services in other parts of the radio-frequency spectrum. Though field-strength measurements of this radiation in actual traffic at locations distant from the transmitter are recognized as the direct means of expressing the intensities of interfering signals due to such radiation, the measurement of the power of oscillations at non-essential frequencies supplied to the aerial transmission line and its associated aerial may be useful in the analysis of transmitter performance with reference to purity of emission.

The Radio Regulations specify the permissible level of the mean power of non-essential oscillation supplied to the aerial transmission line, with respect to the mean power of the transmitter and the part of the radio-frequency spectrum to which the transmission is assigned.

However, for reasons explained in Sub-clause 12.1, the level of the power of non-essential oscillations will only in well-defined cases, seldom encountered in practice, be a real measure of the interference to be expected due to such components.

If the transmitter should be connected to a test load instead of to the transmission line and its associated aerial, the same applies to a much higher degree since the impedance of the former will in general differ greatly from that offered by the aerial system. Where the power of non-essential oscillations is to be checked with the permissible power level given in the Radio Regulations, it is therefore required that the measurements be carried out at the complete transmitting system, including the aerial system as erected at the transmitting site. See, in this connection, Sub-clause 12.2.

When the output terminals of a transmitter are balanced, it is necessary to take into account the possibility of the power of a non-essential oscillation supplied to the terminal load in a symmetrical (push-pull) or an asymmetrical (push-push) mode or a combination of both. For an explanation of these concepts, reference is made to Clause 13.

As the measurements carried out at the transmitting site, the transmitter being connected to the actual aerial, as well as those made at the testing site, the aerial having been replaced by a test load, may be fairly detailed and tedious — particularly if the output terminals are balanced — and often give rise to controversary, elaborate measurements should be restricted to those cases where it is justified; for example, harmful interference caused to other services.

10. Conditions of measurement

The transmitter or the transmitting system, whichever is applicable, as defined in Sub-clause 3.1 or 3.2 of IEC Publication 244-1, shall be operated under the conditions of operation and modulation as specified below.

10.1 *Conditions of operation*

10.1.1 *General*

The voltage and the frequency of the primary power supply and the environmental conditions shall be within the tolerances stated in the relevant equipment specification.

The transmitter shall be connected to a terminal load as specified in Sub-clause 10.1.2 below.

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

La puissance des oscillations non essentielles dépend de l'utilisation d'un dispositif d'adaptation de l'antenne à sa ligne d'alimentation. Si un tel dispositif d'adaptation est compris dans le cahier des charges de l'émetteur, ce dispositif doit être inséré entre la sortie de l'émetteur et la charge. Cette condition doit être mentionnée avec les résultats de mesure.

Pour le cas où plusieurs émetteurs utilisent une antenne commune ou des antennes proches les unes des autres, il y a lieu de se reporter au paragraphe 11.4.

10.1.2 *Charge de sortie*

a) Quand il est nécessaire de vérifier la conformité avec le Règlement des Radiocommunications de l'U.I.T. (voir annexe F), la puissance des oscillations non essentielles doit être mesurée avec l'ensemble émetteur au complet, c'est-à-dire, sur l'émetteur connecté à son système d'antenne ou, si plusieurs lignes d'alimentation d'antenne et/ou plusieurs antennes sont utilisées, l'émetteur connecté successivement à tous les dispositifs tels qu'ils sont érigés dans le centre d'émission.
IL FAUT SOULIGNER QUE LES MESURES FAITES DANS CES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT NE DEVRAIENT ETRE ENTREPRISES QU'APRÈS ENTENTE MUTUELLE. Dans cet ordre d'idée, il y a lieu de se reporter au dernier alinéa de l'article 9.

b) Lorsqu'il s'agit de mesurer sur le lieu d'essai la puissance des oscillations non essentielles afin, par exemple, de rendre possible la comparaison de matériels de fabrications différentes, l'émetteur doit être connecté à une charge d'essai.
Comme cela est expliqué au paragraphe 12.2, la puissance des oscillations non essentielles dépend de l'impédance de la charge d'essai, ainsi que de la force électromotrice et de l'impédance interne de l'émetteur sur les fréquences de ces oscillations.
Ces dernières grandeurs dépendent de la position du dispositif d'accord de l'étage final et particulièrement de celle du dispositif d'adaptation à la charge. La position de ce dernier est principalement déterminée par la valeur de l'impédance réelle de la charge d'essai vue par l'émetteur à la fréquence fondamentale. Par conséquent, l'impédance de la charge d'essai, non seulement sur les fréquences des oscillations non essentielles considérées mais aussi sur la fréquence fondamentale, requiert certaines conditions.
Pour les émetteurs devant être connectés à une ligne d'alimentation d'antenne présentant une impédance caractéristique définie, ces conditions sont spécifiées ci-dessous à l'alinéa 1) pour une ligne asymétrique et à l'alinéa 2) pour une ligne symétrique.
Lors de l'utilisation d'une charge d'essai, il faut comprendre que le Règlement des Radiocommunications n'est pas applicable en ce qui concerne la puissance maximale permise par ce règlement.

1) *Lignes asymétriques d'alimentation d'antenne*

L'impédance nominale de la charge d'essai doit être égale à la valeur (ou à une des valeurs), indiquée dans le cahier des charges pour l'impédance nominale de charge de l'émetteur à la fréquence fondamentale.

Le degré de désadaptation, exprimé par le rapport d'ondes stationnaires (ROS), présenté par la charge d'essai, avec ses connexions (voir note), à la sortie de l'émetteur ne doit pas dépasser 1 : 1,4, à moins qu'une valeur plus élevée ait été admise. Cette condition s'applique aussi bien à la fréquence fondamentale qu'à toutes les fréquences des oscillations non essentielles à mesurer. La continuité de cette condition entre les fréquences considérées n'est pas nécessaire.

Note. — Généralement l'impédance nominale de charge d'un émetteur est donnée par la valeur d'une résistance pure; le degré de désadaptation (sur la fréquence fondamentale) tolérable peut alors s'exprimer par le ROS sur une ligne d'impédance nominale égale à cette résistance.

2) *Lignes symétriques d'alimentation d'antenne*

Lorsque la sortie de l'émetteur est symétrique, il faut utiliser deux charges d'essai identiques et blindées. Chaque charge doit être connectée à l'émetteur par un câble coaxial dont le conducteur extérieur doit être mis à la terre près de la sortie de l'émetteur, de la façon indiquée à la figure 4, page 65.

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

The power of non-essential oscillations will be influenced when a device matching the aerial to the transmission line is used. If such an aerial coupling network is covered by the relevant equipment specification, this device shall be inserted between the output terminal device of the transmitter and the terminal load. This condition shall be stated with the results of the measurements.

In the case that several transmitters make use of a common aerial or aerials located close to each other, reference is made to Sub-clause 11.4.

10.1.2 *Terminal load*

a) When it is necessary to check compliance with the I.T.U. Radio Regulations (see Appendix F), the power of non-essential oscillations with the complete transmitting system should be measured, that is, with the transmitter connected to the aerial system, or, if several transmission lines and/or aerials are used, subsequently connected to all systems as they are erected at the transmitting site.
IT SHOULD BE EMPHASIZED THAT MEASUREMENTS UNDER THIS CONDITION OF OPERATION SHALL BE CARRIED OUT ONLY WHEN MUTUALLY AGREED.
In this connection, reference is made to the last paragraph of Clause 9.

b) To measure the power of non-essential oscillations at the testing site, for example, to compare the properties of equipment of different make, the transmitter shall be connected to a test load.

As explained in Sub-clause 12.2, the power of non-essential oscillations depends on the impedance of the test load, as well as on the electromotive force and the source impedance of the transmitter at the frequencies of these oscillations.
These last two quantities depend on the position of the tuning devices of the final stage, in particular on that of the transmission line matching device. The position of the latter is mainly determined by the value of the actual impedance of the test load, presented to the transmitter at the fundamental frequency. Consequently, the test load impedance must fulfil certain conditions at the frequency of the non-essential oscillations and also at the fundamental frequency.

For transmitters which are to be connected to a transmission line with a specific characteristic impedance, these requirements are specified in the items 1) and 2) below, for unbalanced and balanced transmission lines, respectively.
It should be understood that when a test load is used, the Radio Regulations need not be applied with regard to the maximum permissible power laid down in these Regulations.

1) *Unbalanced transmission lines*

The nominal impedance of the test load shall be equal to the value (or to one of the values) specified in the relevant equipment specification for the nominal load impedance of the transmitter at the fundamental frequency.
At the output terminal device of the transmitter, the degree of mismatch expressed by the voltage standing wave ratio (v.s.w.r.) presented by the test load and its connecting leads (Note) shall not be greater than 1: 1.4, unless a higher value has been agreed upon. This condition shall apply at the fundamental frequency, as well as at the frequencies of all non-essential oscillations to be measured. Continuity of this condition between the frequencies concerned is not required.

Note. — Usually the nominal load impedance of a transmitter is given by the value of a pure resistance; the degree of mismatch (at the fundamental frequency) which can be tolerated may then be expressed by a v.s.w.r. on a transmission line, the characteristic impedance of which is equal to this resistance.

2) *Balanced transmission lines*

When the output terminals of the transmitter are balanced, two identical screened test loads shall be used. Each test load shall be connected to the transmitter with a coaxial lead of which the outer conductors shall be earthed near the output terminal device of the transmitter, as illustrated in Figure 4, page 65.

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

L'impédance symétrique mesurée entre les bornes de sortie doit remplir les conditions indiquées à l'alinéa 1) ci-dessus de même que les impédances, mesurées sur chaque moitié par rapport à la terre, doivent être égales, à 20 % près, sur chaque oscillation non essentielle. Si ces conditions sont satisfaisantes, l'impédance sur les composantes asymétriques (voir article 13) reste fixée, à certaines tolérances près, à un quart de l'impédance nominale de charge sur la fréquence fondamentale.

On doit additionner les puissances mesurées sur les deux parties du circuit pour obtenir la puissance totale de chaque oscillation non essentielle.

Note. — Bien que cette construction ne soit pas facilement réalisable, particulièrement pour les émetteurs de grande puissance, avec celle-ci, l'impédance sur les composants asymétriques est assez bien définie.
De plus, avec une telle charge, il n'est pas nécessaire de mesurer séparément les puissances délivrées symétriquement et asymétriquement.

Avertissement 1 : Au-delà de 30 MHz, la précision de mesure des oscillations non essentielles décroît rapidement en fonction directe de la fréquence. Particulièrement pour un émetteur à sortie symétrique, il est nécessaire d'apporter le plus grand soin pour la mise à la terre des divers éléments de l'ensemble de mesure, afin d'éviter un transfert indésirable d'énergie.

Avertissement 2 : Il y a lieu de retenir que certaines charges d'essais, utilisant une résistance au carbone comme élément dissipatif, peuvent affecter les résultats de mesure en raison d'une non linéarité de leur caractéristique tension-courant qui peut créer (*ou augmenter*) des composantes sur les fréquences harmoniques.

10.2 *Conditions de modulation*

Suivant la classe d'émission pour laquelle l'émetteur a été prévu, les conditions normalisées de modulation indiquées ci-dessous doivent être appliquées.

10.2.1 *Emissions à modulation d'amplitude*

a) Emetteurs de télégraphie

1) Manipulation par tout ou rien sans modulation par une oscillation périodique (émission de la classe A1):
   — Aucune modulation. Emission continue à la puissance nominale.
2) Manipulation par tout ou rien d'une ou plusieurs oscillations périodiques modulant l'émission en amplitude ou manipulation de l'émission modulée par ces modulations (émission de la classe A2):
   — Aucune modulation; oscillation(s) modulante(s) supprimée(s). Emission continue à la puissance nominale.

b) Emetteurs de téléphonie et de radiodiffusion sonore

1) Double bande et bande latérale unique, porteuse complète (émissions des classes A3 et A3H):
   — Aucune modulation. Porteuse seule à sa puissance nominale.
2) Bande latérale unique et bandes latérales indépendantes, porteuse réduite ou supprimée (émissions des classes A3A, A3J et A3B):
   — Porteuse supprimée si possible. Deux oscillations sinusoïdales donnant une amplitude de modulation égale, appliquées simultanément à l'entrée de l'émetteur et modulant celui-ci à sa puissance nominale en crête.

c) Emetteurs de fac-similé, sans demi-teintes (télécopie contrastée) et avec demi-teintes (télécopie nuancée)

1) Double bande, porteuse complète modulation directe de la porteuse (émission de la classe A4):
   — Image blanche ou noire, suivant le cas, donnant une émission continue à la puissance nominale.

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

The symmetrical impedance measured between both terminals shall comply with item 1) above, whereas the magnitudes of the impedance of each half with respect to earth shall be equal to each other within 20% at each non-essential frequency.
If these conditions are complied with, the impedance for the asymmetrical components (see Clause 13) is fixed to within certain tolerances at a quarter of the nominal load impedance.
The powers measured in both parts of the circuit shall be added to obtain the total power of each non-essential oscillation.

Note. — Though this construction is not always easy, particularly with high-power transmitters, the impedance for the asymmetrical components is fairly well defined.
Moreover, with such a test load, the powers supplied in a symmetrical and in an asymmetrical mode are not required to be measured separately.

Warning 1 : The accuracy of the results of the measurements of power of non-essential oscillations at frequencies above 30 MHz rapidly decreases with increasing frequency. Particularly when the transmitter has balanced output terminals, great care will be necessary in connecting the various items of test equipment to earth, to avoid unwanted transfer of energy.

Warning 2 : Attention is drawn to the fact that certain test loads using carbon as a dissipative element may affect the results of the measurements due to the generation of additional components at harmonic frequencies caused by a non-linear relationship between current and voltage.

10.2 *Conditions of modulation*

According to the class of emission for which the transmitter is intended to be used, standardized conditions of modulation shall apply, as specified below.

10.2.1 *Amplitude-modulated emissions*

a) Transmitters for telegraphy

1) On-off keying, without modulation by a periodic oscillation (class of emission A1):

— No modulation. Continuous emission at the rated power.

2) On-off keying of one or more periodic oscillations, amplitude modulating the emission, or by keying of the emission modulated by those oscillations (class of emission A2):
— No modulation; internal modulating oscillation(s) suppressed. Continuous emission at the rated power.

b) Transmitters for telephony and sound broadcasting

1) Double-sideband and single-sideband with full carrier (classes of emission A3 and A3H):
— No modulation. Power of the carrier at the rated value.

2) Single-sideband and independent-sideband with reduced or suppressed carrier (classes of emission A3A, A3J and A3B):
— Carrier suppressed, if possible. Two sinusoidal oscillations of equal amplitude, simultaneously applied to the input and modulating the transmitter to rated peak envelope power.

c) Transmitters for facsimile, two conditions (black and white) and half-tone

1) Double-sideband with full carrier; direct modulation of the carrier (class of emission A4):
— Black or white picture, whichever is applicable, producing a continuous emission at the rated power.

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

2) Double bande et bande latérale unique, porteuse complète modulée par une sous-porteuse modulée en fréquence (émission de la classe A4):

— Sous-porteuse supprimée. Porteuse principale à sa puissance nominale.

3) Bande latérale indépendante, porteuse réduite ou supprimée; sous-porteuse modulée en fréquence (émissions des classes A4A et A4J):

— Porteuse supprimée si possible. Image blanche ou noire modulant l'émetteur à sa puissance nominale en crête.

d) Emetteurs de télévision à bande latérale résiduelle (émission de la classe A5C)

1) Modulation négative:

— Image entièrement noire. Emission continue à une puissance correspondant au niveau de suppression (ou au niveau du noir pour les systèmes de télévision sans décollement du niveau de noir) sans signaux de synchronisation, sauf si celui de ligne est impossible à supprimer.

2) Modulation positive:

— Image entièrement blanche. Emission continue à une puissance correspondant au niveau du blanc sans signaux de suppression ni de synchronisation, sauf si ceux de ligne sont impossibles à supprimer.

10.2.2 *Emission à modulation d'angle*

Aucune modulation. Porteuse seule à la puissance nominale.

10.2.3 *Emissions à modulation par impulsions*

Aucune modulation; oscillation(s) interne(s) de modulation supprimée(s) s'il y a lieu. Série continue d'impulsions à la puissance nominale en crête.

11. Détermination de la puissance des oscillations non essentielles

Pour obtenir une idée d'ensemble des oscillations non essentielles et en particulier pour déceler celles dont les fréquences ne correspondent pas à des valeurs harmoniques des fréquences fondamentales, il est recommandé, avant d'entreprendre les mesures, de faire une exploration complète de la bande des fréquences considérées à l'aide d'un analyseur panoramique ou d'un voltmètre sélectif, en utilisant en même temps, si nécessaire, un filtre coupe-bande sur les fréquences fondamentales (voir paragraphe 11.2.2).

Note. — Dans les émetteurs à modulation d'amplitude, certaines fréquences parasites peuvent apparaître en cours de modulation. Pour déceler celles-ci, on peut, en plus des conditions de modulation mentionnées au paragraphe 10.2, utiliser, en fonction de la classe d'émission considérée, un des signaux de modulation du tableau I de l'annexe C de la Publication 244-1A de la CEI. Ce signal doit moduler l'émetteur à sa puissance en crête.

En raison de la nécessité de mesurer séparément la puissance de chaque composante des oscillations non essentielles, seules les méthodes utilisant un appareil de mesure sélectif en fréquence doivent être employées. Dans ces méthodes, on mesure en un point convenable de la ligne d'alimentation de la charge, soit la tension entre ses conducteurs, soit le courant dans l'un d'eux. Pour convertir les indications de l'appareil de mesure en équivalent de puissance, un étalonnage est généralement nécessaire. Les caractéristiques de l'ensemble de mesure sélectif et un exposé sur l'étalonnage sont donnés aux paragraphes 11.1 et 11.2, respectivement, tandis que la figure 6, page 66, donne un schéma synoptique explicatif couvrant en principe les trois principales méthodes de mesure décrites en détail au paragraphe 11.3.

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

2) Double-sideband and single-sideband with full carrier, modulated by a frequency-modulated sub-carrier (class of emission A4):

— Sub-carrier suppressed. Power of the main carrier at the rated value.

3) Single-sideband with reduced or suppressed carrier; frequency-modulated sub-carrier (classes of emission A4A and A4J):

— Carrier suppressed, if possible. Black or white picture modulating the transmitter to rated peak envelope power.

d) Transmitters for vestigial-sideband television (class of emission A5C)

1) Negative vision modulation:

— All-black picture. Continuous emission at a power corresponding to blanking level (or to black level for television systems not using pedestal or set up), without synchronizing signals, unless the line-synchronizing signal cannot be suppressed.

2) Positive vision modulation:

— All-white picture. Continuous emission at a power corresponding to white level, without blanking and synchronizing signals, unless the line blanking and synchronizing signals cannot be suppressed.

10.2.2 *Angle-modulated emissions*

No modulation. Power of the carrier at the rated value.

10.2.3 *Pulse-modulated emissions*

No modulation; internal modulating oscillation(s), if applicable, suppressed. Continuous series of pulses at the rated peak envelope power.

11. Determination of the power of non-essential oscillations

To obtain a survey of the non-essential frequencies and in particular to detect frequencies other than harmonic frequencies, it is recommended that, before starting the measurements, the relevant frequency band is monitored with the aid of a panoramic analyser or a selective voltmeter, together, if necessary, with a fundamental-rejection filter (see Sub-clause 11.2.2).

Note. — In amplitude-modulation transmitters, parasitic frequencies may appear during modulation. In addition to the conditions of modulation mentioned in Sub-clause 10.2, a modulating signal, according to the relevant class of amplitude-modulated emission, as given in Table I of Appendix C of IEC Publication 244-1A, and modulating the transmitter to its maximum peak envelope power, may be used to detect these parasitic frequencies.

Since the power of non-essential oscillations is to be determined for each component separately, only methods using frequency-selective measuring apparatus shall be applied. With this equipment the voltage across, or the current to the terminal load is measured at a convenient point on the connection between the final stage of the transmitter and the terminal load. Usually a calibration is required to convert the indication of the measuring set into terms of power. The characteristics of the frequency-selective measuring set and a general outline of the calibration are given in the Sub-clauses 11.1 and 11.2, respectively, while an explanatory block diagram, in principle covering the three main methods of measurement which are dealt with in detail in Sub-clause 11.3, is given in Figure 6, page 66.

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

11.1 *Ensemble de mesure*

En dehors des appareils utilisés pour l'étalonnage, on emploie un ensemble de mesure sélectif. Cet ensemble se compose d'un voltmètre sélectif (9), précédé, si nécessaire, d'un filtre coupe-bande sur les fréquences fondamentales (7), lequel est connecté à un dispositif de couplage (5), couplé, par exemple, à la ligne d'alimentation de la charge.

Chacune des fonctions décrites ci-dessous peut-être remplie par un appareil courant séparé ou bien elles peuvent être combinées en un seul appareil spécialement adapté aux besoins.

Les conditions générales suivantes sont applicables:

— Lorsqu'un rayonnement non essentiel est dû à un certain nombre d'oscillations non essentielles situées dans des bandes étroites de fréquences, les circuits sélectifs doivent être accordés sur la fréquence moyenne de chacune des bandes considérées. Dans chacune de ces bandes la largeur de la bande passante de l'ensemble de mesure doit être suffisante pour ne pas apporter une différence notable d'atténuation dans la bande.

— Pour éviter les couplages intempestifs, il est nécessaire d'utiliser un blindage adéquat de l'ensemble de mesure et d'utiliser une charge d'essai blindée du type représenté à la figure 4, page 65, par exemple. Particulièrement lors des mesures sur une ligne aérienne alimentant une antenne, il est recommandé de placer le voltmètre sélectif dans une boîte blindée et d'utiliser des conducteurs à double blindage ainsi que des filtres coupant les fréquences radioélectriques pour l'alimentation sur secteur des appareils de mesure. L'utilisation d'appareils alimentés sur batterie s'avère souvent nécessaire.

L'ensemble de mesure peut se composer des appareils suivants:

11.1.1 *Voltmètre sélectif*

Un mesureur de champ ou un voltmètre sélectif de sélectivité convenable et pourvu d'un appareil de mesure (voltmètre ou milliampèremètre), étalonné en valeurs efficaces, est nécessaire.

Un récepteur de bonne qualité, avec un atténuateur d'entrée étalonné, peut aussi être utilisé.

La précision absolue de la tension (ou du courant) indiquée par l'appareil de mesure n'est pas strictement nécessaire, puisque l'étalonnage peut s'effectuer sur l'ensemble de mesure au complet.

11.1.2 *Filtre coupe-bande sur les fréquences fondamentales*

Le rapport entre la puissance de l'oscillation fondamentale et celle d'une oscillation non essentielle peut atteindre et dépasser 70 dB. Pour de tels rapports, le niveau d'entrée à la fréquence fondamentale peut être suffisant pour provoquer la création d'oscillations harmoniques dans le voltmètre sélectif. De ce fait, il peut être nécessaire d'utiliser un filtre pour éliminer l'oscillation fondamentale à l'entrée du voltmètre sélectif.

Pour les bandes 8 (ondes métriques) et 9 (ondes décimétriques), ce filtre peut être constitué à l'aide d'un ou plusieurs circuits à constantes réparties (cavités); pour les bandes 6 (ondes hectométriques) et 7 (ondes décamétriques), il peut être constitué par des circuits série et parallèle à constantes localisées (inductances et capacités). Ces deux types de circuits peuvent soit constituer un filtre passe-haut à accord fixe, soit constituer un filtre coupe-bande à accord variable. Dans ce dernier cas, le filtre est réglé au minimum de déviation de l'appareil de mesure, l'ensemble de mesure étant réglé sur la fréquence fondamentale.

Dans les deux cas, le filtre doit être mis hors circuit pendant la détermination de la puissance de l'oscillation fondamentale.

Il faut que le filtre coupe-bande présente une atténuation négligeable sur les oscillations non essentielles. L'action du filtre peut être déterminée en vérifiant que, sur les différentes oscillations non essentielles, la lecture de l'appareil de mesure n'est pas affectée par l'introduction d'une section additionnelle du filtre.

Afin de prévenir la désadaptation probable du filtre provoquée par les variations d'impédance d'entrée du voltmètre sélectif, un atténuateur fixe d'au moins 10 dB peut être inséré entre le filtre et l'entrée du voltmètre.

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

11.1 *Measuring equipment*

Apart from instruments to be used for the calibration, use is made of a selective measuring set. This equipment essentially consists of a selective voltmeter (9) preceded, if necessary, by a fundamental-rejection filter (7) which is connected to a coupling device (5) coupled, for example, to the transmission line.

Either, separate conventional instruments as described below may be used, or these devices may be combined into a single measuring apparatus, especially designed for the purpose.

The following general requirements apply:

— When the non-essential radiation is due to a number of non-essential oscillations constituting narrow frequency bands, the selective part is each time to be tuned to the mean frequency of the frequency band concerned. For each of these bands, the passband of the complete equipment shall be sufficiently large to pass the components without noticeable difference in attenuation.

— To prevent stray pick-up, adequate screening of the measuring equipment and the use of a screened test load, e.g. of the type shown in Figure 4, page 65, is required.
A screened measuring box containing the selective voltmeter, the use of double screened leads and radio-frequency filtering of the a.c. power suply leads to all measuring apparatus is recommended, in particular when the measurements are to be performed on an open-wire transmission line connected to an aerial. Battery operated equipment may be necessary for these conditions.

The measuring equipment may consist of the following instruments:

11.1.1 *Selective voltmeter*

A field-intensity meter or a selective voltmeter of adequate selectivity and provided with a r.m.s. reading instrument (voltmeter or milliamperemeter) shall be used.

Also a professional type receiver may be employed, together with a calibrated input attenuator.

Absolute accuracy of the voltage (or current) indicated is not strictly required as the calibration may be effected by calibrating the complete measuring equipment.

11.1.2 *Fundamental-rejection filter*

The ratio of the power of the fundamental oscillation to the power of a non-essential oscillation may be of the order of 70 dB or more. A ratio of this order may often result in an input at the fundamental frequency of sufficient level to generate harmonic oscillations in the selective voltmeter. itself. Hence, a filter to attenuate the fundamental frequency at the input of the voltmeter may be required.

For the bands 8 (VHF) and 9 (UHF), this filter may consist of one or several cavities; for the bands 6 (MF) and 7 (HF), of simple series-parallel lumped circuits. They may be either fixed, having a high-pass character, or tunable having a band-stop character. In the latter case, the filter is tuned to minimum deflection of the voltmeter after the equipment has been tuned to the fundamental frequency.

In either case, the filter shall be by-passed when the power of the fundamental oscillation is determined.

The attenuation of this filter at non-essential frequencies shall be negligible; the effectiveness of the filter can be ascertained by checking that the reading of the selective voltmeter for the various non-essential oscillations is not changed by the introduction of an additional filter section.

To correct for probable mismatch of the filter due to the varying input impedance of the selective voltmeter, an isolating pad having a minimum attenuation of 10 dB may be inserted between these devices.

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

11.1.3 *Dispositif de couplage*

Il est possible de choisir un des dispositifs décrits ci-dessous.

a) Diviseur de tension capacitif

La tension de sortie d'un diviseur capacitif est proportionnelle à la tension d'entrée au point de couplage.

Il faut prendre soin que la charge qu'il présente sur le circuit n'affecte pas la valeur de l'impédance aux fréquences des oscillations non essentielles.

b) Dispositif de couplage inductif

La tension de sortie d'un dispositif de couplage inductif est proportionnelle au courant au point de couplage.

Pour éviter le couplage par les capacités parasites il y a lieu de blinder la bobine ou la boucle de couplage au circuit.

c) Coupleur directif

Il est possible d'insérer directement dans la ligne d'alimentation de la charge, une paire de coupleurs directifs présentant la même impédance que cette ligne, et susceptible de supporter la puissance de l'oscillation fondamentale. Si les sorties des coupleurs sont correctement adaptées, les tensions de sortie sont respectivement proportionnelles au courant incident et au courant réfléchi dans la ligne (voir paragraphe 16.4.6 de la Publication 244-1 de la CEI).

Afin de prévenir la désadaptation probable du dispositif de couplage, provoquée par les variations d'impédance d'entrée du filtre coupe-bande sur les fréquences fondamentales, un atténuateur fixe d'au moins 10 dB peut être inséré entre ces deux éléments.

Il est possible de mesurer la puissance en un point quelconque du circuit entre l'émetteur et l'antenne ou la charge d'essai, à condition que les pertes relatives de puissance (note) de chaque partie de ce circuit soient négligeables. Dans ce cas, le dispositif de couplage peut être couplé à la ligne alimentant la charge de sortie ou, lors de l'utilisation d'un filtre d'harmonique séparé, à cette ligne ou à la ligne entre ce filtre et l'émetteur.

Si la condition mentionnée ci-dessus n'est pas satisfaite, par exemple dans le cas d'une ligne longue ou si le filtre d'harmonique comporte des éléments dissipatifs, la puissance doit être mesurée auprès de l'antenne ou de la charge d'essai, à condition que, lors de l'utilisation d'une ligne aérienne assez longue qui peut contribuer à un rayonnement supplémentaire, la puissance soit mesurée à l'entrée de cette ligne.

Note. — La perte relative de puissance d'un quadripôle passif, exprimée en décibels, peut s'écrire:

$$10 \log \frac{P_e}{P_s} \quad \text{(11.1.3)}$$

dans laquelle:

P_e = puissance à l'entrée du quadripôle

P_s = puissance délivrée sur l'impédance de charge du quadripôlel

11.2 *Etalonnage de l'ensemble de mesure*

11.2.1 *Etalonnage individuel*

Lorsque les appareils mentionnés au paragraphe 11.1 ont été étalonnés individuellement et convenablement adaptés les uns aux autres, il est possible d'établir un facteur d'étalonnage:

$$k = \frac{X}{U} \quad \text{(11.2.1)}$$

qui permet d'obtenir la relation entre la grandeur à mesurer X (par exemple, la tension ou le courant) et la déviation U de l'appareil de mesure. Le facteur d'étalonnage est généralement fonction de la fréquence.

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

11.1.3 *Coupling device*

One of the devices described below may be chosen.

a) Capacitive voltage divider

The output voltage of such a divider is proportional to the voltage present at the coupling point.

Care shall be taken to ensure that the impedance of this device at the frequencies of the non-essential oscillations does not alter the conditions.

b) Inductive coupling device

Using inductive coupling, the output voltage is proportional to the current at the coupling point.

To avoid capacitive stray pick-up the coupling coil or loop shall be shielded.

c) Directional coupler

A pair of directional couplers having an impedance equal to the characteristic impedance of the transmission line and capable of handling the power of the fundamental oscillation may be inserted directly in the transmission line. If the outputs are properly matched, the output voltages are proportional to the incident current and the reflected current in the transmission line (see Sub-clause 16.4. 6 of IEC Publication 244-1).

To correct for probable mismatch of the coupling device due to the varying input impedance of the fundamental-rejection filter, an isolating pad having a minimum attenuation of 10 dB may be inserted between these devices.

The power may be measured at an arbitrary point on the connection between the transmitter and the aerial or the test load, provided that the relative power loss (Note) of each of the parts of this circuit is negligible. In that case, the coupling device may be coupled to the transmission line feeding the terminal load or, when a separate harmonic filter is used, to this line or to the line between this filter and the transmitter.

If the above condition is not complied with, for instance, in the case of a long transmission line or when the harmonic filter contains dissipative elements, the power shall be measured close to the aerial or test load, on the understanding that where a long open transmission line is used which may contribute to additional radiation, the power shall be measured at the input of that line.

Note. — The relative power loss of a four-terminal passive network, expressed in decibels, may be written as:

$$10 \log \frac{P_i}{P_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11.1.3)$$

in which:

P_i = the power supplied to the input terminals of the network

P_o = the power supplied to the load impedance

11.2 *Calibration of the measuring equipment*

11.2.1 *Individual calibration*

When the instruments mentioned in Sub-clause 11.1 have been individually calibrated and properly matched one to another, a calibration factor:

$$k = \frac{X}{U} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11.2.1)$$

can be calculated, giving the relation between the quantity X to be measured (e.g. voltage or current) and the deflection U of the selective voltmeter. The calibration factor will generally be a function of frequency.

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

11.2.2 *Etalonnage global*

Si l'étalonnage d'un des dispositifs ou appareils de l'ensemble de mesure est inconnu — ce qui peut être le cas du dispositif de couplage — il estpréférable d'effectuer un étalonnage global de l'ensemble de mesure.

L'étalonnage s'effectue en substituant à l'émetteur un générateur auxiliaire de fréquence réglable, dont la puissance peut être mesurée facilement (ligne d'alimentation connectée au point b dans la figure 6, page 66). Une fois déterminée la puissance fournie par le générateur à la charge de sortie sur les fréquences de chacune des oscillations non essentielles, le rapport entre la puissance et le carré de la tension indiquée par l'appareil de mesure se trouve ainsi établi en fonction de la fréquence.

La puissance du générateur auxiliaire pendant l'étalonnage peut être déterminée à l'aide d'une des méthodes suivantes.

a) Méthode tension-résistance

La tension de sortie du générateur est mesurée, par exemple à l'entrée de la ligne d'alimentation (point P dans la figure 5, page 65) et la résistance parallèle est déterminée à ce point à l'aide d'un point d'impédance. Voir aussi le paragraphe 16.4.5 de la Publication 244-1 de la CEI.

b) Méthode avec coupleur directif

Un coupleur directif est inséré dans le câble entre le générateur auxiliaire et la ligne d'alimentation. Le dispositif peut être un modèle disponible sur le marché, de faible puissance, possédant un appareil de lecture directement étalonné en puissance.

c) Méthode par variation de résistance utilisant des bolomètres ou des thermistances

Une charge, comportant une résistance dont la valeur est fonction de la température, est substituée à l'antenne ou à la charge d'essai, de la façon décrite au paragraphe 16.4.3 de la Publication 244-1 de la CEI.

Ce procédé se réduit aux méthodes décrites aux paragraphes 11.3.2 et 11.3.3 dans lesquelles l'étalonnage n'est pas influencé par une telle substitution.

11.2.3 *Etalonnage par substitution*

Le générateur auxiliaire est accordé successivement sur les diverses fréquences des oscillations non essentielles et son niveau est réglé pour obtenir sur le voltmètre sélectif la même déviation que celle produite auparavant par l'émetteur. La puissance délivrée par le générateur est alors égale à la puissance délivrée précédemment par l'émetteur.

La méthode par substitution est une application particulière de la méthode d'étalonnage décrite au paragraphe 11.2.2 ci-dessus; elle ne requiert pas la précision absolue du voltmètre sélectif, ni une déviation proportionnelle à la tension d'entrée, étant donné que l'appareil ne sert que d'indicateur.

Un générateur d'assez grande puissance (ou de tension de sortie élevée) peut quelquefois être nécessaire, par exemple dans le cas d'un émetteur de grande puissance.

11.3 *Méthode de mesure*

Lorsque les mesures s'effectuent suivant l'une des trois méthodes principales indiquées ci-dessous, on doit prendre en considération les prescriptions concernant le dispositif sélectif de mesure et d'étalonnage indiquées dans les paragraphes 11.1 et 11.2.

Lorsque l'étalonnage global de l'ensemble de mesure s'effectue sur une ligne aérienne, ou lorsqu'il faut faire des mesures de champ (voir la note à la fin du paragraphe 11.3.1), les mesures peuvent particulièrement être affectées par les bruits radioélectriques et les brouillages causés par d'autres émissions. Il est donc utile de choisir soigneusement le moment pour faire la mesure, si nécessaire, en attendant que se présente un moment favorable.

En présence de telles perturbations, au lieu d'utiliser la méthode par substitution décrite au paragraphe 11.2.3, il est préférable d'effectuer l'étalonnage suivant le paragraphe 11.2.2 en élevant le niveau jusqu'à une valeur convenable.

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

11.2.2 *Calibration of the measuring set*

If the calibration of one of the instruments is not known — which may be the case for the coupling device — preference shall be given to a calibration of the measuring set as a whole.

The calibration is performed by substituting the transmitter by an auxiliary variable-frequency generator the power of which can be easily measured (transmission line connected to point b in Figure 6, page 66). Once the power supplied by the generator to the terminal load has been determined at the frequencies of each non-essential oscillation, the ratio between the power and the square of the voltage as indicated by the selective voltmeter is known as a function of these frequencies.

The power of the auxiliary generator during the calibration may be determined according to one of the following methods.

a) Voltage-resistance method

The output voltage of the generator is measured, e.g. at the input of the transmission line (point P in Figure 5, page 65), and the parallel resistive component determined at this point, using a radio-frequency impedance bridge. See also Sub-clause 16.4.5 of IEC Publication 244-1.

b) Directional coupler method

A directional coupler is inserted in the cable between the auxiliary generator and the transmission line. The device may be of a commercially available, low-power level type having a meter directly calibrated in power.

c) Resistance variation method using bolometers or thermistors

The aerial or test load is replaced by a load which incorporates a temperature-dependent resistor as described in Sub-clause 16.4.3 of IEC Publication 244-1.

This procedure is restricted to the methods described in Sub-clauses 11.3.2. and 11.3.3 where the calibration is not influenced by such a substitution.

11.2.3 *Calibration by substitution*

The auxiliary generator is successively tuned to the various frequencies of the non-essential oscillations and is adjusted until it produces the same deflection of the selective voltmeter as was produced by the transmitter. The power supplied by the generator is then equal to the power originally supplied by the transmitter.

The substitution method is a particular application of the method of calibration described in Sub-clause 11.2.2 above, but no absolute accuracy of the selective voltmeter is needed in this case, nor is the deflection required to be proportional to the input voltage, since this instrument merely acts as an indicator.

However, a generator of fairly large power (or output voltage) may sometimes be required, for instance for testing a high-power transmitter.

11.3 *Method of measurement*

The requirements with respect to the selective measuring set and the calibration as laid down in Sub-clauses 11.1 and 11.2 shall be taken into account when performing measurements according to one of the three main methods given in the sub-clauses below.

Particularly when the calibration of the measuring set and the measurements proper are to be performed on an open-wire transmission line, or when field-strength measurements are to be carried out (see the Note at the end of Sub-clause 11.3.1), the measurements may be affected by noise and interference from other emissions. Hence, the moment at which the measurements will be performed shall be chosen carefully, if necessary, waiting until a suitable opportunity arises.

When such interference is present, a calibration according to Sub-clause 11.2.2, raising the calibration level to a conveniently large value is preferred over the substitution method of calibration given in Sub-clause 11.2.3.

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

Les paragraphes ci-dessous donnent des méthodes séparées pour les systèmes symétriques et asymétriques, mais si un émetteur à sortie symétrique est utilisé avec une charge d'essai telle que celle décrite à l'alinéa *b)* du paragraphe 10.1.2, il est possible d'effectuer les mesures suivant les méthodes données pour les systèmes asymétriques.

11.3.1 *Méthodes résistance-tension et résistance-courant*

La puissance est déterminée d'après la mesure de la tension aux bornes de la charge de sortie ou du courant dans cette charge, suivant l'un des principes indiqués dans les paragraphes 16.4.4 et 16.4.5 de la Publication 244-1 de la CEI.

a) Méthode résistance-tension

1) *Systèmes asymétriques*

Un diviseur de tension capacitif est couplé en un point arbitraire Q, entre l'émetteur et la charge de sortie comme indiqué dans la figure 6, page 66. Il alimente le voltmètre sélectif sur lequel la tension U est enregistrée pour les diverses oscillations non essentielles. La tension réelle V est calculée d'après le coefficient d'étalonnage $k = (V)/(U)$ comme indiqué au paragraphe 11.2.1.

La puissance de chaque oscillation non essentielle peut être alors calculée d'après la formule:

$$P = \frac{V^2}{R_p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1a)$$

dans laquelle R_p représente la composante résistive parallèle de l'impédance de la ligne au point Q à la fréquence considérée.

Note. — Lorsqu'il est désirable d'exprimer en décibels la puissance d'une oscillation non essentielle relativement à la puissance de l'oscillation fondamentale, la formule précédente peut être remplacée par la formule suivante:

$$P_n = 20 \log \frac{U_n}{U_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{R_{p1}}{R_{pn}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1b)$$

dans laquelle les indices 1 et n se rapportent respectivement à l'oscillation fondamentale et à l'oscillation non essentielle.

2) *Systèmes symétriques*

Si la sortie de l'émetteur est symétrique et si elle est connectée à une ligne aérienne, les puissances délivrées à la charge de sortie sur les composantes symétriques et sur les composantes asymétriques doivent être mesurées séparément (voir article 13).

Dans ce cas, il faut utiliser deux diviseurs de tension identiques, chacun étant formé de deux condensateurs C_E et C_D ($C_E \gg C_D$), qui sont connectés aux conducteurs de la ligne, suivant la disposition indiquée dans la figure 5, page 65.

Après avoir mesuré les tensions U_A et U_B entre la terre réelle E et les points D_1 et D_2, une terre artificielle est créée en réunissant les points D_1 et D_2, et la tension U_a est mesurée entre celle-ci et le point E.

Les trois tensions mesurées sont converties à leur valeur réelle sur la ligne V_A, V_B et V_a, à l'aide du coefficient d'étalonnage:

$$k = \frac{V_A}{U_A} = \frac{V_B}{U_B} \text{ (pour les diviseurs séparés)}$$

et:

$$k = \frac{V_a}{U_a} \text{ (pour les deux diviseurs connectés en parallèle)}$$

La tension V_a représente la tension asymétrique, tandis que la tension symétrique V_s peut être déduite des trois tensions mesurées à l'aide du diagramme vectoriel de la figure 10b, page 68.

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

In the sub-clauses below, separate methods are given for balanced systems and unbalanced systems, but if a transmitter having balanced output terminals is connected to a test load as specified in item *b)* of Sub-clause 10.1.2, the measurements may be performed according to the methods for unbalanced systems.

11.3.1 *Voltage-resistance and current-resistance methods*

The power is determined by measuring the voltage across, or the current to the terminal load according to the principles explained in Sub-clauses 16.4.4 and 16.4.5 of IEC Publication 244-1.

a) Voltage-resistance method

1) *Unbalanced systems*

A capacitive voltage divider is coupled to an arbitrary point Q between transmitter and terminal load as indicated in Figure 6, page 66, to feed the selective voltmeter on which the voltage U is recorded for the various non-essential oscillations. The actual voltage V is calculated from the calibration factor $k = (V)/(U)$ mentioned in Sub-clause 11.2.1.

The power of each non-essential oscillation may then be evaluated from:

$$P = \frac{V^2}{R_p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1a)$$

in which R_p represents, at point Q, the parallel-resistive component of the impedance of the transmission line at the frequency considered.

Note. — When it is desired to express the power of a non-essential oscillation in decibels, relative to the power of the fundamental, formula 11.3.1a may be replaced by

$$P_n = 20 \log \frac{U_n}{U_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{R_{p1}}{R_{pn}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1b)$$

in which the suffixes 1 and n refer to the fundamental oscillation and to the non-essential oscillation, respectively.

2) *Balanced systems*

If the output terminals of the transmitter are balanced and connected to an open-wire transmission line, the power supplied by the symmetrical components and by the asymmetrical components to the terminal load shall be measured separately (see Clause 13).

In this case, two identical voltage dividers each consisting of two capacitors C_E and C_D ($C_E \gg C_D$) shall be applied, connected to the conductors of the transmission line, using the disposition given in Figure 5, page 65.

After the voltages U_A and U_B between true earth E and the points D_1 and D_2 have been measured, an artificial earth is made by connecting D_1 to D_2 and the voltage U_a between this point and point E is measured.

The voltages so measured are converted to the actual voltages V_A, V_B and V_a on the line by using the calibration factors:

$$k = \frac{V_A}{U_A} = \frac{V_B}{U_B} \text{ (for the single voltage divider)}$$

and:

$$k = \frac{V_a}{U_a} \text{ (for both voltage dividers connected in parallel)}$$

The voltage V_a represents the asymmetrical voltage, while the symmetrical voltage V_s may be derived from the three measured voltages using the vector parallelogram of Figure 10 b, page 68.

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

A l'aide d'un pont d'admittance à entrée symétrique, tout d'abord la composante résistive symétrique R_{ps} est mesurée entre les deux conducteurs de la ligne. Ensuite, à l'aide d'un pont asymétrique, la composante résistive asymétrique R_{pa} est mesurée entre la terre et les deux fils de la ligne en court-circuit au point considéré.

La puissance des composantes symétriques P_s et la puissance des composantes asymétriques P_a sont calculées d'après les formules:

$$P_s = \frac{4 V_s^2}{R_{ps}} \quad \text{et} \quad P_a = \frac{V_a^2}{R_{pa}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,c)$$

Ces formules sont expliquées au paragraphe 13.2.
La puissance totale est égale à la somme de ces puissances à conditions que l'impédance de la charge de sortie soit suffisamment symétrique par rapport à la terre.

b) Méthode résistance-courant

1) *Systèmes asymétriques*

Au lieu d'un diviseur de tension, on utilise une boucle de couplage blindée pour mesurer le courant I.
En principe, il n'y a aucune différence entre les deux méthodes. Dans ce cas, la puissance de chaque oscillation non essentielle peut être déduite de la formule:

$$P = I^2 R_s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,d)$$

dans laquelle $I = kU$, et R_s est la composante résistive série de l'impédance de la ligne d'alimentation de la charge, prise au point Q.

Note. — La puissance relative, exprimée en décibels, est donnée par la formule 11.3.1b en remplaçant $\frac{R_{p1}}{R_{pn}}$ par $\frac{R_{sn}}{R_{s1}}$.

2) *Systèmes symétriques*

La méthode résistance-courant convient particulièrement pour les mesures sur un système symétrique non blindé et elle devrait être utilisée de préférence à celle décrite à l'alinéa *a)* ci dessus.
En utilisant la boucle de couplage suivant la disposition de la figure 7, page 67, une tension U_s proportionnelle au courant symétrique I_s est mesurée lorsque le plan de la boucle est parallèle à celui formé par les conducteurs de la ligne; lorsque ces deux plans sont perpendiculaires, c'est une tension U_p proportionnelle au courant asymétrique I_a qui est mesurée.
Les courants peuvent être calculés d'après les formules $I_s = k_s U_s$ et $I_a = k_a U_a$, dans lesquelles k_s et k_a sont les coefficients d'étalonnage de l'équipement de mesure pour la position parallèle et la position perpendiculaire de la boucle, respectivement.
Après la mesure des composantes résistives série symétrique et asymétrique R_{ss} et R_{sa} de l'impédance de la ligne, de la façon indiquée à l'alinéa *a)* ci-dessus, la puissance totale est calculée comme étant la somme des puissances délivrées de manière symétrique et de manière asymétrique suivants les formules:

$$P_s = I_s^2 R_{ss} \quad \text{et} \quad P_a = 4 I_a^2 R_{sa} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,e)$$

Ces formules sont expliquées au paragraphe 13.3.

c) Etalonnage

Aux alinéas *a)* et *b)* ci-dessus, il a été admis que les divers coefficients d'étalonnage étaient connus. Cependant, si ceux-ci ne sont pas connus il faut, ou bien faire un étalonnage global de l'ensemble de mesure, de la façon indiquée dans le paragraphe 11.2.2, ou bien utiliser la méthode par substitution décrite dans le paragraphe 11.2.3. Voir aussi la note à la fin de ce paragraphe. Lors de l'application d'un de ces procédés, il n'est pas nécessaire de calculer les puissances des diverses oscillations non essentielles de la façon indiquée aux alinéas *a)* et *b)*. Une fois mesurée la puissance du générateur auxiliaire et relevée la déviation correspondante du

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

The symmetrical parallel-resistive component R_{ps} of the impedance of the transmission line is first measured with the aid of a balanced admittance bridge connected between the conductors of the line. Next, the asymmetrical component R_{pa} is measured by means of an asymmetrical bridge connected between earth and both conductors of the line short-circuited at the point considered.

From these quantities, the power of the symmetrical components P_s and the power of the asymmetrical components P_a are calculated with the formulae:

$$P_s = \frac{4\,V_s^2}{R_{ps}} \quad \text{and} \quad P_a = \frac{V_a^2}{R_{pa}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,c)$$

These formulae are explained in Sub-clause 13.2.

The total power amounts to the sum of these powers on the condition that the impedance of the terminal load is sufficiently symmetrical with respect to earth.

b) Current-resistance method

1) *Unbalanced systems*

Instead of a capacitive voltage divider, a shielded coupling loop is used to measure the current I.

In principle, there is no difference between the two methods. In this case, the power of each non-essential oscillation can be derived from:

$$P = I^2 R_s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,d)$$

in which $I = kU$, and R_s represents the series-resistive component of the transmission line in Q.

Note. — The relative power, expressed in decibels, is given by formula 11.3.1b, replacing $\frac{R_{p1}}{R_{pn}}$ by $\frac{R_{sn}}{R_{s1}}$.

2) *Balanced systems*

The current-resistance method is particularly suited for measuring a balanced open-wire system and shall have preference over the method described in item *a)* above.

Using the disposition of the coupling loop illustrated in Figure 7, page 67, a voltage U_s, which is proportional to the symmetrical current I_s, is measured if the plane of the loop is parallel to that of the conductors of the line; turning the loop perpendicular to the plane of the conductors, a voltage U_p, which is proportional to the asymmetrical current I_a, is measured.

The actual currents may be calculated from $I_s = k_s U_s$ and $I_a = k_a U_a$, in which k_s and k_a are the calibration factors of the equipment for the parallel and perpendicular position of the loop, respectively.

Once the symmetrical and asymmetrical series-resistive components R_{ss} and R_{sa} of the impedance of the transmission line have been measured as described in item *a)*, the total power is calculated as the sum of the powers supplied in the symmetrical and in the asymmetrical mode according to the formulae:

$$P_s = I_s^2\, R_{ss} \quad \text{and} \quad P_a = 4\, I_a^2\, R_{sa} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.1\,e)$$

These formulae are explained in Sub-clause 13.3.

c) Calibration

In the items *a)* and *b)* above, it has been assumed that the various calibration factors were known. If, however, the calibration factors are unknown, either the measuring set as a whole shall be calibrated as explained in Sub-clause 11.2.2, or the substitution method of calibration shall be applied as described in Sub-clause 11.2.3. See also the Note at the end of this sub-clause. If one of these procedures is applied, the powers of the various non-essential oscillations need not be calculated in the way given in the preceding items *a)* and *b)*. Once the power of the auxiliary generator and the corresponding deflection of the selective voltmeter have been

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

voltmètre sélectif, le rapport entre cette puissance et le carré de la tension indiquée par le voltmètre est connu en fonction de la fréquence. De ce rapport, et d'après la tension relevée pendant la mesure faite sur l'émetteur, on peut facilement déterminer la puissance de chaque oscillation non essentielle.

Ce procédé peut avantageusement être utilisé sur les systèmes symétriques non blindés dans lesquels la résistance parallèle ou la résistance série de l'impédance symétrique et de l'impédance asymétrique sont souvent difficiles à mesurer.

Pour de tels systèmes, l'étalonnage doit se faire aussi bien sur les composantes symétriques que sur les composantes asymétriques. Un générateur auxiliaire avec sorties symétriques est utilisé pour étalonner le système sur les composantes symétriques en prenant bien soin qu'il n'y ait pas de composantes asymétriques. Pour étalonner le système sur les composantes asymétriques, le générateur est connecté entre la terre et les deux conducteurs de la ligne reliés entre eux.

Afin d'être certain que les composantes résistives — lesquelles dépendent de la charge de sortie et du point de couplage — restent les mêmes pendant l'étalonnage et la mesure proprement dite, il faut soigneusement veiller à ne faire aucun changement dans la disposition du système à mesurer. Si l'émetteur est connecté à un système d'antenne, celui-ci doit rester en place pendant l'étalonnage.

Etant donné que d'autres émissions reçues en même temps par l'antenne peuvent perturber l'étalonnage, les méthodes résistance-tension et résistance-courant décrites au présent paragraphe sont moins bien adaptées aux mesures des oscillations non essentielles d'un émetteur connecté à une antenne que celles indiquées dans les paragraphes 11.3.2 et 11.3.3.

Note. — Lorsque l'émetteur comporte une sortie symétrique connectée à une antenne et lorsque la puissance est mesurée à l'aide d'un ensemble de mesure comportant un dispositif de couplage qui est sensible aux deux composantes, symétrique et asymétrique — comme cela peut être le cas lorsque le champ rayonné est mesuré à l'aide d'un appareil de mesure de champ placé à plusieurs longueurs d'ondes de l'antenne d'émission — on doit utiliser exclusivement la méthode par substitution.
Cependant, dans ce cas, la méthode est assez compliquée étant donné qu'elle requiert deux générateurs auxiliaires synchrones pour délivrer l'énergie sur les deux modes, symétrique et asymétrique, à la ligne d'alimentation de l'antenne. La tension de sortie et la phase de ces deux générateurs doivent être ajustées séparément jusqu'à ce qu'elles produisent le même champ, en intensité et en polarisation, que celui produit par l'émetteur.
Un dessin explicatif d'une méthode utilisant un générateur unique, souvent appelée méthode par substitution (voir par exemple, annexe C, paragraphe 4.1), est donné dans la figure 8, page 67.

11.3.2 *Méthode par nœud et ventre de tension, et par nœud et ventre de courant*

Dans cette méthode, une sonde est déplacée le long de la ligne afin de localiser les nœuds et ventres de tension ou de courant sur chaque oscillation non essentielle. La puissance effective peut être évaluée d'après les valeurs maximales et minimales de la tension ou du courant et d'après l'impédance caractéristique Z_0 de la ligne.

Cette méthode n'est appliquable que dans les cas où la longueur minimale de la ligne d'alimentation de la charge est au moins égale à un quart de longueur d'onde de la plus basse des fréquences des oscillations non essentielles à mesurer.

a) Méthode par nœud et ventre de tension

1) *Systèmes asymétriques*

Une sonde capacitive est utilisée pour localiser le minimum (U_t) et le maximum (U_c) de déviation du voltmètre sélectif, en prenant soin d'éviter tout changement dans le degré de couplage. En présence d'un système asymétrique, on peut utiliser pour cela une ligne coaxiale fendue. Les tensions réelles dans les nœuds (V_t) et dans les ventres (V_c) peuvent être calculées d'après le coefficient d'étalonnage $k = (V_t)/(U_t) = (V_c)/(U_c)$. La puissance de chaque composante peut alors être calculée par la formule:

$$P = \frac{V_t V_c}{Z_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2a)$$

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

measured, the ratio between this power and the square of the voltage indicated by the voltmeter is known as a function of frequency. From this relationship and the voltages during the measurement on the transmitter proper, the power of each non-essential oscillation can be easily determined.

This procedure may also be followed with advantage for balanced open-wire systems where the parallel resistance or the series resistance of the symmetrical and asymmetrical impedances are often difficult to measure.

With such systems, the calibration shall be performed for the symmetrical components, as well as for the asymmetrical components. An auxiliary generator with balanced output terminals is used to calibrate the system for the symmetrical components, care being taken that no asymmetrical component is present. To calibrate the system for the asymmetrical components, the generator is connected between earth and both conductors of the transmission line connected to each other.

To ensure that the resistive components — which depend on the terminal load and on the point of coupling — are the same during calibration and the measurement proper, care shall be taken not to make any change in the disposition of the system to be measured. If the transmitter is connected to an aerial system, this load shall therefore be present during the calibration as well.

Since other emissions, also being received by the aerial system, may affect the calibration, the voltage-resistance and the current-resistance methods described in this sub-clause may not be convenient. More convenient methods of measuring the power of non-essential oscillations of a transmitter connected to an aerial are given in Sub-clauses 11.3.2 and 11.3.3.

Note. — When the transmitter has balanced output terminals which are connected to an aerial and the power is measured by a selective measuring equipment with a coupling device that responds to both the symmetrical and asymmetrical components — as may be the case if the radiated field were measured by a field-strength meter located at a distance of several wavelength from the transmitting aerial — the substitution method shall be applied exclusively.

In this case, however, the method is fairly complicated since it requires two synchronous auxiliary generators which supply the power in a symmetrical and asymmetrical mode to the transmission line. The magnitude and phase of the voltage of these generators are to be independently adjusted until they produce the same field in intensity and polarization as was produced by the transmitter.

A drawing of a method using a single generator, which is often referred to as the substitution method (see e.g. Sub-clause 4.1 of Appendix C), is given in Figure 8, page 67.

11.3.2 *Voltage node, anti-node method and current node, anti-node method*

A probe is moved along the transmission line to locate the voltage or current nodes and anti-nodes for each non-essential oscillation. From the maximum and minimum value of the voltage or the current and from the known characteristic impedance Z_0 of the line, the relevant power may be evaluated.

The method is restricted to those cases where the minimum length of the transmission line is between a quarter and half the wavelength of the lowest of the frequencies of the non-essential oscillations to be measured.

a) Voltage node, anti-node method

1) *Unbalanced systems*

A capacitive probe is used to locate the minimum (U_t) and maximum (U_c) deflection of the selective voltmeter, care being taken not to alter the degree of coupling. With unbalanced systems a slotted-line may be used for this purpose.

The actual voltages in the node (V_t) and the anti-node (V_c) are calculated from the calibration factor $k = (V_t)/(U_t) = (V_c)/(U_c)$. The power of each component may then be evaluated from:

$$P = \frac{V_t V_c}{Z_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2a)$$

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

Note. — Lorsqu'il est désirable d'exprimer en décibels la puissance d'une oscillation non essentielle relativement à la puissance de l'oscillation fondamentale, la formule 11.3.2a peut être remplacée par la formule suivante:

$$p_n = 10 \log \frac{(U_t\ U_c)_n}{(U_t\ U_c)_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{Z_{o1}}{Z_{on}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2b)$$

dans laquelle les indices 1 et n se rapportent respectivement à l'oscillation fondamentale et à l'oscillation non essentielle considérée.
Si, comme c'est généralement le cas, l'impédance caractéristique peut être considérée comme constante sur les fréquences des oscillations fondamentales et non essentielles, le dernier terme de la formule ci-dessus peut être supprimé et il n'est pas nécessaire de déterminer l'impédance caractéristique sur chaque fréquence.

2) *Systèmes symétriques*

Cette méthode n'est pas recommandée pour les mesures sur des lignes aériennes symétriques étant donné que les nœuds et les ventres de tensions symétriques ne sont pas faciles à localiser à moins que l'on ne dispose d'un équipement de mesure sélectif, symétrique et très sûr.

b) Méthode par nœud et ventre de courant

1) *Systèmes asymétriques*

A la place de la sonde capacitive cette méthode utilise une boucle de couplage blindée pour localiser les courants aux nœuds et ventres I_t et I_c respectivement.
Il n'y a aucune différence notable entre les deux méthodes. La puissance peut être calculée d'après la formule:

$$P = I_t\ I_c\ Z_o \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2c)$$

dans laquelle:

$$I_t = k\ U_t$$
$$I_c = k\ U_c$$

Note. — La puissance relative, exprimé en décibels, est donnée par la formule 11.3.2b en remplaçant $(Z_{o1})/(Z_{on})$ par $(Z_{on})/(Z_{o1})$.

2) *Systèmes symétriques*

Cette méthode convient particulièrement pour les mesures sur une ligne aérienne symétrique alimentant une antenne.
La boucle, dont le plan est placé parallèlement à celui formé par les deux fils de la ligne (voir figure 7, page 67), est déplacée le long de celle-ci, de façon à déterminer les déviations U_{ts} et U_{cs} du voltmètre correspondant aux nœuds et aux ventres des composantes symétriques du courant.
Après avoir fait tourner le plan de la boucle de 90°, il est procédé de la même façon pour déterminer les composantes asymétriques du courant, obtenant ainsi les tensions U_{ta} et U_{ca} se rapportant respectivement aux nœuds et aux ventres.

Les courants correspondants peuvent être calculés d'après les formules:

$$k_s = \frac{I_{ts}}{U_{ts}} = \frac{I_{cs}}{U_{cs}} \qquad \text{et} \qquad k_a = \frac{I_{ta}}{U_{ta}} = \frac{I_{ca}}{U_{ca}}$$

dans lesquelles k_s et k_a sont respectivement les cœfficients d'étalonnage de l'équipment de mesure pour la position parallèle et perpendiculaire du plan de la boucle de couplage relativement à celui de la ligne.
Pour obtenir la puissance totale, la puissance délivrée symétriquement et celle délivrée asymétriquement, respectivement:

$$P_s = I_{ts}\ I_{cs}\ Z_{os} \quad \text{et} \quad P_a = 4\ I_{ta}\ I_{ca}\ Z_{oa} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2d)$$

doivent être ajoutées.

Dans ces formules, Z_{os} est égale à l'impédance caractéristique Z_o de la ligne, tandis que Z_{oa} représente l'impédance caractéristique de la ligne par rapport à la terre, avec ses deux conducteurs connectés ensemble. Les deux grandeurs doivent être connues; généralement elles peuvent être considérées comme constantes en fonction de la fréquence des diverses oscillations non essentielles.

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

Note. — When it is desired to express the power of a non-essential oscillation in decibels relative to the power of the fundamental, formula 11.3.2a may be replaced by:

$$p_n = 10 \log \frac{(U_t\ U_c)_n}{(U_t\ U_c)_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{Z_{o1}}{Z_{on}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2b)$$

in which the suffixes 1 and n refer to the fundamental oscillation and to the non-essential oscillation concerned.
If, as is usually the case, the characteristic impedance may be considered constant at the frequencies of the fundamental and non-essential oscillations, the last term may be omitted and it is not necessary to determine the characteristic impedance at each frequency.

2) *Balanced systems*

The method is not recommended for measuring balanced open-wire systems, as, unless a reliable balanced selective measuring apparatus is used, the location of the nodes and the anti-nodes of the symmetric voltages are difficult to determine.

b) Current node, anti-node method

1) *Unbalanced systems*

Instead of a capacitive probe, a shielded coupling loop is used to measure the currents I_t and I_c in the node and the anti-node.
In principle, there is no difference between the two methods. The power may be derived from:

$$P = I_t\ I_c\ Z_o \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2c)$$

in which:

$$I_t = k\ U_t$$
$$I_c = k\ U_c$$

Note. — The relative power, expressed in decibels, is given by formula 11.3.2b, replacing $(Z_{o1})/(Z_{on})$ by $(Z_{on})/(Z_{o1})$.

2) *Balanced systems*

This method is particularly suited for measuring a balanced open-wire transmission line connected to an aerial.
The loop, the plane of which is first parallel to the plane of the conductors (see Figure 7, page 67), is moved along the line and the deflections of the voltmeter U_{ts} and U_{cs} are determined at the points of a node and an anti-node for the symmetrical current component.
After the loop has been turned 90°, the same procedure is followed to determine the voltages U_{ta} and U_{ca} due to the asymmetrical current component.

The corresponding currents may be calculated from:

$$k_s = \frac{I_{ts}}{U_{ts}} = \frac{I_{cs}}{U_{cs}} \quad \text{and} \quad k_a = \frac{I_{ta}}{U_{ta}} = \frac{I_{ca}}{U_{ca}}$$

in which k_s and k_a are the calibration factors of the equipment for the parallel and perpendicular position of the loop.

To obtain the total power, the power supplied in the symmetrical mode and in the asymmetrical mode:

$$P_s = I_{ts}\ I_{cs}\ Z_{os} \quad \text{and} \quad P_a = 4\ I_{ta}\ I_{ca}\ Z_{oa} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.2d)$$

are added.

In these formulae, Z_{os} is equal to the characteristic impedance Z_o of the transmission line, whereas Z_{oa} is equal to the characteristic impedance of the line with respect to earth, the conductors being short-circuited. Both quantities shall be known; usually they may be considered constant at the frequencies of the various non-essential oscillations.

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

c) Etalonnage

Aux alinéas *a)* et *b)* ci-dessus, il a été admis que les divers coefficients d'étalonnage étaient connus. Cependant, si ceux-ci ne sont pas connus, le dispositif de mesure doit être étalonné en bloc, ou il faut appliquer la méthode par substitution, suivant les principes donnés dans l'alinéa *c)* du paragraphe 11.3.1.

Ce procédé peut avantageusement être utilisé pour les lignes aériennes pour lesquelles l'impédance caractéristique en asymétrique Z_{oa} est souvent inconnue.

Puisque les impédances caractéristiques peuvent être considérées comme constantes, l'étalonnage peut s'effectuer sur une partie quelconque de la ligne connectée à une charge qui peut être différente de celle utilisée pendant les mesures proprement dites.

Pour cette raison, les deux méthodes décrites dans ce paragraphe conviennent particulièrement aux mesures d'un émetteur alimentant une antenne, puisque, pour l'étalonnage, l'antenne peut être remplacée par une charge d'essai de faible dissipation.

De plus, ces méthodes rendent possible la mesure de la puissance d'une oscillation non essentielle, que celle-ci soit produite directement par l'émetteur considéré, ou bien de façon secondaire, par exemple, par réaction avec d'autres émetteurs.

11.3.3 *Méthode des coupleurs directifs*

Une paire de coupleurs directifs ayant une directivité (rapport avant-arrière) d'au moins 30 dB et généralement conçus spécialement pour cette application, est insérée directement dans la ligne d'alimentation de la charge. Les sorties de chaque coupleur sont connectées successivement sur le voltmètre sélectif pour mesurer la puissance incidente et la puissance réfléchie sur chaque oscillation non essentielle.

a) Systèmes asymétriques

Le coupleur directif utilisé sur une ligne coaxiale peut se composer d'un conducteur disposé à l'intérieur de la ligne et parallèle à son axe. La longueur de ce conducteur doit être assez faible relativement à la plus petite des longueurs d'onde (fréquence la plus élevée) des oscillations non essentielles dont la puissance doit être mesurée.

Le conducteur est fermé, à une de ses extrémités, par une charge adaptée relativement à son impédance par rapport au conducteur extérieur de la ligne. Pourvu que la directivité soit suffisante, la tension qui apparaît à l'autre extrémité correspond presque entièrement à l'onde qui se propage à l'intérieur de la ligne coaxiale de l'extrémité ouverte vers l'extrémité fermée du conducteur du coupleur.

Un second coupleur est inséré dans la ligne pour mesurer la tension due à l'onde qui se propage dans la direction inverse.

La puissance sortant de la ligne est égale à la différence entre la puissance incidente et la puissance réfléchie. Pour chaque oscillation non essentielle cette puissance peut se calculer à l'aide de la formule:

$$P = (I_i^2 - I_r^2)\, Z_o \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.3a)$$

Le courant incident I_i et le courant réfléchi I_r peuvent être calculés d'après le coefficient d'étalonnage $k = (I_i)/(U_i) = (I_r)/(U_r)$, formule dans laquelle U_i et U_r représentent les tensions indiquées par le voltmètre sélectif correspondant respectivement au courant incident et au courant réfléchi dans la ligne, dont l'impédance caractéristique est Z_o.

Note. — Lorsqu'il est désirable d'exprimer en décibels la puissance d'une oscillation non essentielle relativement à la puissance de l'oscillation fondamentale, la formule 11.3.3a peut être remplacée par la formule suivante:

$$p_n = 10 \log \frac{(U_i^2 - U_r^2)_n}{(U_i^2 - U_r^2)_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{Z_{on}}{Z_{o1}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.3b)$$

dans laquelle les indices 1 et n se rapportent respectivement à l'oscillation fondamentale et à l'oscillation non essentielle considérée.

Si, comme c'est généralement le cas, l'impédance caractéristique peut être considérée comme constante aux fréquences des oscillations fondamentales et non essentielles, le dernier terme de la formule ci-dessus peut être supprimé et il n'est pas nécessaire de déterminer l'impédance caractéristique sur chaque fréquence.

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

c) Calibration

In the items *a)* and *b)* above it has been assumed that the various calibration factors were known. If, however, the calibration factors are unknown, either the measuring set as a whole shall be calibrated, or the substitution method of calibration shall be applied following the principles given in item *c)* of Sub-clause 11.3.1.

Particularly for balanced open-wire systems, where the asymmetrical characteristic impedance Z_{oa} is often unknown, this procedure may be applied to advantage.

Since the characteristic impedances may be considered constant, the calibration may be performed at an arbitrary piece of transmission line connected to a load which may differ from the load during the measurements proper.

For this reason, the two methods given in this sub-clause are particularly suited to measure a transmitter loaded by an aerial system, since, during calibration, the aerial system may be replaced by a low-power test load.

Moreover, the methods enable the power of a non-essential oscillation to be measured, regardless of whether it is generated directly in the transmitter concerned, or in a secondary manner, e.g. by interaction with other transmitters.

11.3.3 *Directional coupler method*

A pair of directional couplers, having a directivity (forward-backward ratio) of at least 30 dB and usually especially designed for the purpose, is inserted directly in the transmission line. The output terminals of each coupler are successively switched to a selective voltmeter to measure the incident and reflected power of each non-essential oscillation.

a) Unbalanced systems

For coaxial lines, the directional coupler may consist of a conductor arranged within the coaxial line parallel to its axis. Its length must be small compared with the wave-length that corresponds to the highest frequency of the non-essential oscillation the power of which is to be determined.

The conductor is provided at one end with a reflectionless termination relative to the outer conductor of the coaxial line. Provided that the directivity is sufficient, the voltage appearing at the open end is almost entirely due to the travelling wave which extends in the coaxial line from the open end to the terminated end of the conductor of the coupler.

A second coupler is inserted in the line to measure the voltage due to the travelling wave in the reverse direction.

The power is equal to the difference between the incident power and the reflected power and can be calculated for each non-essential oscillation by using the formula:

$$P = (I_i^2 - I_r^2)\, Z_o \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.3a)$$

The incident current I_i and the reflected current I_r may be calculated from the calibration factor $k = (I_i)/(U_i) = (I_r)/(U_r)$ where U_i and U_r represent the deflections of the selective voltmeter corresponding to the incident and reflected currents in the transmission line, the characteristic impedance of which is equal to Z_o.

Note. — When it is desired to express the power of a non-essential oscillation in decibels relative to the power of the fundamental, formula 11.3.3a may be replaced by:

$$p_n = 10 \log \frac{(U_i^2 - U_r^2)_n}{(U_i^2 - U_r^2)_1} + 20 \log \frac{k_n}{k_1} + 10 \log \frac{Z_{on}}{Z_{o1}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11.3.3b)$$

in which the suffixes 1 and n refer to the fundamental oscillation and the non-essential oscillation concerned.

If, as is usually the case, the characteristic impedance may be considered constant at the frequencies of the fundamental and non-essential oscillations, the last term may be omitted and it is not necessary to determine the characteristic impedance at each frequency.

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

b) Systèmes symétriques

Le coupleur directif utilisé sur une ligne symétrique peut se composer de deux conducteurs disposés symétriquement dans un plan parallèle et rapproché du plan formé par les deux conducteurs de la ligne.

Le coupleur, composé des deux conducteurs parallèles, est fermé à une de ses extrémités par une charge adaptée relativement à son impédance. Pourvu que la disposition soit parfaitement symétrique et que la directivité soit suffisante la tension apparaissant à l'autre extrémité est symétrique par rapport à la terre et elle correspond presque entièrement aux composantes symétriques de l'onde qui se propage dans la ligne de l'extrémité ouverte vers l'extrémité fermée des conducteurs du coupleur.

La puissance des composantes symétriques de l'oscillation non essentielle peut se calculer à l'aide des formules 11.3.3a ou 11.3.3b.

Il faut soigneusement éviter que la mesure des composantes symétriques ne soit affectée par les composantes asymétriques; il est recommandé d'utiliser un transformateur symétrique – asymétrique, présentant une grande atténuation sur les composantes asymétriques, pour mesurer la tension à la sortie du coupleur.

Cette méthode ne permet de mesurer que les composantes symétriques. L'utilisation d'un réflectomètre pour mesurer la puissance des composantes asymétriques est à l'étude.

c) Etalonnage

Si le dispositif de mesure sélectif est étalonné en tension et si le filtre coupe-bande sur la fréquence fondamentale, qu'il peut éventuellement comporter, présente une atténuation négligeable sur des oscillations non essentielles, le coefficient d'étalonnage k dépend seulement du coupleur directif et il est proportionnel à l'inverse de la fréquence, pour autant que la longueur du conducteur du coupleur soit assez faible par rapport à la longueur d'onde.

Lorsqu'il s'agit seulement de déterminer la puissance relative en décibels, le facteur $(k_n)/(k_1)$ dans la formule 11.3.2b peut s'écrire: $(f_1)/(f_n)$, rendant ainsi tout étalonnage inutile.

Si un étalonnage global de l'ensemble de mesure est néanmoins nécessaire, le premier et le deuxième alinéa de la rubrique *c)* du paragraphe 11.3.1 sont applicables.

Puisque l'étalonnage global peut se faire avec une charge qui peut être différente de celle utilisée pendant les mesures proprement dites, la méthode des coupleurs directifs convient particulièrement pour les mesures faites sur un émetteur alimentant une antenne. Elle rend possible la mesure de la puissance d'une oscillation non essentielle, que celle-ci soit engendrée par l'émetteur considéré ou par réaction avec d'autres émetteurs.

11.4 *Puissance des oscillations d'intermodulation externes d'émetteurs utilisant la même antenne ou des antennes situées proches les unes des autres*

Lorsque, dans la même station, plusieurs émetteurs utilisent des antennes proches les unes des autres, ou bien s'ils utilisent la même antenne, des oscillations non essentielles peuvent être produites par intermodulation entre ces émetteurs.

L'induction mutuelle des diverses antennes ou, dans le cas d'utilisation d'une seule antenne, l'imparfaite séparation des divers émetteurs par le(s) réseau(x) de couplage alimentant l'antenne commune peut être à l'origine de l'intermodulation. De plus, certaines oscillations d'intermodulation externes peuvent être dues à un blindage insuffisant entre les divers émetteurs ou à un filtrage insuffisant dans les conducteurs d'entrée des émetteurs, pour la source d'énergie, pour le contrôle et la commande.

Pour mesurer ces effets il est, en principe, possible d'utiliser les méthodes de mesures décrites au paragraphe 11.3.

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

b) Balanced systems

For balanced transmission lines, the directional coupler consists of two parallel conductors arranged symmetrically near to the line in a plane parallel to the plane containing the conductors of the transmission line.
The coupler consisting of both parallel conductors is provided at one end with a reflectionless termination. Provided that the arrangement is perfectly symmetrical and the directivity is sufficient, the voltage appearing at the open end is balanced to earth and almost entirely due to the symmetrical components of the travelling wave which extends in the transmission line from the open end to the terminated end of the conductor of the coupler.

The power of the symmetrical components of the non-essential oscillations can be calculated from the formulae 11.3.3a or 11.3.3b.
Care should be taken that the measurement of the power of the symmetrical components is not affected by asymmetrical components; the use of a transformer to transform the voltage at the output of the reflectometer from balance to unbalance and having a large attenuation for the asymmetrical components, is recommended.
With this method, only the power of the symmetrical components can be measured. The use of a reflectometer to measure the power of the asymmetrical components on a balanced transmission line is under consideration.

c) Calibration

If the selective measuring device is calibrated in volts, and the fundamental-rejection filter, if any, has negligible attenuation at frequencies of non-essential oscillations, the calibration factor k depends only on the directional coupler and is inversely proportional to frequency, as long as the length of the conductor of the directional coupler is small compared with the wave-length.

When the relative power in decibels is to be determined, the factor $(k_n)/(k_1)$ in formula 11.3.2b may be written as $(f_1)/(f_n)$, thus making any calibration unnecessary.
If calibration of the complete measuring set is still required, the particulars given in the first two paragraphs of item *c)* in Sub-clause 11.3.1, are applicable.
Since calibration may be performed with a load which may differ from the load during the measurements proper, the directional coupler method is well-suited for measurements on a transmitter connected to an aerial system and enables the power of a non-essential oscillation to be measured, regardless of whether it is generated in the transmitter itself, or caused by interaction with other transmitters.

11.4 *Power of external intermodulation components of transmitters using a common aerial or aerials located close to each other*

Where several transmitters in the same station make use of aerials located close to each other, or even feed a common aerial, non-essential oscillations may be generated as the result of intermodulation between these transmitters.

The intermodulation may be caused by interaction between the various aerials, or, when a common aerial is used, by imperfect separation of the various transmitters in the combining network(s) that feed(s) the common aerial. Moreover, certain external intermodulation products may be the direct result of induction due to imperfect screening of the various transmitters or may be caused by inadequate filtering of the power supply leads and control leads to the transmitters.

The methods of measurement described in Sub-clause 11.3 may, in principle, be used to measure these effects.

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

Dans le cas où plusieurs émetteurs alimentent une antenne commune et si le réseau de couplage est compris dans le cahier des charges de l'ensemble d'émissions, la puissance des oscillations d'intermodulation externes peut être mesurée à la sortie du réseau de couplage destiné à alimenter l'antenne, le réseau de couplage étant connecté à une charge d'essai, comme indiqué au paragraphe 10.1.2 *b*). Toutefois, lorsque les émetteurs fonctionnent sur des fréquences rapprochées, comme cela peut être le cas dans les stations de radiodiffusion à modulation de fréquence dans la bande 8 (ondes métriques), les produits d'intermodulation peuvent se trouver à moins de 1 MHz de la fréquence porteuse, ce qui requiert une très grande sélectivité du dispositif de mesure qui ne peut être obtenue dans tous les cas.

En résumé, il peut être dit que l'importance des produits d'intermodulation d'émetteurs utilisant la même antenne ou des antennes rapprochées dépend aussi bien de facteurs extérieurs à l'un quelconque des émetteurs que des caractéristiques particulières à chacun d'eux. Les caractéristiques afférentes à l'émetteur peuvent s'appeler « intermodulation par pertes de conversion ». Elle est fonction de l'écart de fréquence entre l'émetteur en essai et celui extérieur à la mesure. Des études plus approfondies sur les méthodes à utiliser pour la mesure de l'« intermodulation par pertes de conversion » seront données dans une future publication.

De ces considérations, il ressort que les mesures de la puissance des produits d'intermodulation, faites sur des émetteurs alimentant une ou plusieurs antennes, doivent faire l'objet d'une entente particulière.

12. Commentaires relatifs à la puissance des oscillations non essentielles fournie à un système d'antenne et à une charge d'essai

12.1 Le Règlement des Radiocommunications (voir Annexe F) fixe la puissance maximale tolérée pour les rayonnements non essentiels, en fonction de la puissance moyenne fournie par l'émetteur à l'entrée de la ligne d'alimentation de l'antenne, et en fonction des diverses bandes de fréquences où se trouve la bande de fréquences assignée à l'émission.

En des points éloignés de l'émetteur, le rapport entre le champ de l'émission principale et le champ correspondant au rayonnement non essentiel qui provoque le brouillage peut présenter une différence notable avec le rapport existant entre la puissance de l'oscillation fondamentale et celle de l'oscillation non essentielle, sur la même fréquence que le rayonnement considéré à l'entrée de la ligne d'alimentation de l'antenne. Cette différence peut provenir des causes suivantes:

— différence de directivité de l'antenne dans le plan horizontal et les plans verticaux pour les fréquences fondamentales et pour les fréquences des rayonnements non essentiels;

— propagation suivant des modes divers, ionosphériques ou autres, de l'émission principale et des rayonnements non essentiels.

De même, il n'existe aucune relation simple entre le champ mesuré d'un rayonnement non essentiel et la puissance délivrée à la ligne d'alimentation de l'antenne à la fréquence correspondant à ce rayonnement, lorsqu'il provient:

— des diverses parties de l'émetteur ou de la ligne d'alimentation de l'antenne elle-même;

— de conducteurs hétérogènes dans le système d'antenne présentant des caractéristiques non linéaires à leur point de jonction, tels que les contacts métal-terre des antennes verticales mises à la terre utilisées sur les ondes hectométriques et kilométriques;

— de conducteurs non linéaires situés dans le champ à grande intensité de l'émission principale, lesquels peuvent se comporter comme des générateurs secondaires.

Pour ces diverses raisons, la puissance des oscillations non essentielles, mesurée sur la ligne d'alimentation de l'antenne, n'est pas toujours une représentation réelle des brouillages que peuvent provoquer les rayonnements non essentiels correspondants; ceci est encore plus évident lorsque, pour les mesures, l'émetteur est connecté à une charge d'essai comme cela est expliqué ci-après.

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

In the particular case that several transmitters feed a common aerial and the combining networks are covered by the relevant specification of the complete transmitting system, the power of the external intermodulation products may be measured at the output terminals of the final network intended to feed the aerial, this final network being connected to a test load as specified in item *b)* of Sub-clause 10.1.2. However, if the transmitters work on nearby frequencies, as may happen for instance in sound-broadcasting stations using frequency modulation in band 8 (VHF), intermodulation products may be found with a frequency separation less than 1 MHz from the carrier frequency which imposes requirements on the selectivity of the measuring equipment which cannot always be met in practice.

Summarizing, it may be stated that the magnitude of intermodulation products involving transmitters using the same or adjacent aerials depends on environmental factors which are external to any one of the transmitters, in addition to intrinsic characteristics of the respective transmitters. The pertinent characteristic of a transmitter itself may be called the "intermodulation conversion loss", which is a function of the frequency separation between the transmitter under test and an external transmitter. Further study will be given to methods of measuring "intermodulation conversion loss" for future publication.

In this connection, it should be understood that the measurement of the power of intermodulation components with the transmitters connected to one or several aerials will be the subject of a special agreement.

12. Explanatory clause on the power of non-essential oscillations supplied to an aerial system and to a test load

12.1 The maximum permissible level of the power of any non-essential radiation, with respect to the mean power supplied by a transmitter to its aerial transmission line, is specified in the Radio Regulations (see Appendix F) and depends on the frequency band within which the band of frequencies assigned to the emission is situated.

At locations distant from the transmitter, the ratio of the field intensity of the fundamental emission to the field intensity of the non-essential radiation, which causes interference, may differ noticeably from the ratio, at the input of the transmission line, between the power of the fundamental oscillation and that of the non-essential oscillation corresponding to the non-essential radiation concerned. This difference may be due to:

— a difference in horizontal and vertical aerial directivity for the fundamental frequencies and the frequencies of the non-essential radiation;

— the propagation over various paths depending on whether the fundamental and non-essential radiation involve ionospheric propagation or not.

Likewise, there is no simple relation between the measured field intensity of a non-essential radiation and the power supplied to the transmission line at the frequency corresponding to that radiation when it originates from:

— parts of the transmitter or the aerial transmission line itself;

— conductors of the aerial system composed of different material and having non-linear characteristics at their point of junction, as for instance, the metal-earth contact of vertical earthed aerials for medium-wave and long-wave transmitters;

— conductors with non-linear characteristics located within the high intensity fundamental field of the transmitter which might act as subsidiary generators.

For this variety of reasons, the power of non-essential oscillations measured at the output terminals of a transmitter is not always a real measure of the interference which may be caused by such oscillations; this holds true to a still higher degree when, for the purpose of making measurements, the transmitter would be connected to a test load as explained hereafter.

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

12.2 La puissance d'une oscillation non essentielle délivrée à la charge de sortie dépend non seulement de la force électromotrice E_n, mais encore de l'impédance interne de l'émetteur Z_{sn} et de l'impédance de la charge de sortie Z_{on} à la fréquence f_n de l'oscillation non essentielle considérée. Afin de mettre en évidence cette dépendance, on peut dire que, pour un certain émetteur, la puissance est maximale si les deux impédances Z_{sn} et Z_{on} ont des valeurs complexes et conjuguées, et elle est minimale si la composante réelle de Z_{on} est très grande ou très petite sur la fréquence considérée. Les grandeurs E_n et Z_{sn} dépendent du dispositif d'accord de l'étage final, dont le réglage dépend de l'impédance Z_{o1} que présente pour l'émetteur la charge considérée à la fréquence fondamentale f_1; cette impédance étant généralement plus ou moins différente de l'impédance nominale Z_o. Par ailleurs, l'impédance de charge Z_{on} sur les oscillations non essentielles dépend en grande partie de la fréquence en raison de l'impédance de l'antenne, des caractéristiques de transfert du réseau d'adaptation de celle-ci à sa ligne d'alimentation, et de la ligne elle-même. Par voie de conséquence, la puissance des oscillations non essentielles dépend du type d'antenne utilisé, et aussi, pour une antenne donnée, de l'impédance de charge Z_{o1} qu'elle présente à la fréquence fondamentale.
Lorsque, conformément au Règlement des Radiocommunications, les mesures sont faites sur l'ensemble d'émission au complet, la puissance des oscillations non essentielles ainsi mesurée est fonction de la charge présentée par l'antenne utilisée à la station d'émission. L'utilisation d'un autre type d'antenne ou d'une charge d'essai conduit généralement à des résultats différents.
Pour les raisons mentionnées ci-dessus, la spécification d'une charge d'essai pour vérifier la conformité avec le Règlement des Radiocommunications est impraticable, particulièrement quand cette charge doit être alimentée symétriquement (voir article 13).
D'autre part, afin de permettre la comparaison des puissances d'oscillations non essentielles d'émetteurs de fabrications différentes, une charge d'essai de caractéristiques normalisées est nécessaire. Ceci peut être obtenu en spécifiant une impédance de valeur déterminée, avec certaines tolérances, dans toute une gamme de fréquences s'étendant jusqu'à la fréquence la plus élevée des oscillations non essentielles à mesurer. Toutefois, dans ce cas, les stipulations du Règlement des Radiocommunications concernant la puissance maximale tolérée ne sont pas applicables.

13. Commentaires relatifs à la puissance des oscillations non essentielles fournie symétriquement et asymétriquement à une charge de sortie symétrique

13.1 *Généralités*

Lorsque la sortie d'un émetteur est symétrique, les tensions sur chaque borne de sortie par rapport à la terre ne sont généralement pas égales, ni exactement en opposition de phase. Ce peut être aussi le cas pour le courant dans chaque conducteur de la ligne d'alimentation de la charge.

Si la charge de sortie se compose de deux parties séparées — par exemple, deux charges d'essai, comme dans la figure 4, page 65 — sans couplage entre elles, chaque moitié du circuit équilibré peut être traitée séparément. Dans ce cas, les puissances mesurées dans chaque partie peuvent être additionnées pour obtenir la puissance totale de chaque oscillation non essentielle.

En général, la charge de sortie peut être représentée par trois impédances connectées en étoile ou en triangle (voir figure 9, page 68). Comme les deux parties du circuit équivalent sont couplées entre elles par l'impédance Z_c, la puissance totale doit être calculée de façon différente. A cette égard, il est très utile de décomposer les tensions et courants en composantes symétriques * et asymétriques **.

13.2 *Décomposition des tensions en composantes symétriques et asymétriques*

Les tensions $\overline{V}_A$ et $\overline{V}_B$ dans la figure 9a, page 68, qui sont d'inégale amplitude et qui présentent une différence de phase φ, peuvent être décomposées en composantes symétriques et composantes asymétriques, de façon à obtenir deux tensions symétriques $\overline{V}_{As}$ et $\overline{V}_{Bs}$ égales et en opposition de phase et deux tensions asymétriques $\overline{V}_{Aa}$ et $\overline{V}_{Ba}$ égales et en phase; voir figure 10a, page 68.

---

* Composantes « équilibrées », « en opposition de phase » ou « en série » sont des termes équivalents.
** Composantes « non équilibrées », « en phase » ou « en parallèle » sont des termes équivalents.

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

12.2 The power of a non-essential oscillation supplied to the terminal load depends not only on the electromotive force E_n, but also on the source impedance Z_{sn} of the transmitter and on the impedance of the terminal load Z_{on} for the frequency f_n of the non-essential oscillation concerned. To show the dependency it may be mentioned that, for a given transmitter, the power is at a maximum if Z_{sn} and Z_{on} are the complex conjugate, and zero if the resistive component of Z_{on} is infinitely large or infinitely small at that particular frequency.

The quantities E_n and Z_{sn} depend on the tuning devices of the final stage, the position of which is determined by the actual load impedance Z_{o1} (usually different from the nominal load impedance Z_o), which is presented to the transmitter at the fundamental frequency f_1. Moreover, the load impedance Z_{on} at the frequencies of the non-essential oscillations depends largely on frequency due to the impedance of the aerial and to the transfer properties of the aerial matching network and the transmission line. Hence, the power of the non-essential oscillations depends on the type of aerial employed, and for a given aerial, also on the load impedance Z_{o1} which is presented at the fundamental frequency.

When, in accordance with the Radio Regulations, the measurements are performed at the complete transmitting system, the power of the non-essential oscillations so measured is related to the impedance of the load presented by the aerial used at the transmitting station. Connection to an other type of aerial or to a test load will generally produce different results.

For these reasons, to specify the impedance of the test load in order to check compliance with the Radio Regulations is impracticable, particularly when a balanced test load is to be used (see Clause 13).

On the other hand, to make possible a comparison of the powers of non-essential oscillations of transmitters of different make, a test load with standardized characteristics is required. This may be done by specifying the impedance to within certain close tolerances in a frequency range including the highest frequency of the non-essential oscillations to be measured. In this case, however, the requirements with respect to the maximum permissible power as laid down in the Radio Regulations, are not applicable.

13. Explanatory clause on the power of non-essential oscillations supplied to a balanced terminal load in a symmetrical (push-pull) and in an asymmetrical (push-push) mode

13.1 *General*

When the output terminals of a transmitter are balanced, the voltages of each terminal with respect to earth will generally not be equal, nor will they be exactly in counter phase. The same may apply for the current in each of the conductors of the transmission line.

If the terminal load consists of two separate parts, e.g. two test loads as in Figure 4, page 65, without any coupling being present, each half of the balanced circuit may be considered separately. In this case, the powers measured in each part may be added to obtain the total power of each non-essential oscillation.

In general, the terminal load may be represented by three impedances connected in star or in triangle (see Figure 9, page 68). Since both parts of the substitution circuit are coupled one to each other by the impedance Z_c, the total power is to be determined in another way. In this respect, it is useful to resolve the voltages or the currents into symmetrical * and asymmetrical ** components.

13.2 *Conversion of voltages into symmetrical and asymmetrical components*

The voltages $\overline{V}_A$ and $\overline{V}_B$ in Figure 9a, page 68, which have different magnitudes and a phase difference φ, may each be resolved into a symmetrical and an asymmetrical component to obtain two symmetrical voltages $\overline{V}_{As}$ and $\overline{V}_{Bs}$, equal and in counter phase, and two asymmetrical voltages $\overline{V}_{Aa}$ and $\overline{V}_{Ba}$, equal and in phase, as shown in Figure 10a, page 68.

---

* Equivalent terms: " balanced ", " out-of-phase ", " push-pull " or " series " components.
** Equivalent terms: " unbalanced ", " in-phase ", " push-push " or " parallel " components.

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

D'après la représentation vectorielle de la figure 10b, page 68, la relation entre les diverses composantes peut s'expliquer de la façon suivante:

- tensions symétriques:

$$\overline{V}_{As} = -\overline{V}_{Bs} = \tfrac{1}{2}(\overline{V}_A - \overline{V}_B), \text{ d'amplitude } V_s = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right| *$$

- tensions asymétriques:

$$\overline{V}_{Aa} = \overline{V}_{Ba} = \tfrac{1}{2}(\overline{V}_A + \overline{V}_B), \text{ d'amplitude } V_a = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$$

Si l'impédance de charge est symétrique par rapport à la terre — ce qui est le cas lorsque les impédances Z_A et Z_B sont égales — il peut être démontré que la puissance totale est égale à la somme de la puissance correspondant aux composantes symétriques (P_s) et de la puissance correspondant aux composantes asymétriques (P_a), les puissances P_s et P_a étant respectivement égales à:

$$P_s = 4\,V_s^2 \left\{ \frac{1}{2\,R_p} + \frac{1}{R_{Cp}} \right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13.2a)$$

et:

$$P_a = V_a^2 \cdot \frac{2}{R_p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13.2b)$$

dans lesquelles:

R_p = la composante résistive parallèle de Z_A (= Z_B)

R_{Cp} = la composante résistive parallèle de Z_C

Dans ces formules, $\frac{1}{2\,R_p} + \frac{1}{R_{Cp}}$ représente la conductance symétrique $\frac{1}{R_{ps}}$ mesurée à l'aide d'un pont d'admittance entre les bornes A et B, $\frac{2}{R_p}$ étant égal à la conductance asymétrique $\frac{1}{R_{pa}}$ mesurée entre la terre et les bornes A et B court-circuitées.

Pour déterminer l'amplitude V_a des tensions asymétriques, il est créé une terre artificielle en connectant deux impédances auxiliaires Z_D égales entre les bornes A et B comme indiqué dans la figure 9a, page 68. Z_D peut-être constituée, par exemple, par deux condensateurs de valeur égale et suffisamment faible afin que leur réactance représente une charge négligeable pour le circuit; voir figure 5, page 65. Il peut être démontré que la tension mesurée entre la terre artificielle D et la terre réelle E est égale à $V_a = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$.

Lors de l'utilisation d'un voltmètre sélectif à entrée symétrique, il est possible de mesurer directement l'amplitude V_s des tensions symétriques qui est égale à la moitié de la tension $\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right| = 2\,V_s$ existant entre les bornes A et B. Habituellement, les tensions V_A, V_B et $\tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$ sont mesurées à l'aide d'un appareil à entrée asymétrique. Ensuite, la représentation vectorielle, établie d'après la figure 10b, page 68, permet de déduire l'amplitude de la composante symétrique $V_s = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right|$.

---

* $\overline{V}_A - \overline{V}_B$ représente la différence vectorielle entre les tensions $\overline{V}_A$ et $\overline{V}_B$; $\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right|$ étant l'amplitude.

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

The relation between the various components may be derived from the vector parallelogram of Figure 10b, page 68, as follows:

— symmetrical voltages:

$$\overline{V}_{As} = -\overline{V}_{Bs} = \tfrac{1}{2}(\overline{V}_A - \overline{V}_B), \text{ with magnitude } V_s = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right| *$$

— asymmetrical voltages:

$$\overline{V}_{Aa} = \overline{V}_{Ba} = \tfrac{1}{2}(\overline{V}_A + \overline{V}_B), \text{ with magnitude } V_a = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$$

If the load impedance is symmetrical with respect to earth — this being the case when the impedances Z_A and Z_B are equal — it can be shown that the total power is equal to the sum of the power supplied by the symmetrical components (P_s) and the power supplied by the asymmetrical components (P_a), where P_s and P_a are equal to:

$$P_s = 4\,V_s^2 \left\{ \frac{1}{2\,R_p} + \frac{1}{R_{Cp}} \right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13.2a)$$

and:

$$P_a = V_a^2 \cdot \frac{2}{R_p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13.2b)$$

in which:

R_p = the parallel-resistive component of Z_A ($=Z_B$)

R_{Cp} = the parallel-resistive component of Z_C

In these formulae, $\frac{1}{2\,R_p} + \frac{1}{R_{Cp}}$ represents the symmetrical conductance $\frac{1}{R_{ps}}$ measured by a symmetrical admittance bridge between the terminals A and B, $\frac{2}{R_p}$ being equal to the asymmetrical conductance $\frac{1}{R_{pa}}$ measured between earth and the terminals A and B short-circuited.

To determine the magnitude V_a of the asymmetrical voltages, an artificial earth D is made by connecting two equal auxiliary impedances Z_D between the terminals A and B as shown in Figure 9a, page 68. Z_D may, e.g. consist of two equal capacitors of such a small value that these impedances put only a negligible load on the circuit; see Figure 5, page 65. It can be shown that the voltage measured between the artificial earth D and true earth E is equal to $V_a = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$.

If a selective voltage measuring set with balanced input terminals is available, the magnitude V_s of the symmetrical voltages may be measured directly as half the voltage $\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right| = 2\,V_s$ appearing between the terminals A and B. Usually an unbalanced instrument is used, with the aid of which the voltage V_A, V_B and $V_a = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A + \overline{V}_B\right|$ are measured. The vector parallelogram of Figure 10b, page 68, is constructed, from which the magnitude of the symmetrical component $V_s = \tfrac{1}{2}\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right|$ can be derived.

---

* $\overline{V}_A - \overline{V}_B$ means the vectorial difference of the voltages $\overline{V}_A$ and $\overline{V}_B$; $\left|\overline{V}_A - \overline{V}_B\right|$ being the magnitude of this quantity.

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

13.3 *Décomposition des courants en composantes symétriques et asymétriques*

De même que les tensions, les courants $\overline{I}_A$ et $\overline{I}_B$ dans la ligne d'alimentation de la charge (voir figure 9b, page 68) peuvent être décomposés en composantes symétriques $\overline{I}_{As}$ et $\overline{I}_{Bs}$ et en composantes asymétriques $\overline{I}_{Aa}$ et $\overline{I}_{Ba}$. Une représentation vectorielle identique permet de déduire:

— les courants symétriques:

$$\overline{I}_{As} = -\overline{I}_{Bs} = \tfrac{1}{2}(\overline{I}_A - \overline{I}_B), \text{ d'amplitude } I_s$$

— les courants asymétriques:

$$\overline{I}_{Aa} = \overline{I}_{Ba} = \tfrac{1}{2}(\overline{I}_A + \overline{I}_B), \text{ d'amplitude } I_a$$

Si l'impédance de la charge est symétrique, la puissance totale est égale à la somme de la puissance délivrée dans le mode symétrique:

$$P_s = I_s^2 \cdot 2\, R_s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13.3a)$$

et de la puissance délivrée dans le mode asymétrique:

$$P_a = 4\, I_a^2 (\tfrac{1}{2}\, R_s + R_{Cs}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13.3b)$$

formules dans lesquelles:

R_s = la composante résistive série de Z_A (= Z_B)
R_{Cs} = la composante résistive série de Z_C

Dans ces formules, 2 R_s représente la composante symétrique résistive R_{ss} mesurée entre les bornes A et B à l'aide d'un pont d'impédance à entrée symétrique, $\frac{1}{2}\, R_s + R_{Cs}$ étant égal à la résistance asymétrique R_{sa} mesurée entre la terre et les bornes A et B court-circuitées.

Les courants peuvent être mesurés à l'aide d'une boucle blindée placée symétriquement entre les deux conducteurs de la ligne d'alimentation de la charge de la façon indiquée dans la figure 7, page 67. Lorsque le plan de la boucle est parallèle à celui formé par les deux conducteurs, c'est le total des courants symétriques $|\overline{I}_A - \overline{I}_B| = 2\, I_s$ qui est mesuré, lorsque les plans sont perpendiculaires, c'est la somme des courants asymétriques $|\overline{I}_A + \overline{I}_B| = 2\, I_a$ qui est mesurée.

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

13.3 *Conversion of currents into symmetrical and asymmetrical components*

The currents $\overline{I}_A$ and $\overline{I}_B$ in the transmission line (see Figure 9b, page 68) may be resolved in a similar way into symmetrical components $\overline{I}_{As}$ and $\overline{I}_{Bs}$ and into asymmetrical components $\overline{I}_{Aa}$ and $\overline{I}_{Ba}$. An identical vector diagram applies from which the components may be derived as follows:

— symmetrical currents:

$$\overline{I}_{As} = -\overline{I}_{Bs} = \tfrac{1}{2}(\overline{I}_A - \overline{I}_B), \text{ with magnitude } I_s$$

— asymmetrical currents:

$$\overline{I}_{Aa} = \overline{I}_{Ba} = \tfrac{1}{2}(\overline{I}_A + \overline{I}_B), \text{ with magnitude } I_a$$

If the load impedance is symmetrical, the total power amounts to the sum of the power supplied in the symmetrical mode:

$$P_s = I_s^2 \cdot 2\,R_s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13.3a)$$

and the power supplied in the asymmetrical mode:

$$P_a = 4\,I_a^2\,(\tfrac{1}{2}\,R_s + R_{Cs}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13.3b)$$

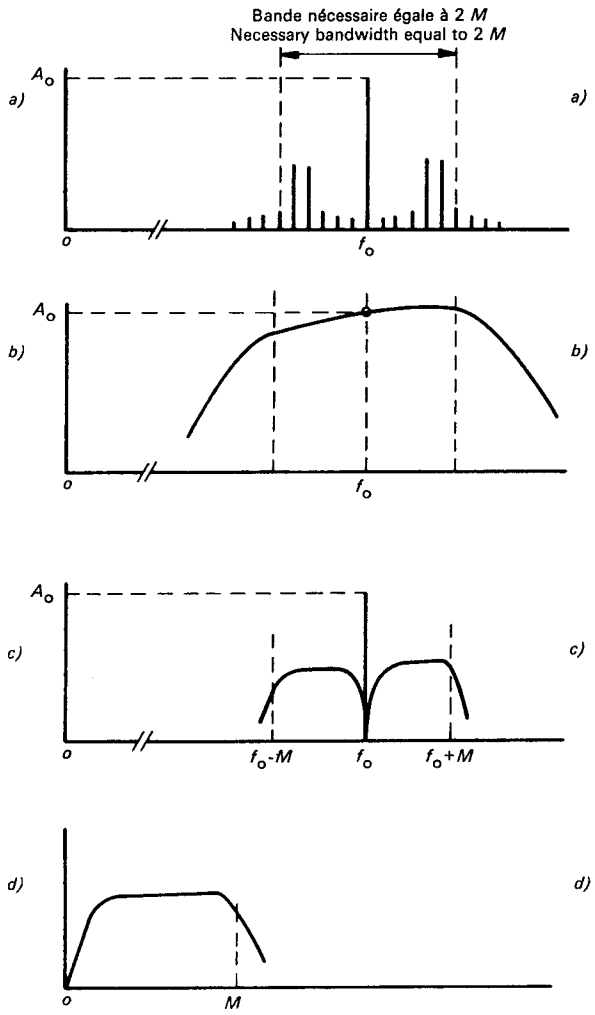
in which:

R_s = the series-resistive component of Z_A (= Z_B)
R_{Cs} = the series-resistive component of Z_C

In these formulae, $2\,R_s$ represents the symmetrical resistive component R_{ss} measured by a symmetrical impedance bridge between the terminals A and B, $\tfrac{1}{2}\,R_s + R_{Cs}$ being equal to the asymmetrical resistance R_{sa} measured between earth and the terminals A and B short-circuited.

The currents may be determined with a screened loop placed symmetrically between the conductors of the transmission line as shown in Figure 7, page 67. When the plane of the loop is parallel to that of the conductors, the sum of the symmetrical currents $|\overline{I}_A - \overline{I}_B| = 2\,I_s$ is measured; if the loop is perpendicular to the plane of the conductors, the sum of the asymmetrical currents $|\overline{I}_A + \overline{I}_B| = 2\,I_a$ is indicated.

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

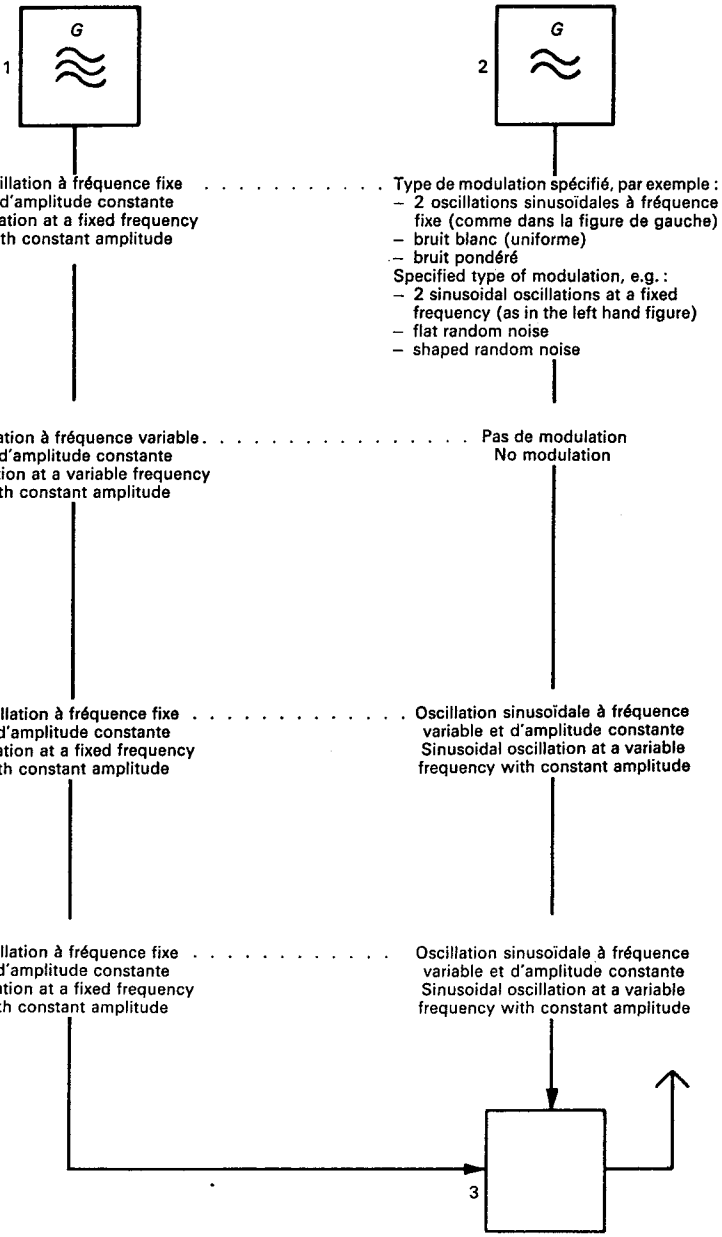


a) Largeur de bande
Bandwidth

b) Bande passante radioélectrique
Radio-frequency pass-band

c) Caractéristique amplitude/fréquence radioélectrique
(sur la bande latérale supérieure et inférieure)
Amplitude/radio-frequency characteristic
(of the lower and upper sideband)

d) Caractéristique amplitude/fréquence de modulation
(après détection linéaire d'amplitude)
Amplitude/modulation frequency characteristic
(after linear amplitude detection)



Abscisses : fréquence radioélectrique: figures *a), b)* et *c)*
fréquence de modulation: figure *d)*

Abscissae : radio-frequency: figures *a), b)* and *c)*
modulating frequency: figure *d)*

Ordonnées : amplitude sur une échelle arbitraire
Ordinates : amplitude on an arbitrary scale

A_o = amplitude de la porteuse
amplitude of the carrier

f_o = fréquence de la porteuse
frequency of the carrier

M = fréquence de modulation la plus élevée que l'on désire transmettre avec un affaiblissement faible et défini
highest modulating frequency which it is desired to transmit with a specific small attenuation

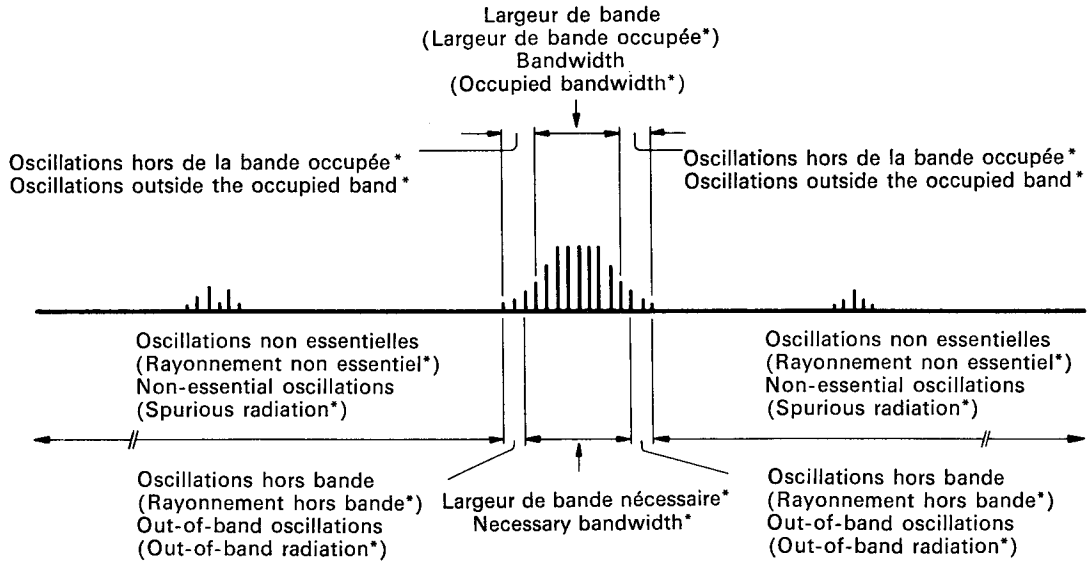
1 = générateur déterminant la fréquence porteuse
generator determining the carrier frequency

2 = générateur produisant le signal modulant
generator producing the modulating signal

3 = émetteur en essai
transmitter under test

FIG. 1. – Eclaircissement des concepts largeur de bande, bande passante radioélectrique et caractéristique amplitude/fréquence (d'un émetteur de radiotéléphonie à double bande).
Elucidation of the concept of bandwidth, passband and amplitude/frequency characteristic (of a double-sideband radiotelephone transmitter).

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



Abscisse : fréquence radioélectrique
Abscissa : radio frequency

Ordonnée : puissance sur une échelle arbitraire
Ordinate : power on an arbitrary scale

Notes 1. — Les termes marqués d'un astérisque sont définis dans les Avis du C.C.I.R. et dans le Règlement des Radiocommunications; voir les annexes B et C. Les autres termes sont définis dans l'article 4.

2. — La puissance moyenne totale est le total des puissances de toutes les composantes spectrales.

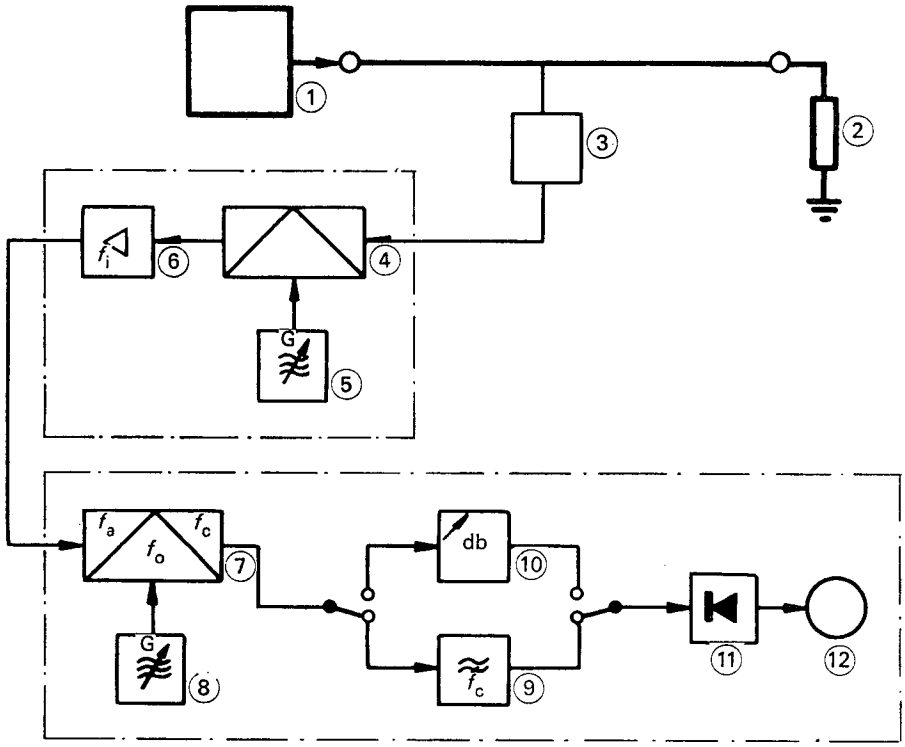
Notes 1. — The terms marked with an asterisk are defined in the relevant C.C.I.R. Recommendations and in the Radio Regulations; see Appendices B and C. The other terms are defined in Clause 4.

2. — The total mean power is the sum of the powers of all spectral components.

FIG. 2. – Spectre d'une émission (émission plus étroite que nécessaire).

Spectrum of an emission (emission narrower than perfect).

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



① = émetteur en essai
transmitter under test

② = charge de sortie
terminal load

③ = dispositif de couplage
coupling device

④ = premier modulateur
first frequency converter

⑤ = premier oscillateur à fréquence variable
first variable-frequency oscillator

⑥ = amplificateur intermédiaire
intermediate-frequency amplifier

⑦ = second modulateur
second frequency converter

⑧ = second oscillateur à fréquence variable
second variable-frequency oscillator

⑨ = filtre passe-haut
high-pass filter

⑩ = atténuateur variable
variable attenuator

⑪ = détecteur
amplitude detector

⑫ = appareil de mesure étalonné en valeur efficace
r.m.s. indicating instrument

FIG. 3. – Schéma synoptique simplifié d'un ensemble de mesure de largeur de bande utilisant un seul filtre passe-haut.

Simplified block diagram of bandwidth measuring equipment using a single high-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

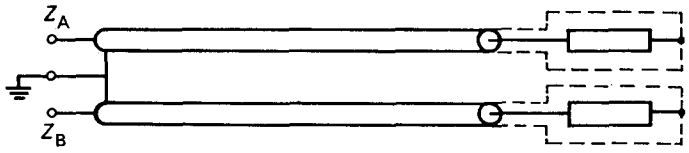
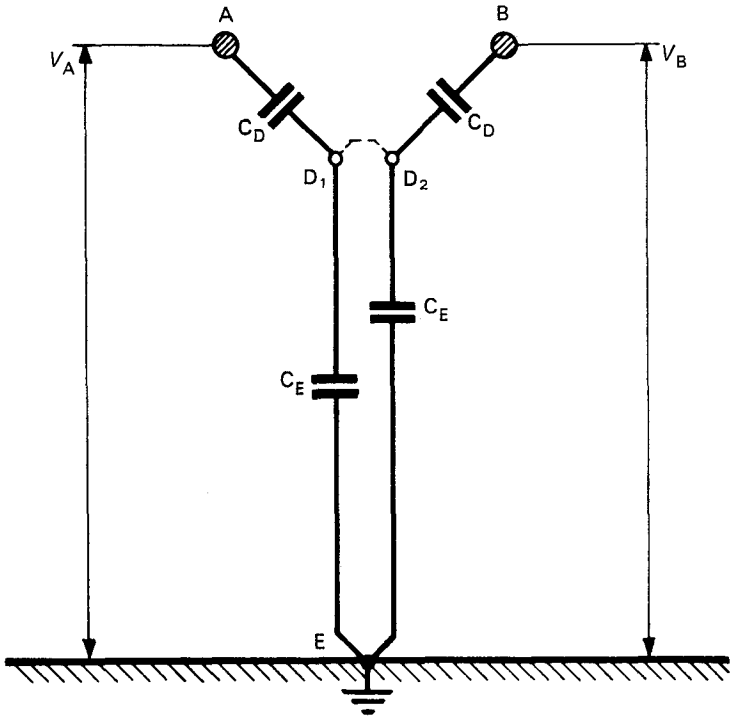


FIG. 4. – Charge d'essai pour un émetteur à sortie symétrique.
Test load for a transmitter with balanced output terminals.

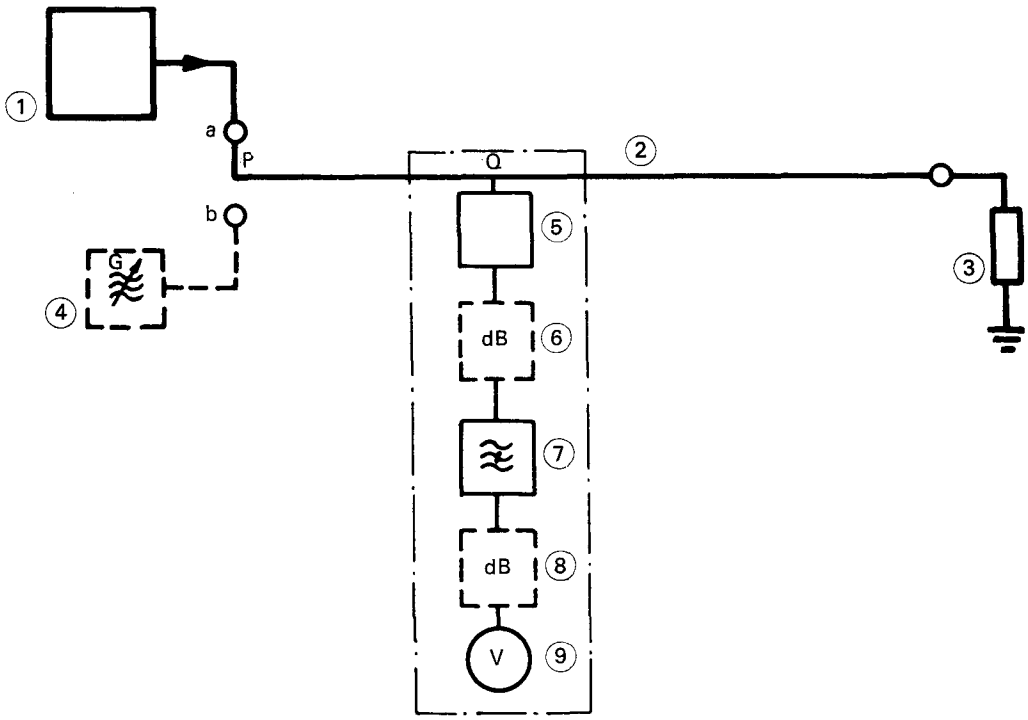


Note. — A et B représentent une coupe transversale de la ligne d'alimentation de la charge. Pour plus amples détails, se reporter au texte de l'alinéa *a)* 2) du paragraphe 11.3.1.

Note. — A and B represent a cross-section of the conductors of the transmission line. For further details, reference is made to the text of item *a)* 2) of Sub-clause 11.3.1.

FIG. 5. – Diviseur de tension capacitif placé sur une ligne symétrique.
Capacitive voltage divider on a balanced transmission line.

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



① = émetteur en essai
transmitter under test

② = ligne d'alimentation de la charge
transmission line

③ = charge de sortie
terminal load

④ = générateur auxiliaire
auxiliary generator

Ensemble de mesure sélectif comprenant:
Selective measuring set comprising:

⑤ = dispositif de couplage
coupling device

⑥ = atténuateur de séparation
isolating pad

⑦ = filtre coupe-bande fondamentale
fundamental-rejection filter

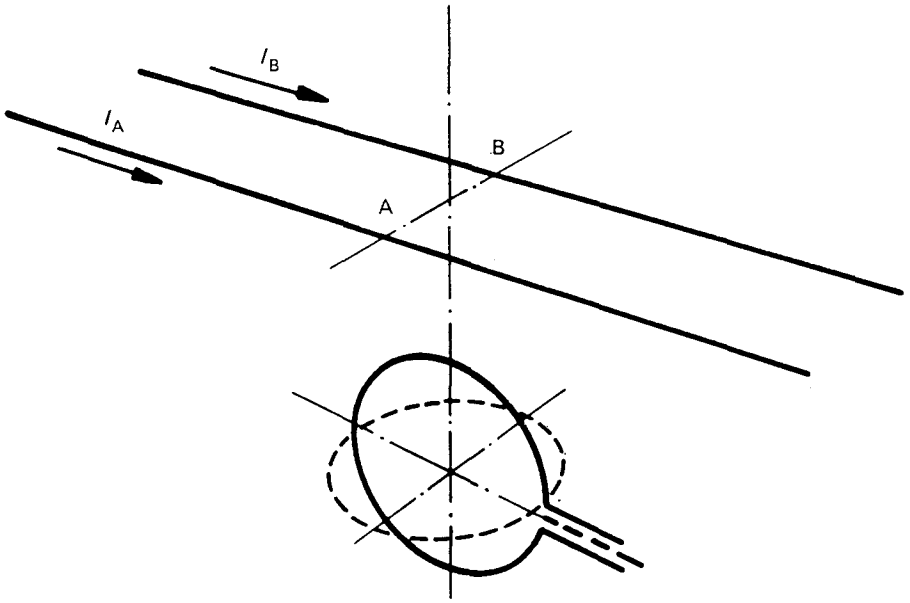
⑧ = atténuateur de séparation
isolating pad

⑨ = voltmètre sélectif
selective voltmeter

FIG. 6. – Schéma synoptique de la disposition utilisée pour la mesure de la puissance des oscillations non essentielles.

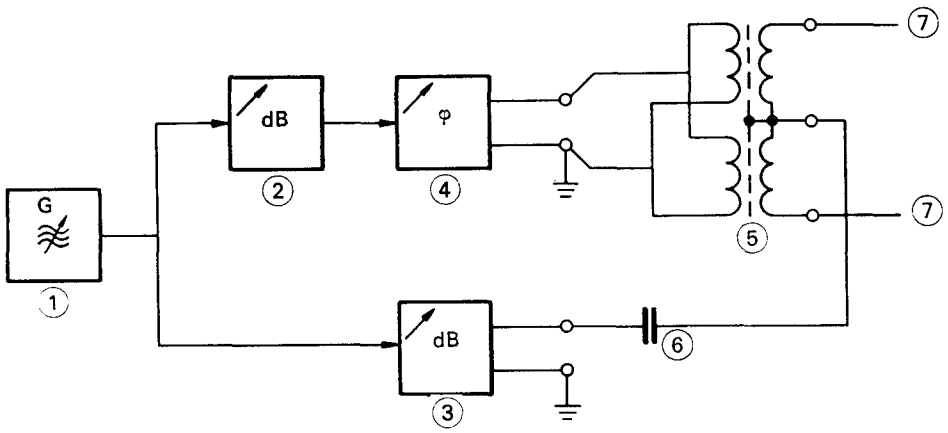
Block schematic of the arrangement of equipment used for the measurement of the power of non-essential oscillations.

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



Note. — Pour plus amples détails, se reporter à l'alinéa *b)* 2) paragraphe 11.3.1.
Note. — For further details, reference is made to the text of item *b)* 2) of Sub-clause 11.3.1.

FIG. 7. – Position de la boucle de couplage par rapport à une ligne symétrique.
Position of the coupling loop with respect to a balanced transmission line.



① = générateur auxiliaire / auxiliary generator
② & ③ = atténuateurs réglables / variable attenuators
④ = déphaseur / phase shifter
⑤ = transformateur asymétrique-symétrique / balance-unbalance transformer
⑥ = capacité de compensation de l'inductance de fuite entre les deux moitiés de l'enroulement symétrique du transformateur 5 / capacitor to compensate for the leakage inductance between both halves of the balanced winding of transformer 5
⑦ = ligne d'alimentation de la charge / transmission line

FIG. 8. – Alimentation d'une ligne en tensions symétriques et asymétriques à l'aide d'un générateur unique.
Single generator supplying symmetrical and asymmetrical voltages to a balanced transmission line.

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

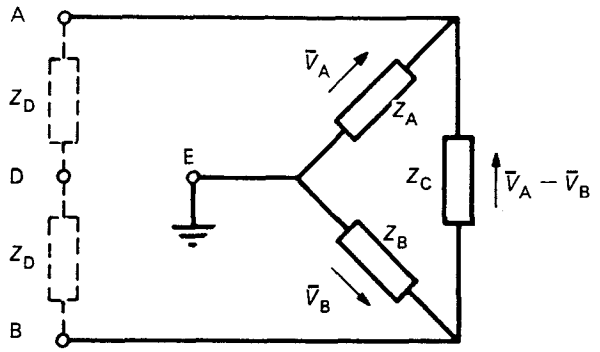


FIGURE 9a

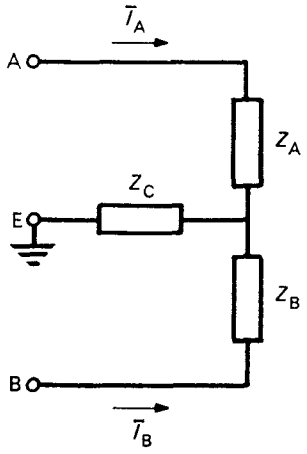


FIGURE 9b

FIG. 9. – Schémas équivalents d'une charge d'essai symétrique.
Substitution diagrams of a balanced terminal load.

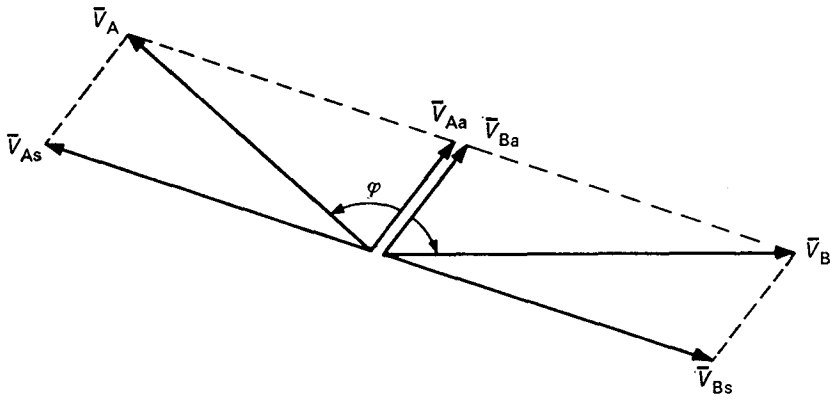


FIGURE 10a

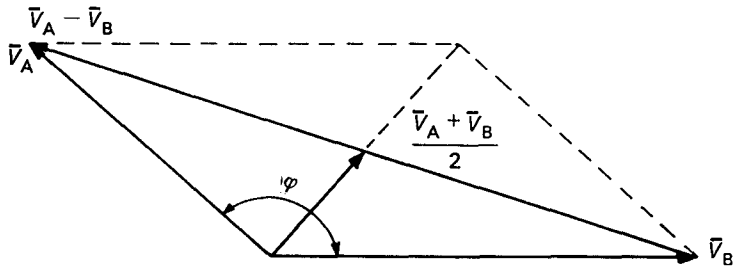


FIGURE 10b

FIG. 10. – Représentation vectorielle des composantes symétriques et asymétriques.
Vector diagrams on symmetrical and asymmetrical components.

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 33.060.20

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