

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60244-1

Première édition
First edition
1968-01

**Méthodes de mesure applicables aux
émetteurs radioélectriques**

**Première partie:
Conditions générales de mesure, fréquence,
puissance de sortie et puissance consommée**

Methods of measurement for radio transmitters

**Part 1:
General conditions of measurement, frequency,
output power and power consumption**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60244-1: 1968

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60244-1

Première édition
First edition
1968-01

**Méthodes de mesure applicables aux
émetteurs radioélectriques**

**Première partie:
Conditions générales de mesure, fréquence,
puissance de sortie et puissance consommée**

Methods of measurement for radio transmitters

**Part 1:
General conditions of measurement, frequency,
output power and power consumption**

© IEC 1968 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
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
1. Objet	8
2. Domaine d'application	8

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

3. Termes et définitions	8
4. Conditions de mesure	12
5. Conditions supplémentaires concernant la source d'énergie	14
6. Conditions climatiques et mécaniques	20

SECTION DEUX — FRÉQUENCE

7. Notes concernant les mesures de fréquence	24
8. Définitions générales concernant la fréquence	26
9. Mesure de la fréquence caractéristique d'une émission	30
10. Mesures effectuées pendant la période initiale de variation de fréquence d'un émetteur	32
11. Tolérance de fréquence et erreur maximale de fréquence d'un émetteur	32
12. Stabilité de fréquence et variation maximale de fréquence d'un émetteur	38
13. Dérive de fréquence (d'un émetteur radioélectrique)	42
14. Erreur moyenne de réglage de la fréquence et précision de réglage de la fréquence	42

SECTION TROIS — PUISSANCE DE SORTIE

15. Note générale concernant la puissance de sortie	46
16. Puissance moyenne	46
17. Puissance de l'onde porteuse	52
18. Puissance en crête de modulation	52
19. Caractéristique puissance de sortie en fonction de la fréquence émise	58
20. Puissance nominale	60

SECTION QUATRE — PUISSANCE CONSOMMÉE, FACTEUR DE PUISSANCE ET RENDEMENT GLOBAL

21. Puissance consommée	60
22. Facteur de puissance	64
23. Rendement global	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
1. Object	9
2. Scope	9

SECTION ONE — GENERAL

3. Terms and definitions.	9
4. Conditions of measurement	13
5. Supplementary conditions for primary power supply	15
6. Environmental conditions	21

SECTION TWO — FREQUENCY

7. Notes on frequency measurements	25
8. General definitions on frequency	27
9. Measurement of the characteristic frequency of an emission	31
10. Measurements during the initial period of frequency variation of a transmitter	33
11. Frequency tolerance and maximum frequency error of a transmitter	33
12. Frequency stability and maximum frequency variation of a transmitter	39
13. Frequency drift (of a radio transmitter)	43
14. Mean frequency setting error and frequency resetting accuracy	43

SECTION THREE — OUTPUT POWER

15. General note on output power.	45
16. Mean power.	47
17. Carrier power	53
18. Peak envelope power	53
19. Output power/radio-frequency characteristics	59
20. Rated power	61

SECTION FOUR — POWER CONSUMPTION, TOTAL POWER-FACTOR AND OVER-ALL EFFICIENCY

21. Power consumption	61
22. Total power-factor	65
23. Over-all efficiency	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES
AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES**

**Première partie : Conditions générales de mesure, fréquence,
puissance de sortie et puissance consommée**

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 radio-électrique, du Comité d'Etudes N° 12 de la CEI, Radiocommunications.

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

Cette première partie traite des méthodes de mesure relatives à un certain nombre de caractéristiques communes aux émetteurs pour toutes les classes d'émission. En outre, elle spécifie les conditions normalisées de mesure applicables à ces mesures, ainsi qu'à celles décrites dans les autres parties spécialisées. Les autres parties de la recommandation complète, qui paraîtront au fur et à mesure de leur mise au point, devront être utilisées conjointement avec cette première partie.

Les informations de caractère général, les Avis et Rapports du C.C.I.R. et les Articles du Règlement des Radiocommunications édité 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 première partie (Publication 244-1A de la CEI).

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

Il fut décidé, au cours d'une réunion tenue à Interlaken en 1961, d'étudier des méthodes de mesure recommandées pour les matériels d'émission radioélectrique. Les divers projets furent discutés lors des réunions tenues à Kootwijk en 1961 et à Ulm et Stockholm en 1962. A la suite de la réunion tenue à Venise en 1963, un projet définitif pour chacune des sections fut élaboré et soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet, août et novembre 1964 respectivement.

Les modifications reçues concernant la section deux furent discutées lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965 et soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1966.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO TRANSMITTERS

Part 1: General conditions of measurement, frequency, output power and power consumption

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 1 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 1 deals with methods of measurement of a number of characteristics applicable to transmitters for all classes of emission. In addition, standard conditions of measurement are specified which apply to these measurements, as well as to those described in the other specialized parts. The other parts of the complete Recommendation should therefore always be used in conjunction with Part 1.

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 to this Recommendation, whenever it was considered useful to have these references at hand. These appendices are contained in the first Supplement to Part 1 (IEC Publication 244-1A).

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.

At a meeting held in Interlaken in 1961, it was decided to study recommended methods of measurement for radio transmitting equipment. Several drafts were discussed at meetings held in Kootwijk in 1961, and in Ulm and Stockholm in 1962. As a result of the meeting held in Venice in 1963, a final draft for each section was prepared and submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July, August and November 1964, respectively.

Amendments received on Section Two were discussed at the meeting held in Tokyo in 1965 and were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1966.

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République de)	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	
Italie	

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	Portugal
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	

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

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

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

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Roumanie
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Inde	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	

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

Australia	Korea (Republic of)
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

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

Australia	Norway
Belgium	Poland
Canada	Portugal
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Korea (Republic of)	United States of America
Netherlands	

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

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

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

Australia	Korea (Republic of)
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
France	Sweden
Germany	Switzerland
India	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AUX ÉMETTEURS RADIOÉLECTRIQUES

Première partie : Conditions générales de mesure, fréquence, puissance de sortie et puissance consommée

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 effectuées 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 les organismes habilités des pays considérés.

Il n'est pas mentionné de valeurs limites admissibles des différentes grandeurs correspondant à un fonctionnement acceptable; ces valeurs devront être données par 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).

2. **Domaine d'application**

Les conditions normalisées de mesure et (à moins qu'il en soit autrement précisé dans les autres parties) les méthodes de mesure des caractéristiques données dans cette partie de la recommandation, sont applicables à des émetteurs radioélectriques pour diverses classes d'émission.

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

3. **Termes et définitions**

Les méthodes de mesure décrites dans cette partie et dans les autres parties de la présente recommandation sont précédées de la définition de la grandeur à mesurer, soit dans l'article considéré, soit dans un article séparé, afin de mettre en évidence la cohérence entre les diverses définitions.

Autant que possible, les définitions sont conformes à celles figurant dans le Vocabulaire Electrotechnique International de la CEI ou à celles utilisées par les autres Comités d'Etudes de la CEI ainsi qu'à celles d'autres organisations internationales. Lorsqu'il existe une différence, celle-ci est apparue comme étant nécessaire à une meilleure compréhension de la présente recommandation.

Quelques termes très généraux sont donnés dans les paragraphes ci-dessous; ceux figurant entre guillemets sont la reproduction de textes du C.C.I.R. (Voir référence [1] de l'annexe A.)

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO TRANSMITTERS

Part 1: General conditions of measurement, frequency, output power and power consumption

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 as laid down by the standardizing body of the country concerned.

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 as 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).

2. Scope

The standard conditions of measurement and (unless otherwise specified in the other parts) the methods of measuring the characteristics given in this part of the Recommendation, apply to radio transmitters for various classes of emission.

SECTION ONE — GENERAL

3. Terms and definitions

The methods of measurements described in this part and in the other parts of this Recommendation are preceded by the definition of the quantity to be measured, either in the relevant clause or in a separate clause in order to show the coherence between the various definitions.

As far as practicable, the definitions are in conformity with those given in the IEC International Electrotechnical Vocabulary, or used by other Technical Committees of the IEC and international bodies. Where deviations exist, these deviations appeared necessary for a better understanding of this Recommendation.

In the sub-clauses below, some very general terms are given; those between quotation marks have been taken from the C.C.I.R. (See reference [1] of Appendix A.)

3.1 *Émetteur (radioélectrique)*

« Appareil produisant de l'énergie radioélectrique en vue d'assurer une radiocommunication. »

Dans le cadre de la présente recommandation, les équipements auxiliaires nécessaires pour maintenir l'émetteur en fonctionnement normal, ainsi que ceux qui pourraient être nécessaires à l'adaptation d'impédance entre l'antenne d'émission (ou la ligne d'alimentation) et l'émetteur, y compris les filtres d'harmoniques (ou autres), doivent être considérés comme faisant partie de l'émetteur.

3.2 *Ensemble émetteur (radioélectrique)*

« Ensemble d'appareils comprenant un émetteur radioélectrique connecté à une ou plusieurs antennes ou plusieurs émetteurs connectés à une antenne commune. »

Si cela n'est pas spécialement indiqué, la présente recommandation ne concerne que l'utilisation d'un seul émetteur.

3.3 *Cahier des charges de l'émetteur*

Tout document spécialement établi, qui décrit le comportement et les caractéristiques d'un équipement (note 1) dans des conditions normales d'utilisation, ainsi que dans des conditions de dérangement type (note 2) qui peuvent intervenir lors des conditions normales d'utilisation.

Notes 1. — Dans le sens de la présente recommandation, le mot « équipement » désigne un émetteur tel que décrit ci-dessus.

2. — Pour les principes généraux et les méthodes d'essais à suivre pour s'assurer que l'équipement reste sûr dans les conditions normales d'utilisation et dans les conditions de dérangement type, la Publication 215 de la CEI: Règles de sécurité applicables aux matériels d'émission radioélectrique, doit être prise en considération.

3.4 *Type*

Un type englobe des produits ayant des caractéristiques de construction analogues, fabriqués suivant les mêmes techniques, et faisant partie de la gamme des caractéristiques (notes 2 et 3) habituellement réalisée dans la fabrication considérée.

Notes 1. — Il n'est pas tenu compte des dispositifs accessoires de montage, pour autant qu'ils n'ont pas d'influence sensible sur les résultats des essais.

2. — Par « caractéristiques », il faut entendre l'ensemble des points suivants:

- a) caractéristiques électriques;
- b) dimensions;
- c) résistance aux contraintes climatiques et mécaniques.

3. — Les limites de la gamme des caractéristiques doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

3.5 *Essais de type*

Série complète d'essais à effectuer sur un certain nombre de spécimens identiques représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant donné peut être considéré comme étant en mesure de fabriquer des produits répondant aux spécifications.

3.6 *Approbaton de type*

Décision de l'autorité compétente (le client lui-même ou son mandataire) par laquelle elle reconnaît qu'un fabricant donné peut être considéré comme étant en mesure de produire en quantité suffisante le type répondant aux spécifications.

3.1 *(Radio) transmitter*

“Apparatus producing radio-frequency energy for the purpose of radiocommunication.”

For the purpose of this Recommendation, such auxiliary equipment as is necessary to maintain the transmitter in normal operation, together with any device to match the impedance of the aerial (or the aerial transmission line) to the transmitter, including harmonic or other filters, shall be considered as a part of the transmitter.

3.2 *(Radio) transmitting system*

“Apparatus comprising a radio transmitter connected to its aerial or aeriels; also several transmitters connected to a common aerial.”

Unless specifically indicated, this Recommendation refers only to single radio transmitters.

3.3 *Relevant equipment specification*

Any document especially drawn up or provided, which describes the properties and the performance of an equipment (Note 1) under specified conditions of normal use, together with specified fault conditions (Note 2) which may arise under this normal use.

Notes 1. — For the purpose of this Recommendation, the word “equipment” denotes a radio transmitter as defined above.

2. — For the general principles and the test methods to be followed to assess that the equipment will remain safe under conditions of normal use and under specified fault conditions, reference is made to IEC Publication 215, Safety Requirements for Radio Transmitting Equipment.

3.4 *Type*

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer’s usual range of ratings (Notes 2 and 3) for these products.

Notes 1. — Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

2. — “Ratings” cover the combinations of:

- a) electrical ratings;
- b) sizes;
- c) behaviour under environmental stresses.

3. — The limits of the range of ratings shall be agreed between customer and manufacturer.

3.5 *Type test*

The complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining that a particular manufacturer can be considered capable of producing products meeting the specification.

3.6 *Type approval*

The decision by the proper authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered capable of producing, in reasonable quantities, the type meeting the specification.

3.7 *Essais de réception*

Essais effectués pour décider de l'acceptation d'un lot sur la base d'un accord entre le client et le constructeur.

Cet accord doit couvrir:

- a) la taille de l'échantillon;
- b) le choix des essais;
- c) la mesure dans laquelle les spécimens soumis aux essais choisis dans les normes, devront être conformes aux spécifications.

Note. — Dans le cas où les résultats d'essais ne concorderaient pas entre eux, les méthodes d'essais normalisées par la CEI devront être employées pour les essais de réception.

3.8 *Essais de contrôle en usine*

Essais effectués par le fabricant pour vérifier que ses produits répondent aux spécifications.

4. **Conditions de mesure**

On doit éviter soigneusement toutes situations qui pourraient endommager l'émetteur, spécialement ses tubes ou semiconducteurs.

Si aucune autre valeur moyenne n'a été mentionnée par le constructeur de l'émetteur, les caractéristiques pratiques de chaque tube ou semiconducteur utilisé dans l'émetteur pendant l'essai doivent se trouver dans les limites des caractéristiques moyennes données par le fabricant du tube ou du semiconducteur.

Sauf indications contraires, les mesures doivent être effectuées dans des conditions normalisées de tension de la source d'énergie, de température, de pression atmosphérique, d'humidité et de charge de sortie, et dans des conditions de modulation spécifiées, comme indiqué respectivement aux paragraphes 4.1 et 4.2. Après que l'émetteur a été placé dans ces conditions, les réglages doivent rester constants pendant toutes les mesures, à l'exception de ceux qui doivent être modifiés avant ou pendant une période spécifiée de mesure.

4.1 *Conditions normalisées de fonctionnement*

4.1.1 *Conditions concernant la source d'énergie*

Les mesures s'effectuent à la tension et à la fréquence nominales de la source d'énergie, mentionnées dans le cahier des charges concernant l'émetteur.

Pendant les séries de mesures partielles effectuées sur un émetteur, la tension et la fréquence de la source d'énergie ne doivent pas s'écarter des valeurs nominales au delà de la limite mentionnée dans le cahier des charges concernant l'émetteur.

Note. — Si un régulateur de tension est incorporé à l'émetteur radioélectrique soumis aux mesures, et si les caractéristiques de l'émetteur dépendent essentiellement du fonctionnement de ce régulateur, les résultats peuvent être différents suivant que les fluctuations de la tension sont lentes ou rapides. Un régulateur de tension du type électromécanique n'est pas susceptible de compenser les fluctuations rapides de la tension et ceci peut affecter sensiblement les caractéristiques de l'émetteur, à moins qu'on en ait déjà tenu compte dans l'établissement du redresseur et des circuits de régulation.

Lorsque la tension nominale et la fréquence nominale ne peuvent être obtenues pendant la mesure, on applique la méthode suivante:

- a) Si les grandeurs à mesurer dépendent de la tension et/ou de la fréquence et que la loi de relation en est connue, les valeurs sont mesurées à une tension et une fréquence qui doivent se trouver dans les limites permises par le cahier des charges concernant l'émetteur. Le cas échéant, les quantités mesurées sont corrigées par le calcul pour obtenir leurs valeurs réelles à la tension et/ou à la fréquence nominale.

Note. — Il y a lieu de noter le fait que, dans le cahier des charges, des limites différentes de tension et de fréquences peuvent être indiquées pour des caractéristiques différentes de l'émetteur.

3.7 *Acceptance tests*

Tests carried out to determine the acceptability of a consignment on a basis of an agreement between customer and manufacturer.

The agreement shall cover:

- a) the sample size;
- b) the selection of tests;
- c) the extent to which the test specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

3.8 *Factory tests*

Tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

4. **Conditions of measurement**

Care shall be taken to avoid all conditions which may lead to damage of the transmitter, especially its tubes or valves or semiconductor devices.

If no other average data have been specified by the transmitter manufacturer, the actual characteristics of each tube or valve or semiconductor device used in the transmitter during the test shall lay within its normal average data range quoted by the tube, valve or semiconductor device manufacturer.

Unless otherwise specified, the measurements shall be carried out under standard conditions with respect to primary power supply, temperature, air pressure, humidity and terminal load, and under specified conditions of modulation, as laid down below in the Sub-clauses 4.1 and 4.2, respectively. After the radio transmitter has been finally set up for these conditions, the settings shall be kept constant during all measurements, with the exception of those settings that must be varied before or during a specified period of the measurements.

4.1 *Standard conditions of operation*

4.1.1 *Conditions for primary power supply*

The measurements are carried out at the nominal voltage and the nominal frequency of the power supply given in the relevant equipment specification.

During a series of measurements carried out as part of one test on one equipment, the voltage and the frequency of the power supply shall not deviate from the nominal values more than indicated in the relevant equipment specification.

Note. — If a voltage regulator is incorporated in the radio transmitter being measured, and if the transmitter performance is essentially dependent upon the proper function of this regulator, the results may be quite different whether the voltage fluctuates at a fast or at a slow rate. A voltage regulator of electromechanical type will not be able to compensate for fast voltage fluctuations and the latter may considerably affect the performance of the transmitter, unless they are taken care of in the rectifier and stabilizing circuits.

When the nominal voltage and frequency cannot be obtained during the measurements, the following shall apply:

- a) If the quantities to be measured depend on voltage and/or frequency and the law of dependence is known, the values are measured at a voltage and a frequency which shall be within the limits laid down in the relevant equipment specification. If necessary, the measured quantities are corrected to the nominal voltage and/or frequency by calculation.

Note. — Attention is drawn to the fact that, in the equipment specification, different limits of the voltage and the frequency may be given for different specified characteristics of the transmitter.

- b) Si les grandeurs à mesurer dépendent de la tension et/ou de la fréquence et que la loi de relation est inconnue, les valeurs sont mesurées à une tension et une fréquence qui doivent se trouver à $\pm 2\%$ de la tension nominale et à $\pm 1\%$ de la fréquence nominale, à moins que des tolérances plus étroites soient mentionnées dans le cahier des charges.

La recherche des écarts par rapport aux valeurs nominales des caractéristiques de l'émetteur à l'intérieur des limites mentionnées au cahier des charges pour la tension et la fréquence de la source d'énergie, fait l'objet d'un accord particulier.

Les conditions normalisées comportent aussi les conditions supplémentaires concernant la source d'énergie indiquées à l'article 5.

4.1.2 *Conditions climatiques et mécaniques*

Les mesures sont effectuées dans les « conditions atmosphériques de mesure » ou les « conditions atmosphériques normales d'arbitrage » indiquées aux paragraphes 6.1 et 6.3.

La recherche des propriétés de l'émetteur en présence d'autres conditions climatiques et mécaniques fait l'objet d'un accord mutuel.

4.1.3 *Charge de sortie*

L'émetteur doit débiter sur une charge d'essai. Les caractéristiques de cette charge en fonction de la puissance qu'elle est capable de supporter et son impédance dans la bande de fréquences, doivent être en rapport avec les valeurs et tolérances mentionnées au cahier des charges concernant l'émetteur.

Les dispositifs de connexion de la charge d'essai à la sortie de l'émetteur font partie de la charge d'essai.

Notes 1. — Si on utilise une charge d'essai refroidie par un fluide, celui-ci doit circuler avec le débit normal lors de la mesure d'impédance de l'antenne.

2. — L'impédance de la charge d'essai peut varier en fonction de la puissance dissipée. L'utilisation de lampes à incandescence comme charge d'essai n'est donc pas recommandée pour effectuer les mesures faisant l'objet de cette recommandation, particulièrement dans le cas de la modulation d'amplitude.

La recherche sur l'émetteur des variations de certaines caractéristiques autour de leur valeur nominale à l'intérieur des limites d'impédance de la charge mentionnées dans le cahier des charges, est l'objet d'un accord particulier.

4.2 *Conditions de modulation*

Les mesures s'effectuent dans les conditions de modulation particulières à la classe d'émission indiquée dans le cahier des charges concernant l'émetteur, y compris, suivant le cas, la condition d'absence de modulation.

Note. — La classification des émissions est donnée à l'annexe B. Le signal de modulation et la condition d'absence de modulation sont décrits dans le tableau I de l'annexe C.

Si des mesures particulières requièrent que la condition de modulation soit normalisée, cette condition est indiquée aux paragraphes qui concernent ces mesures particulières.

5. **Conditions supplémentaires concernant la source d'énergie**

Outre le fait qu'elle doit satisfaire aux sections appropriées du cahier des charges, la source d'énergie utilisée pour les essais d'un émetteur radioélectrique doit avoir une stabilité suffisante

- b) If the quantities to be measured depend on voltage and/or frequency and the law of dependence is unknown, the values are measured at a voltage and a frequency which shall lay within $\pm 2\%$ of the nominal voltage and within $\pm 1\%$ of the nominal frequency, unless closer tolerances are specified in the equipment specification.

Investigation into the deviations from the rated data of the transmitter within the limits of the operating voltage and frequency given in the equipment specification is subject to agreement.

Standard conditions imply the presence of the supplementary conditions for the primary power supply specified in Clause 5.

4.1.2 *Environmental conditions*

As to the atmospheric conditions, the measurements are carried out under the “standard environmental testing conditions” or “standard environmental referee conditions” specified in the Sub-clauses 6.1 and 6.3.

Investigation of the properties of the transmitter at other environmental conditions is subject to agreement.

4.1.3 *Terminal load*

The transmitter shall be terminated by a test load. The characteristics of this test load with respect to power handling capacity and impedance in the relevant frequency range shall be in accordance with the quantities and tolerances given in the relevant equipment specification.

The apparatus connecting the test load to the output terminal device of the transmitter are part of the test load.

Notes 1. — If a fluid-cooled test load is used, the coolant at its normal rate of flow shall be present when the impedance is measured.

2. — The impedance of the test load may change depending on the power dissipated. Incandescent lamps are therefore not recommended as a test load for carrying out measurements according to this Recommendation, particularly when amplitude modulation is present.

Investigation into the deviation from the rated data of the transmitter within the limits of the load impedance given in the relevant equipment specification is subject to agreement.

4.2 *Conditions of modulation*

The measurements are carried out under conditions of modulation relevant to the class of emission specified in the relevant equipment specification, including, where applicable, the condition of no modulation.

Note. — The classification of emissions is given in Appendix B. Modulating signals and the condition of no modulation for the various classes of emissions are described in Table I of Appendix C.

If particular measurements require the condition of modulation to be standardized, this condition is given in the clauses relevant to such measurements.

5. **Supplementary conditions for primary power supply**

In addition to conforming to the relevant sections of the equipment specification, the primary power supply used for testing a radio transmitter shall be sufficiently stable that no appreciable

pour que celui-ci ne subisse pas de variations notables sous l'effet de modifications des paramètres de cette source.

Note. — Une source d'énergie alimentant simultanément une autre charge de même nature et de même importance ou d'importance supérieure à celle présentée par l'émetteur en cours d'essai et qui peut avoir une influence sur les caractéristiques de ce dernier, est un cas spécial qui n'est pas couvert par cette recommandation. Ce cas peut être couvert par des systèmes spéciaux, utilisant une compensation ou des dispositifs de protection, ou l'un et l'autre.

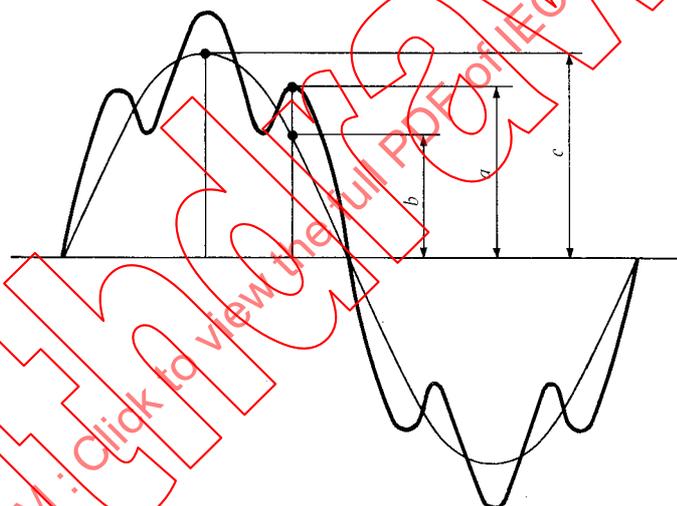
En général, la condition mentionnée ci-dessus sera satisfaite si la source d'énergie remplit les conditions ci-après.

5.1 Conditions concernant les sources de courant alternatif

5.1.1 Forme d'onde et impédance de la source

A moins qu'il en soit autrement précisé, une source de courant alternatif pratiquement sinusoïdale et d'impédance assez faible afin de n'avoir qu'une influence négligeable sur les caractéristiques de l'émetteur en cours de fonctionnement, doit être utilisée pour alimenter celui-ci.

La forme d'onde d'une tension est considérée comme pratiquement sinusoïdale si la différence entre la valeur instantanée de la tension et la valeur instantanée de l'onde fondamentale ne dépasse pas 5% de sa valeur maximale en n'importe quel point de la courbe ($a - b \leq 0,05c$; voir figure 1).



a = valeur instantanée de la tension
 b = valeur instantanée de l'onde fondamentale
 c = valeur maximale de l'onde fondamentale

FIG. 1. — Forme d'onde de la tension de la source d'énergie en courant alternatif.

En complément au paragraphe 4.1.1, on ne peut considérer l'impédance d'une source de courant alternatif comme suffisamment basse que lorsque les conditions du précédent alinéa sont satisfaites, l'émetteur étant déconnecté ou étant placé dans n'importe quelle condition normale de fonctionnement.

Notes 1. — Ces conditions sont établies d'après les Publications de la CEI:
84: Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure.
119: Recommandations pour les cellules, éléments redresseurs et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins.

2. — Pour un émetteur où le rapport de la charge de la source de courant alternatif à sa puissance de court-circuit a une influence, les parties correspondantes des articles 443, 444, 445 et 446 de la Publication 84 de la CEI doivent être observées.

variations in the performance of the transmitter under test will be introduced by changes in the parameters of the power supply.

Note. — A power supply system simultaneously supplying another load of the same nature and of the same magnitude or a magnitude superior to the one presented by the transmitter and which may have influence on the transmitter performance is a special case which is outside the scope of this Recommendation. This case may be covered by special arrangements, using compensating and/or protecting devices.

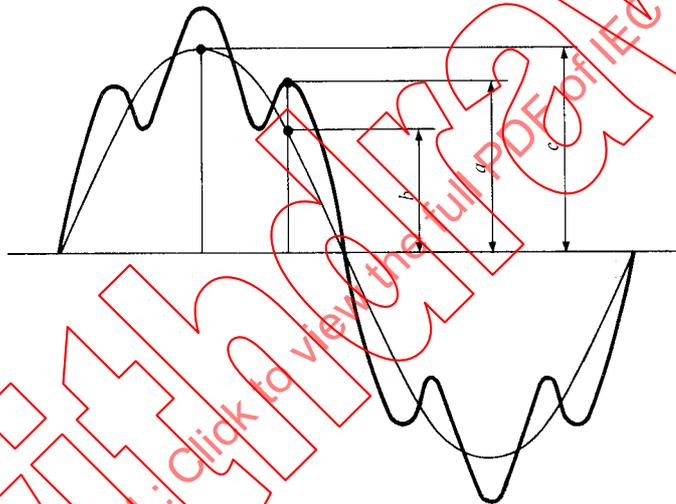
In general, the afore-mentioned condition will be met if the power supply conforms to the following stipulations.

5.1 *A. C. system conditions*

5.1.1 *Wave-form and source impedance*

Unless otherwise specified, a substantially sinusoidal alternating voltage source of sufficiently low impedance to have negligible influence on the operation of the transmitter, shall be connected to the a.c. terminals of the transmitter.

The wave-form of a voltage is considered to be substantially sinusoidal if the largest deviation from the instantaneous value of the fundamental wave for any part of the curve does not exceed 5% of the amplitude of the fundamental wave ($a - b \leq 0.05 c$; see Figure 1).



- a = the instantaneous value of the voltage
- b = the instantaneous value of the fundamental wave
- c = the amplitude of the fundamental wave

FIG. 1. — Voltage wave-form of the primary a.c. power supply.

In addition to meeting the requirements of Sub-clause 4.1.1, the impedance of the a.c. system will be considered sufficiently low if the wave-form stipulations of the preceding paragraph are met with the equipment switched off, or functioning under any normal condition.

Notes 1. — These requirements are in accordance with IEC Publications:

- 84, Recommendations for Mercury-arc Convertors;
- 119, Recommendations for Polycrystalline Semiconductor Rectifier Stacks and Equipments.

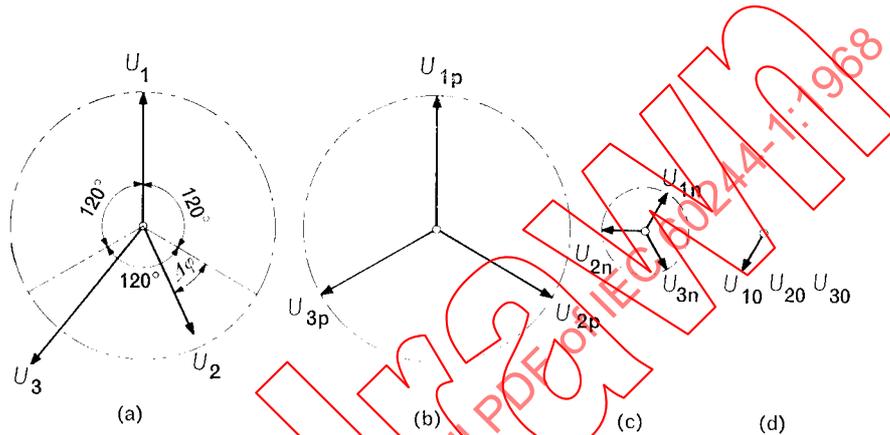
- 2. — For a transmitter where the ratio of the load on the a.c. system to its short-circuit capacity is such that the system impedance has influence, the applicable parts of the Clauses 443, 444, 445 and 446 of IEC Publication 84 should be followed.

5.1.2 *Symétrie des systèmes polyphasés*

Les sources d'alimentation en courants polyphasés doivent présenter des tensions symétriques.

Note 1. — Le cahier des charges de l'émetteur doit clairement indiquer si l'équipement est prévu pour être utilisé avec un système polyphasé non symétrique, ainsi que les tolérances admissibles sur la non symétrie.

Les tensions d'un système polyphasé doivent être considérées comme symétriques si, considérant l'oscillation à la fréquence fondamentale, ni les composantes inverses, ni les composantes homopolaires ne dépassent 1 % des composantes directes, quand l'équipement est en fonctionnement; voir figure 2.



- a) Système non-symétrique
- b) Système à composantes directes
- c) Système à composantes inverses
- d) Système à composantes homopolaires

Note. — Tout système triphasé non-symétrique peut être considéré comme la superposition de trois systèmes symétriques; un système à composantes directes, un système à composantes inverses et un système à composantes homopolaires (en phase).

Il existe une relation spécifique entre les composantes de ces trois systèmes symétriques et le déséquilibre d'amplitude et de phase du système non symétrique d'origine.

Par exemple, en prenant le cas où la composante inverse et la composante homopolaire sont toutes les deux égales à la valeur $a\%$ de la composante directe, la composante la plus grande du système non symétrique dépasse la plus petite de moins de $3a\%$. Le décalage de phase $\Delta\varphi$ est alors inférieur à $1,72a$ degrés.

Ces valeurs approximatives sont valables quand a est inférieur à 5%.

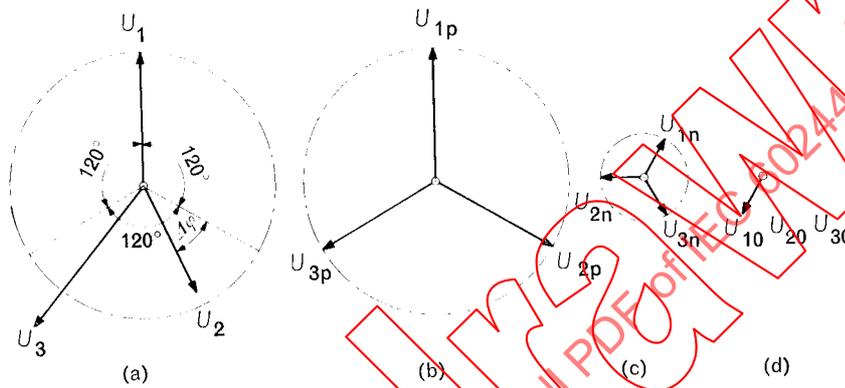
FIG. 2. — Déséquilibre d'un système triphasé.

5.1.2 *Symmetry of poly-phase systems*

Poly-phase supply sources shall be symmetrical in respect of the voltages.

Note 1. — It shall be clearly stated in the relevant equipment specification if the equipment is specifically designed for use with a non symmetrical poly-phase system, together with its tolerances.

The voltages are to be considered as symmetrical if, with respect to the fundamental frequency, neither the negative sequence component nor the zero sequence component exceeds 1% of the positive sequence component, when the equipment is in operation; see Figure 2.



- a) Non-symmetrical system
- b) Positive sequence system
- c) Negative sequence system
- d) Zero sequence system

Note. — Any non-symmetrical three-phase system may be considered as a superposition of three symmetrical systems, a positive-sequence system, a negative-sequence system and a zero-sequence (in phase) system.

There is a specific relation between the components of these symmetrical systems and the amplitude and phase angle unbalance of the original non-symmetrical system.

Considering, e.g. the case where the negative-sequence component and the zero-sequence component both are $\alpha\%$ of the positive-sequence component, the largest component of the non-symmetrical system exceeds the smallest by less than $3\alpha\%$, the phase angle unbalance $\Delta\varphi$ being less than 1.72α degrees.

These approximate values are valid when α is less than 5%.

FIG. 2. — Unbalance of a three-phase system.

Si un système polyphasé n'est pas parfaitement symétrique, mais reste dans ces limites, la moyenne arithmétique des tensions entre phases peut être prise comme tension de ligne.

Note 2. — Ces conditions sont prises d'après les Publications 84 et 119 (voir note 1, paragraphe 5.1.1) et 76 de la CEI: Transformateurs de puissance.

5.2 *Conditions concernant les sources de courant continu*

Bien que les caractéristiques des sources d'énergie en courant continu puissent avoir une influence notable sur celles de l'émetteur connecté à ce type d'alimentation, l'utilisation de ce dernier type n'est pas considérée comme générale.

Dans la majorité des cas, l'utilisation d'une source de courant continu est limitée à des domaines bien définis tels que émetteurs portatifs, émetteurs utilisés sur véhicules, station d'engins de sauvetage, faisceaux hertziens, etc. Dans ces domaines, l'émetteur est habituellement étudié pour satisfaire aux conditions prescrites quand il est alimenté par une source de courant continu de caractéristiques données qui peut être séparée ou être une partie intégrante de l'émetteur.

Les conditions générales suivantes peuvent toutefois être applicables dans certains cas, aux sources de courant continu.

5.2.1 *Irrégularités de la tension et impédance d'une alimentation par générateur de courant continu*

Sauf indication contraire, l'alimentation utilisée doit être suffisamment filtrée et doit présenter une impédance interne assez faible afin de n'avoir qu'une influence négligeable sur le fonctionnement de l'émetteur.

La tension continue est considérée comme suffisamment filtrée si en cours de fonctionnement l'amplitude crête à crête de la composante ondulée ne dépasse pas 2% de la valeur nominale de la tension continue.

En complément aux conditions du paragraphe 4.1.1, on ne peut considérer l'impédance d'une source de courant continu comme suffisamment basse que si les stipulations du précédent alinéa concernant la tension sont satisfaites, l'émetteur étant déconnecté ou étant placé dans n'importe quelle condition normale de fonctionnement.

5.2.2 *Impédance d'une alimentation par accumulateurs*

Sauf indication contraire, pour alimenter un émetteur on doit utiliser une alimentation par accumulateur d'impédance suffisamment faible pour n'avoir qu'une influence négligeable sur le fonctionnement de l'émetteur.

En complément aux conditions du paragraphe 4.1.1, on peut considérer l'impédance de l'alimentation comme suffisamment basse si, lors du fonctionnement à la tension nominale de l'alimentation, la variation de tension mesurée à l'entrée de l'émetteur, correspondant au passage de la position non modulée à la position de modulation en crête, est au plus égale à 2% de la tension nominale de l'alimentation.

Note. — Pour les accumulateurs au plomb, se reporter à la Publication 95 de la CEI: Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb.

6. **Conditions climatiques et mécaniques**

Sauf indications contraires, les conditions atmosphériques normalisées indiquées aux paragraphes 6.1, 6.2 et 6.3 sont applicables. Celles-ci sont en accord avec la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants, Première partie: Généralités (troisième édition).

D'autres conditions climatiques et mécaniques sont mentionnées au paragraphe 6.4.

If a poly-phase system is not perfectly symmetrical, but within these limits, the arithmetic mean value of all phase-to-phase voltages shall be taken as the line-to-line voltage.

Note 2. — This requirement is in accordance with IEC Publications 84 and 119 (see Note 1, Sub-clause 5.1.1) and 76, Power Transformers.

5.2 *D.C. system conditions*

Though the characteristics of d.c. power supply systems may also have an appreciable influence on the performance of radio transmitters connected to this type of power supply, their use is not considered to be general.

In the majority of cases, the use of a d.c. power supply system is restricted to certain well defined areas such as portable transmitters, transmitters for use in vehicles, shipborne emergency transmitters, radio-relay systems, etc. Within these areas, the transmitter is usually designed to meet the prescribed requirements when connected to a specific d.c. power supply system that may or may not constitute a part of the transmitter itself.

The following general conditions relevant to d.c. power supply systems, however, may be applied in the various cases.

5.2.1 *Wave-form and source impedance of a supply system using d.c. generators*

Unless otherwise specified, a substantially smooth direct voltage source of sufficiently low impedance to have negligible influence on the operation of the radio transmitter, shall be connected to the d.c. terminals of the transmitter.

The direct voltage is considered to be substantially smooth if the maximum peak-to-peak value of the ripple does not exceed 2% of the rated operating voltage.

In addition to meeting the requirements of Sub-clause 4.1.1, the impedance of the d.c. system will only be considered sufficiently low if the voltage stipulations of the preceding paragraph are met with the equipment switched off, or functioning under any normal condition.

5.2.2 *Source impedance of a supply system using accumulators*

Unless otherwise specified, an accumulator type supply source of an impedance sufficiently low to have no influence on the operation of the radio transmitter shall be connected to the d.c. terminals of the transmitter.

In addition to meeting the requirements of Sub-clause 4.1.1, the impedance of the supply source is considered to be sufficiently low if, when operating at the rated supply voltage, the change in the voltage corresponding to a change from the conditions of no modulation to that of full modulation measured at the d.c. input terminals of the transmitter, is equal or less than 2% of the rated value of the supply voltage.

Note. — For lead-acid types accumulators, reference is made to IEC Publication 95, Lead-acid Starter Batteries.

6. **Environmental conditions**

Unless otherwise specified, the standard atmospheric conditions given in the Sub-clauses 6.1, 6.2 and 6.3 apply. The contents of these are in accordance with IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 1: General (third edition).

Other environmental conditions are referred to in Sub-clause 6.4.

6.1 Conditions atmosphériques de mesure

Les mesures et les épreuves mécaniques sont normalement effectuées à n'importe quelle combinaison de température, humidité et pression atmosphérique effectivement présentes, à condition de rester dans les limites suivantes:

Température	+15 °C	—	+35 °C (note 1)
Humidité relative	45 %	—	75 %
Pression atmosphérique	860 mbar	—	1 060 mbar

La température et l'humidité relative doivent être sensiblement constantes pendant une série de mesures faites sur un émetteur en tant que partie d'un essai.

Pour les émetteurs comportant des transistors, les caractéristiques dépendant de la température doivent être faites aussi à 5 °C et 45 °C afin d'éprouver la stabilité thermique.

Notes 1. — Après entente, pour les équipements importants, la limite de température peut être portée à +10 °C, et à +40 °C, ou à l'une de ces deux limites.

2. — Lorsqu'il est impossible d'effectuer les mesures en présence des conditions atmosphériques normales d'essai, les conditions effectivement présentes doivent être mentionnées dans une note ajoutée au rapport d'essai.

6.2 Conditions atmosphériques normales de références

Si les grandeurs à mesurer dépendent de la température et de la pression atmosphérique, ou de l'une de ces grandeurs, et que la loi de relation en soit connue, les grandeurs sont mesurées dans les conditions indiquées au paragraphe 6.1 et, le cas échéant, les valeurs obtenues corrigées par le calcul pour être ramenées aux conditions atmosphériques suivantes:

Température	+20 °C
Pression atmosphérique	1 013 mbar

Note. — Aucune indication n'est donnée pour l'humidité relative, étant donné qu'une correction par le calcul n'est généralement pas possible.

6.3 Conditions atmosphériques normales d'arbitrage

Si les grandeurs à mesurer dépendent de la température, de l'humidité et de la pression atmosphérique et que la loi de relation soit inconnue, les mesures peuvent être faites, après entente, en présence d'une des conditions suivantes:

Température	Humidité relative	Pression atmosphérique
+20 ±1 °C	63 % — 67 %	860 mbar — 1 060 mbar
+23 ±1 °C	48 % — 52 %	860 mbar — 1 060 mbar
+27 ±1 °C	63 % — 67 %	860 mbar — 1 060 mbar

Les mesures à 23 °C ou 27 °C sont faites après entente entre le client et le constructeur qui devront aussi s'entendre sur les limites convenables des valeurs caractéristiques.

Le rapport d'essai doit indiquer les conditions de température, d'humidité relative et de pression atmosphérique présentes pendant les mesures.

Note. — Pour les équipements importants ou dans les salles d'essais, pour lesquels les limites de température, d'humidité relative et/ou de pression atmosphérique indiquées ci-dessus sont difficiles à maintenir, de plus larges tolérances sont permises. Ces tolérances font l'objet d'un accord mutuel. Les conditions effectivement présentes doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

6.1 *Standard testing conditions*

Measurements and mechanical tests are normally carried out at any existing combination of temperature, humidity and air pressure, provided they are within the following limits:

Temperature	+15 °C	—	+35 °C (Note 1)
Relative humidity	45 %	—	75 %
Air pressure	860 mbar	—	1 060 mbar

The temperature and relative humidity shall be substantially constant during a series of measurements carried out as a part of one test on one equipment.

For equipment incorporating transistors, measurements of temperature dependent characteristics shall also be made at 5 °C and at 45 °C to check the thermal stability.

Notes 1. — The temperature range may be extended to +10 °C and/or +40 °C for large equipment, subject to agreement.

2. — Where it is impracticable to carry out measurements under standard atmospheric conditions for testing, a note to this effect stating the actual conditions shall be added to the test report.

6.2 *Standard reference conditions*

If the quantities to be measured depend on temperature and/or air pressure and the law of dependence is known, the values are measured under the conditions given in Sub-clause 6.1 and, if necessary, corrected by calculation to the following reference values:

Temperature	+20 °C
Air pressure	1 013 mbar

Note. — No requirements for relative humidity are given, because a correction by calculation is generally not possible.

6.3 *Standard referee conditions*

If the quantities to be measured depend on temperature, humidity and air pressure and the law of dependence is unknown, the measurements may be made, by mutual agreement, at one of the following conditions:

<i>Temperature</i>	<i>Relative humidity</i>	<i>Air pressure</i>
+20 ±1 °C	63 % — 67 %	860 mbar — 1 060 mbar
+23 ±1 °C	48 % — 52 %	860 mbar — 1 060 mbar
+27 ±1 °C	63 % — 67 %	860 mbar — 1 060 mbar

Measurements at 23 °C or 27 °C are made by agreement between purchaser and manufacturer who shall also agree on suitable limits of characteristic values.

The test report shall give the actual values of temperature, relative humidity and air pressure during the measurements.

Note. — For large equipment or test rooms, where temperature, relative humidity and/or air pressure limits as indicated above are difficult to maintain, wider tolerances are allowed, subject to mutual agreement. The actual values shall be given in the test report.

6.4 *Autres conditions climatiques et mécaniques*

Quand, après accord mutuel, les propriétés essentielles d'un émetteur doivent être mises en évidence en présence d'autres conditions que celles indiquées au paragraphe 6.1 (par exemple: froid, chaleur sèche, vibrations, poussières ou sable, etc.), les mesures doivent être faites pendant ou après exposition aux conditions indiquées dans la Publication 68-1 de la CEI (troisième édition).

SECTION DEUX — FRÉQUENCE

7. Notes concernant les mesures de fréquence

Il est utile d'attirer l'attention sur les points suivants relatifs aux mesures de fréquences sur les émetteurs radioélectriques.

7.1 *Généralités*

En vue d'une utilisation efficace du spectre des fréquences radioélectriques et d'une réduction des brouillages entre les services de radiocommunications occupant des voies adjacentes, l'écart de fréquence d'un émetteur radioélectrique par rapport à sa fréquence assignée devrait rester dans des limites acceptables. Suivant la catégorie du service assuré par l'émetteur (fixe, mobile, radiodiffusion, etc.) et la bande de fréquences dans laquelle est située la fréquence assignée, les tolérances de fréquence sont établies par l'Union Internationale des Télécommunications et elles sont publiées dans le Règlement des Radiocommunications (voir annexe G).

D'après le Règlement des Radiocommunications, la fréquence centrale de la bande de fréquences assignée à une station est appelée « fréquence assignée ». Pour certaines classes d'émission, par exemple les émissions à bande latérale unique avec porteuse complète, réduite ou supprimée, la fréquence centrale de la bande occupée qui devrait correspondre à la fréquence assignée, peut être difficile à identifier et il est même possible qu'aucune composante ne soit présente sur cette fréquence. En conséquence, une fréquence désignée comme « fréquence de référence » est choisie. Cette fréquence a une position fixe et bien déterminée par rapport à la fréquence assignée, c'est par exemple celle de la porteuse réduite dans une émission à bande latérale unique. D'autres exemples de fréquences de référence figurent à l'annexe E pour diverses classes d'émission.

7.2 *Tolérance de fréquence et erreur de fréquence*

Pratiquement, un émetteur est rarement calé sur la fréquence de référence. La fréquence de fonctionnement, que l'on voudrait faire coïncider avec la fréquence de référence par le choix du quartz ou par le réglage sur la position désirée de l'oscillateur pilote de l'émetteur, présente inévitablement une erreur de réglage par rapport à la fréquence de référence.

En outre, la fréquence de fonctionnement n'est pas constante; la fréquence de fonctionnement appelée « fréquence caractéristique » conformément au Règlement des Radiocommunications, varie en raison des conditions de fonctionnement telles que:

- les variations cycliques, journalières ou saisonnières, de température, d'humidité et de pression atmosphérique qui agissent sur le quartz et sur les circuits des oscillateurs;
- les variations de tension et de fréquence de la source d'énergie;
- les vibrations et chocs mécaniques inhérents à l'utilisation du matériel qui provoquent des sauts de fréquence;

et d'autres influences, par exemple:

- les variations de température des enceintes à température stabilisée en raison du fonctionnement cyclique du thermostat;

6.4 *Other environmental conditions*

When, by mutual agreement, the essential properties of a radio transmitter have to be assessed at other environmental conditions than those laid down in Sub-clause 6.1 (as for example, cold, dry heat, vibration, dust and/or sand, etc.) the measurements shall be made during or after subjection to such conditions laid down in IEC Publication 68-1 (third edition).

SECTION TWO — FREQUENCY

7. Notes on frequency measurements

With respect to frequency measurements on radio transmitters it is considered useful to draw attention to the following.

7.1 *General*

From the point of view of an effective use of the radio-frequency spectrum and with respect to reducing mutual interference caused by radio services occupying adjacent channels, departures from the frequency assigned to a radio transmitter should be kept within acceptable limits. Pertaining to the class of service (fixed, mobile, broadcasting, etc.) and the frequency band in which the allocated frequency is situated, frequency tolerances are drawn up by the International Telecommunication Union and laid down in the Radio Regulations (see Appendix G).

According to the Radio Regulations, the centre frequency of the frequency band assigned to an emission of a radio transmitter is called “assigned frequency”. For particular classes of emission, e.g. single-sideband emissions, with full, reduced or suppressed carrier, the centre frequency of the occupied band that should correspond with the assigned frequency may be difficult to identify or not even be present at all. Therefore, a frequency that is referred to as “reference frequency”, is chosen. Such a reference frequency has a fixed and specified position with respect to the assigned frequency, e.g. the frequency of the reduced carrier of a single-sideband emission. Other examples of reference frequencies for various classes of emission are given in Appendix E.

7.2 *Frequency tolerance and frequency error*

In practice, the reference frequency is hardly ever met exactly by a transmitter. The operating frequency which is intended to be set to coincide with the reference frequency by choosing the desired piezoelectric crystal, or by setting the calibrated scale of the frequency determining oscillator of the transmitter to the desired position, has inevitably a setting error against the reference frequency.

Moreover, the operating frequency is not constant; the operating frequency which is called characteristic frequency in conformity with the terminology used in the Radio Regulations, varies due to changes of operating conditions, such as :

- cyclic variations, diurnal or seasonal, of the environmental conditions (temperature, humidity and air pressure), affecting the crystal and/or oscillator circuits;
- variations of primary power supply voltage and frequency;
- jumps in frequency caused by vibration or mechanical shocks, inherent in the use of the equipment;

and to other influences, e.g.

- variations of temperature in the oven due to the operating cycle of the thermostat;

— le processus de vieillissement du quartz et des circuits de l'oscillateur qui provoque une dérive de fréquence.

La différence entre la fréquence de référence et la fréquence caractéristique est « l'écart de fréquence », lequel ne doit jamais dépasser la tolérance de fréquence imposée.

7.3 *Stabilité de fréquence et variation de fréquence*

Tandis que les tolérances de fréquence figurant dans le Règlement des Radiocommunications sont basées sur des considérations relatives à l'économie du spectre et à la prévention des brouillages, la différence de fréquence intervenant entre l'émetteur et le récepteur pendant la durée d'une communication intéresse l'utilisateur. Afin de limiter l'altération de l'information transmise, la différence de fréquence intervenant dans un système complet ne doit pas dépasser, au moins pendant une certaine durée, une valeur qui dépend de la classe d'émission et du service à assurer; voir référence [3] de l'annexe A.

Note 1. — Du point de vue de l'utilisateur, lors d'une émission de téléphonie à modulation d'amplitude à double bande latérale avec porteuse complète, un écart de fréquence porteuse de, par exemple, 100 Hz par rapport à sa valeur au début de la communication, peut être considéré comme admissible. Par contre, pour une émission avec porteuse supprimée, un écart de 100 Hz peut être inconfortable, tandis que pour, par exemple, une émission de télégraphie à manipulation par déplacement de fréquence avec un déplacement de fréquence de 170 Hz, une variation de fréquence de 100 Hz est nettement excessive, bien que pour les trois classes d'émission considérées, le Règlement des Radiocommunications donne une tolérance de fréquence de 300 Hz.

La différence entre la plus grande et la plus petite des valeurs de la fréquence caractéristique due au matériel d'émission pendant une certaine période de temps est appelée « variation de fréquence de l'émetteur ». Dans les variations des conditions de fonctionnement qui peuvent intervenir pendant la période considérée, la variation de fréquence ne doit pas dépasser les limites imposées par la stabilité de fréquence figurant dans le cahier des charges de l'émetteur. Ces limites ne doivent, en aucun cas, dépasser la tolérance de fréquence.

Note 2. — Quelques stabilités de fréquences requises pour certaines classes d'émission et recommandées par le C.C.I.R. sont indiquées aux références [2], [3] et [4] de l'annexe A.

De plus, les points [5] et [6] de cette annexe se réfèrent à certains rapports du C.C.I.R. concernant la stabilisation de fréquence et la tolérance de fréquence des émetteurs radioélectriques.

8. **Définitions générales concernant la fréquence**

Les paragraphes ci-dessous donnent les définitions de divers termes généraux; celles placées entre guillemets sont extraites du Règlement des Radiocommunications.

La figure 3, page 28, donne un dessin explicatif, concernant aussi un certain nombre de définitions spéciales contenues dans les articles suivant l'article 8.

8.1 *Fréquence assignée*

« Centre de la bande de fréquence assignée à une station. »

8.2 *Fréquence caractéristique*

« Fréquence aisément identifiable et mesurable dans une émission donnée. »

Dans cette recommandation, le terme « fréquence caractéristique » est utilisé pour désigner la fréquence réelle de la composante de l'émission dont la valeur nominale est la « fréquence de référence ». (Voir paragraphe 8.3.)

— drifts due to ageing processes in the crystal and/or the oscillator circuits.

The difference between the reference frequency and the characteristic frequency is the “ frequency error ” which is never to exceed the specified frequency tolerance.

7.3 *Frequency stability and frequency variation*

While the frequency tolerances given in the Radio Regulations are based on considerations of spectrum economy and the prevention of interference, the frequency difference during a given communication period which may arise between transmitter and receiver is of interest from the user’s point of view. In order to prevent the transmitted information from being deteriorated in an unacceptable measure, the frequency difference occurring in a complete system is not to exceed, at least during a certain period, a value that depends on the class of emission and the service to be provided; see reference [3] of Appendix A.

Note 1. — From the user’s point of view, in an amplitude-modulated double-sideband telephony emission with full carrier, there might be no objection to a departure of the carrier frequency of, e.g. 100 Hz from the value of the beginning of the communication period. However, for a suppressed carrier emission a departure of 100 Hz may be troublesome whilst for, e.g., a frequency-shift emission with a frequency shift of 170 Hz, a frequency variation of 100 Hz is definitely objectionable, notwithstanding the fact that the frequency tolerance given in the Radio Regulations might be 300 Hz for the three classes of emission considered.

The difference between the highest and the lowest value of the characteristic frequency during a given period due to the transmitting equipment is called the “ frequency variation of the transmitter ”. For the variations of operating conditions that may be expected during that given period, the frequency variation is not to exceed the limits given by the frequency stability quoted in the relevant equipment specification, which limits must never be wider than those of the frequency tolerance.

Note 2. — Examples of the frequency stability required for several classes of emission recommended by C.C.I.R., are given in the references [2], [3] and [4] of Appendix A.

Moreover, under [5] and [6] of the same appendix, references to C.C.I.R. Reports are made, concerning the frequency stabilization and the frequency tolerance of radio transmitters.

8. **General definitions on frequency**

Definitions of various general terms are given in the sub-clauses below; those between quotation-marks have been taken from the Radio Regulations.

An explanatory drawing, also concerning a number of special definitions contained in the clauses following Clause 8, is given in Figure 3, page 29.

8.1 *Assigned frequency*

“ The centre of the frequency band assigned to a station. ”

8.2 *Characteristic frequency*

“ A frequency which can be easily identified and measured in a given emission. ”

The term “ characteristic frequency ” is used in this publication to denote the actual frequency of that component of the emission, the nominal value of which is the “ reference frequency ”. (See Sub-clause 8.3.)

8.3 Fréquence de référence

«Fréquence ayant une position fixe et bien déterminée par rapport à la fréquence assignée. Le décalage de cette fréquence par rapport à la fréquence assignée est, en grandeur et en signe, le même que celui de la fréquence caractéristique par rapport au centre de la bande occupée par l'émission.»

Notes 1. — La définition de la bande occupée par une émission est donnée dans la deuxième partie (à l'étude) de la présente recommandation.

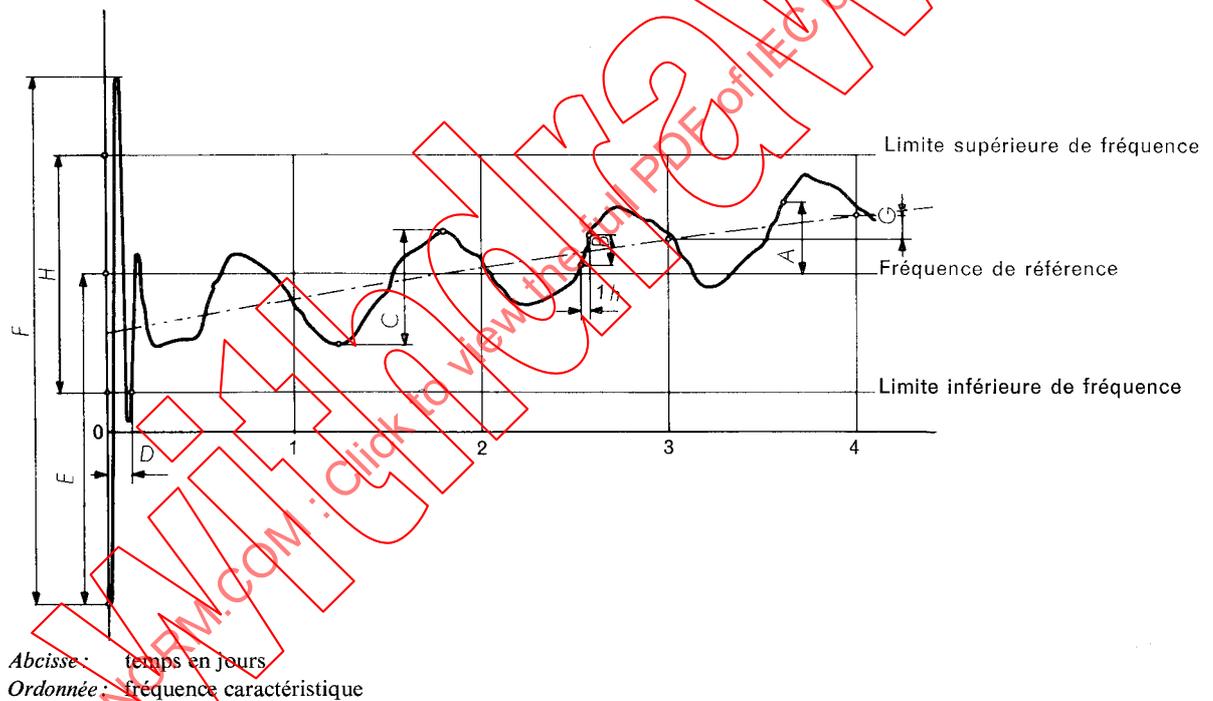
2. — Pour certaines classes d'émission dans lesquelles aucun signal n'est émis en l'absence de modulation, la valeur de la fréquence de référence peut être déterminée en appliquant une oscillation sinusoïdale de modulation de fréquence connue. (Voir aussi annexe E.)

8.4 Variation de fréquence

Différence entre la plus grande et la plus petite des valeurs prises par la fréquence caractéristique pendant une période spécifiée.

8.5 Erreur de fréquence

Différence entre la fréquence caractéristique, mesurée à un instant quelconque, et la fréquence de référence.



Exemple de courbe représentant la fréquence caractéristique en fonction du temps

- A = erreur de fréquence à un instant donné
- B = variation de fréquence sur 1 h
- C = variation de fréquence sur une journée
- D = période initiale de variation de fréquence
- E = erreur initiale de fréquence
- F = variation initiale de fréquence
- G = dérive de fréquence par jour due au vieillissement
- H = deux fois la tolérance de fréquence

FIG. 3. — Définitions concernant les fréquences.

8.3 Reference frequency

“A frequency having a fixed and specified position with respect to the assigned frequency. The displacement of this frequency with respect to the assigned frequency has the same absolute value and sign that the displacement of the characteristic frequency has with respect to the centre of the frequency band occupied by the emission.”

Notes 1. — The definition of the frequency band occupied by an emission is given in Part 2 (under consideration) of this Recommendation.

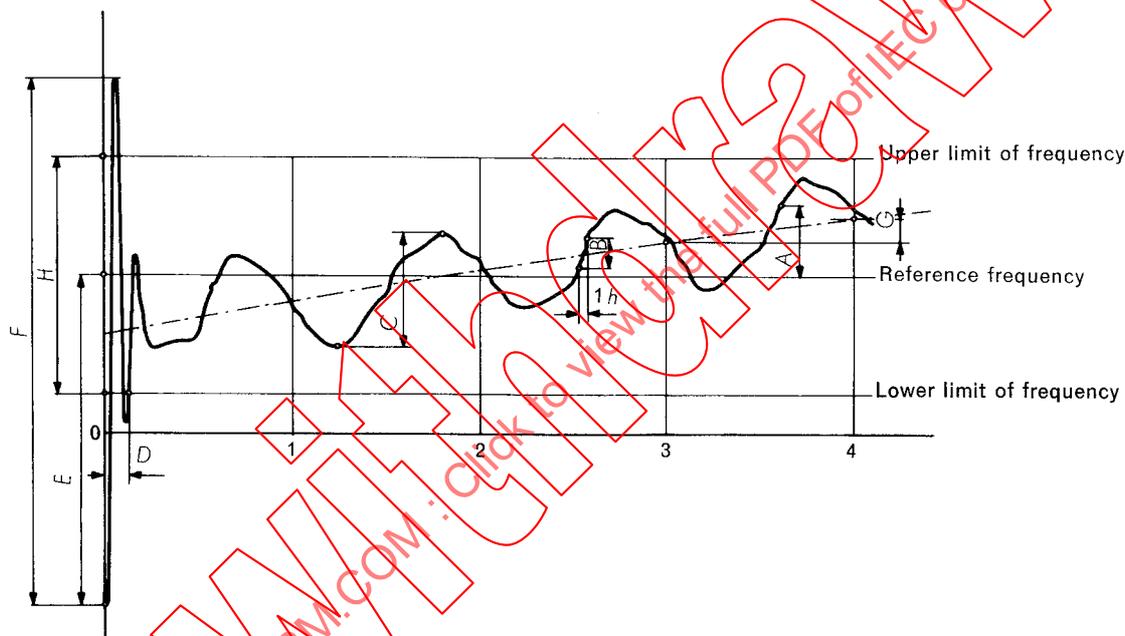
2. — For certain classes of emission in which no signal is emitted in the absence of modulation, the value of the reference frequency can be deduced from the application of a sinusoidal modulating oscillation of known frequency. (See also Appendix E.)

8.4 Frequency variation

The difference between the highest and the lowest value of the characteristic frequency during a specified period.

8.5 Frequency error

The difference between the characteristic frequency at any given time and the reference frequency.



Abscissa: time in days
Ordinate: characteristic frequency

Example of curve showing characteristic frequency as a function of time

- A = frequency error at a given instant of time
- B = frequency variation over a period of 1 h
- C = frequency variation over a period of one day
- D = initial period of frequency variation
- E = initial frequency error
- F = initial frequency variation
- G = frequency drift per day due to ageing
- H = twice frequency tolerance

FIG. 3. — Definitions on frequency

8.6 Tolérance de fréquence

«Ecart maximum admissible entre la fréquence assignée et la fréquence située au centre de la bande occupée par une émission, ou entre la fréquence de référence et la fréquence caractéristique d'une émission. La tolérance est exprimée en millionnièmes ou en hertz.»

8.7 Bande de fréquences assignée

«Bande de fréquences dont le centre coïncide avec la fréquence assignée à la station et dont la largeur est égale à la largeur de bande nécessaire augmentée du double de la valeur absolue de la tolérance de fréquence.»

9. Mesure de la fréquence caractéristique d'une émission

9.1 Définition

Voir paragraphe 8.2.

9.2 Méthode de mesure

La fréquence caractéristique peut être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure convenable, pourvu que la précision atteinte pendant la mesure soit meilleure que 10% environ de la tolérance de fréquence ou de la stabilité de fréquence figurant au cahier des charges de l'émetteur.

Pour des tolérances de fréquence très étroites ou pour des stabilités très élevées, la précision relative mentionnée ci-dessus peut parfois être pratiquement impossible à maintenir sur n'importe quel appareil, pendant la durée de la mesure. Dans ce cas, des résultats satisfaisants peuvent être obtenus en traitant statistiquement un grand nombre de mesures répétées rapidement.

D'autres méthodes de grande précision utilisent une oscillation-étalon dont la fréquence est connue avec une très grande précision. Ces méthodes peuvent utiliser avantageusement les émissions de fréquence étalon.

Lorsque la fréquence doit être mesurée en fonction du temps, les mesures doivent être répétées à des intervalles suffisamment rapprochés, afin de mettre en évidence la présence éventuelle de variations périodiques superposées (voir figure 3, page 28). Dans ce cas, il est préférable de faire la mesure à l'aide d'un appareil enregistreur.

Note 1. — La rapidité de la variation de fréquence enregistrée dépend des caractéristiques balistiques de l'appareil enregistreur. Ces caractéristiques doivent être telles que la déviation de l'appareil puisse suivre fidèlement les variations de fréquences les plus rapides auxquelles on peut s'attendre.

La précision de la méthode de mesure, ou une estimation de cette précision si elle n'est pas exactement connue, doit être mentionnée avec les résultats.

Les conditions opératoires doivent aussi être indiquées, de même que la fréquence de l'émission qui a été utilisée comme fréquence caractéristique.

Note 2. — La fréquence de l'émission qui doit être utilisée comme fréquence de référence, et la composante dont la fréquence doit être utilisée comme fréquence caractéristique sont indiquées dans l'annexe E pour un certain nombre de classes d'émissions.

8.6 *Frequency tolerance*

“The maximum permissible departure by the centre frequency of the frequency band occupied by an emission from the assigned frequency, or by the characteristic frequency of an emission from the reference frequency. The frequency tolerance is expressed in parts per 10^6 or in cycles per second.”

8.7 *Assigned frequency band*

“The frequency band the centre of which coincides with the frequency assigned to the station and the width of which equals the necessary bandwidth plus twice the absolute value of the frequency tolerance.”

9. **Measurement of the characteristic frequency of an emission**

9.1 *Definition*

See Sub-clause 8.2.

9.2 *Method of measurement*

The characteristic frequency may be measured with any suitable measuring device, provided that the accuracy attained during the measurement is better than approximately 10% of the frequency tolerance or the frequency stability given in the relevant equipment specification of the transmitter.

For a tight frequency tolerance or a high degree of frequency stability, the measuring accuracy stated above may put high demands on the accuracy of the measuring apparatus which, in practice, cannot always be met. In such cases satisfactory results may be obtained by treating statistically a number of rapidly repeated measurements.

Other methods of great precision use a standard reference oscillation, the frequency of which is known with high accuracy. With such methods the transmissions of standard frequency stations may be used to advantage.

When the frequency is to be measured as a function of time, measurements shall be made at intervals short enough to reveal the presence of superimposed periodical variations (see Figure 3, page 29). In this case, the measurements shall preferably be made with a recording instrument.

Note 1. — The rate of frequency variation as recorded depends on the ballistic characteristics of the instrument. These characteristics shall be such that the magnitude of the deflection of the instrument will not be influenced at the fastest rate of frequency variation to be expected.

The accuracy of the measuring method or, if not known, an estimation of the accuracy shall be stated with the results of the measurements.

The conditions of operation shall be given as well, together with the frequency of the emission which has been used as the characteristic frequency.

Note 2. — Appendix E outlines, for various classes of emission, their relevant reference and characteristic frequencies.

10. Mesures effectuées pendant la période initiale de variation de fréquence d'un émetteur

10.1 Définitions (voir aussi figure 3, page 28)

10.1.1 Période initiale de variation de fréquence (d'un émetteur radioélectrique)

Période de temps qui sépare l'instant initial de mise en marche de l'instant où la fréquence caractéristique reste dans les limites d'une tolérance spécifiée, l'émetteur étant exploité dans des conditions définies.

10.1.2 Variation initiale de fréquence (d'un émetteur radioélectrique)

Variation de fréquence (voir paragraphe 8.4) obtenue dans des conditions de fonctionnement spécifiées pendant la période initiale de variation de fréquence.

10.1.3 Erreur initiale de fréquence (d'un émetteur radioélectrique)

Valeur maximale de l'erreur de fréquence (voir paragraphe 8.5) obtenue dans des conditions de fonctionnement spécifiées, pendant la période initiale de variation de fréquence.

10.2 Méthode de mesure

Les diverses caractéristiques doivent être calculées à partir des résultats d'une série de mesures de la fréquence caractéristique effectuées suivant le paragraphe 9.2.

Après une période d'arrêt de l'émetteur suffisamment longue, les mesures doivent être commencées dans les conditions de fonctionnement spécifiées immédiatement après la mise en marche, et elles doivent être continuées jusqu'à ce que la fréquence caractéristique reste de façon permanente à l'intérieur des limites fixées par la tolérance de fréquence spécifiée pour l'émetteur. La fréquence caractéristique peut être mesurée à l'aide d'un appareil enregistreur ou bien elle peut être reproduite sous forme d'un graphique comme dans la figure 3, page 28. La période initiale de variation de fréquence peut être relevée d'après ce graphique, ainsi que la variation initiale de fréquence et l'erreur initiale de fréquence.

Bien que la période pendant laquelle l'erreur de fréquence dépasse la tolérance de fréquence figurant au Règlement des Radiocommunications puisse être courte, des dispositions devront être prises pour éviter le rayonnement d'énergie pendant la période initiale de variation de fréquence.

Outre la période initiale de variation de fréquence, un « temps de chauffage » spécifié peut être nécessaire, suivant la classe d'émission et le service pour lequel l'émetteur est prévu, avant d'effectuer une émission. En raison des différentes utilisations, les conditions initiales de mise en marche devraient être spécifiées dans le cahier des charges.

11. Tolérance de fréquence et erreur maximale de fréquence d'un émetteur

On vérifie la conformité avec la tolérance de fréquence figurant au Règlement des Radiocommunications ou avec les stipulations figurant au cahier des charges de l'émetteur en mesurant l'erreur maximale de fréquence de l'émetteur de la façon indiquée ci-dessous.

10. Measurements during the initial period of frequency variation of a transmitter

10.1 Definitions (see also Figure 3, page 29)

10.1.1 Initial period of frequency variation (of a radio transmitter)

The time that elapses after initial switching-on necessary to attain those conditions, in which the characteristic frequency remains within the specified tolerances, the transmitter being operated under specified conditions of operation.

10.1.2 Initial frequency variation (of a radio transmitter)

The frequency variation (see Sub-clause 8.4) under specified operating conditions during the initial period of frequency variation.

10.1.3 Initial frequency error (of a radio transmitter)

The maximum value of the frequency error (see Sub-clause 8.5) under specified operating conditions during the initial period of frequency variation.

10.2 Methods of measurement

The various characteristics shall be determined from the results of a series of measurements of the characteristic frequency according to Sub-clause 9.2.

After the equipment has been switched off during a sufficiently long period, the measurements shall be started under the specified conditions of operation immediately after switching-on, and be continued until the frequency remains permanently within the limits given by the frequency tolerance of the transmitter. The characteristic frequency may be measured with a recording instrument or be plotted in a graph as shown in Figure 3, page 29. From this graph the initial period of frequency variation may be derived, as well as the initial frequency variation and the initial frequency error.

Even though the period during which the frequency error exceeds the frequency tolerance of the Radio Regulations may be small, care should be taken to avoid radiation of energy during the initial period of frequency variation.

Apart from the initial period of frequency variation, a specific “warming-up time” dependent on the class of emission and the service for which the transmitter is intended, may be required before starting transmissions. Due to different applications initial switching-on conditions should therefore be specified in the relevant equipment specification.

11. Frequency tolerance and maximum frequency error of a transmitter

Compliance with the frequency tolerance in the Radio Regulations or with the relevant requirement in the equipment specification is checked by measuring the maximum frequency error of the transmitter as described below.

11.1 Définition

L'erreur maximale de fréquence (d'un émetteur radioélectrique) est la valeur extrême de la différence entre la fréquence de référence et la fréquence caractéristique mesurée dans les conditions de fonctionnement correspondant à la combinaison la plus défavorable des caractéristiques de la source d'énergie, des conditions climatiques et mécaniques et des conditions inhérentes à l'utilisation normale de l'appareil, tout en restant à l'intérieur des limites fixées par le cahier des charges.

L'erreur maximale de fréquence comprend les erreurs de réglage propres à l'oscillateur (voir article 14) mais ne comprend pas l'erreur de fréquence intervenant pendant la période initiale de variation de fréquence (voir paragraphe 10.1.3).

Les erreurs dues au processus de vieillissement des quartz et des circuits de l'oscillateur sont comprises dans la notion de dérive de fréquence (voir article 13) et peuvent faire l'objet de mesures séparées.

11.2 Détermination de l'erreur maximale de fréquence

L'erreur maximale de fréquence devrait être calculée à partir des résultats de plusieurs séries de mesures de la fréquence caractéristique effectuées avec toutes les combinaisons de conditions de fonctionnement. Toutefois, pour vérifier la conformité avec le Règlement des Radiocommunications ou avec les spécifications applicables du cahier des charges, le nombre de mesures peut en général être limité en procédant de la façon suivante :

Après avoir réglé dans la position correspondante les éléments déterminant la fréquence — cadrans ou autres dispositifs incorporés à l'émetteur — on effectue, suivant le paragraphe 9.2, deux séries de mesures de la fréquence caractéristique, au cours desquelles la température ambiante est maintenue constante à des valeurs correspondant respectivement à la limite supérieure et à la limite inférieure figurant au cahier des charges. Avant d'effectuer les mesures, on doit soigneusement vérifier que l'émetteur a atteint son équilibre thermique avec le milieu ambiant.

Note 1. — Le réglage de l'émetteur sur la fréquence désirée peut s'effectuer à une température arbitraire, excepté si, suivant les spécifications applicables du cahier des charges, le réglage doit s'effectuer à la température à laquelle les mesures sont faites (par exemple lorsque l'émetteur doit être réglé sur la fréquence désirée par la lecture d'un appareil de mesure incorporé).

Pendant chaque série de mesures, on fait varier séquentiellement entre les limites supérieures et inférieures (et vice versa), la tension et la fréquence de la source d'énergie, ainsi que, si nécessaire, les autres conditions de fonctionnement inhérentes à l'utilisation normale du matériel. En ce qui concerne les variations des conditions de fonctionnement, il suffira généralement d'effectuer les mesures avec toutes les combinaisons existantes d'humidité et de pression atmosphérique, tout en restant à l'intérieur des limites spécifiées.

L'erreur maximale de fréquence est la différence entre la fréquence de référence et la valeur extrême de la fréquence caractéristique observée pendant les deux séries de mesures.

La figure 4, page 36, représente un exemple des valeurs prises par la fréquence caractéristique pour toutes les combinaisons des valeurs extrêmes de la température ambiante, de la tension et de la fréquence de la source d'énergie. Lors de la détermination de l'erreur maximale de fréquence,

* Les conditions de fonctionnement normales sont définies dans la Publication 215-1 de la C E I : Règles de sécurité applicables aux matériels d'émission radioélectrique, Première partie: Règles.

11.1 *Definition*

The maximum frequency error of a radio transmitter is the difference between the reference frequency and the extreme value of the characteristic frequency under the most unfavourable combination of operating conditions, within the limits quoted in the relevant equipment specification, with respect to primary power supply conditions, environmental conditions and conditions inherent in the normal use of the equipment.

The maximum frequency error includes the setting errors in the oscillator (see Clause 14), but excludes the frequency error during the initial period of frequency variation (see Sub-clause 10.1.3).

Errors due to ageing processes in the crystal(s) and/or oscillator circuits are covered by the concept of frequency drift (see Clause 13) and may be the subject of separate measurements.

11.2 *Determination of the maximum frequency error*

The value of the maximum frequency error should be calculated from several series of measurement of the characteristic frequency under any combination of operating conditions. However, to check compliance with the Radio Regulations or the relevant equipment specification, the number of measurements may generally be limited, proceeding as follows :

After the frequency determining parts—dials or other means incorporated in the transmitter—have been set corresponding to the desired frequency, two series of measurement of the characteristic frequency are performed according to Sub-clause 9.2, in which the ambient temperature is kept constant at values corresponding to the lower and upper limits specified in the relevant equipment specification. Care must be taken to ensure that the transmitter has reached thermal equilibrium with its surroundings before making measurements.

Note 1. — Setting of the transmitter to the desired frequency may be performed at an arbitrary temperature, except if, according to the relevant equipment specification, the setting procedure is to be carried out at the temperature at which the measurements are made (e.g. when the transmitter is to be set to the desired frequency by means of the reading of an incorporated measuring instrument).

During each series of measurement, the primary power supply voltage, the primary power supply frequency and, if required, other operating conditions inherent in the normal use of the equipment are varied sequentially between the specified lower and upper limits and vice versa. With respect to varying the operating conditions, it will generally suffice to carry out measurements under any existing combination of humidity and air pressure, provided that they are within the specified limits.

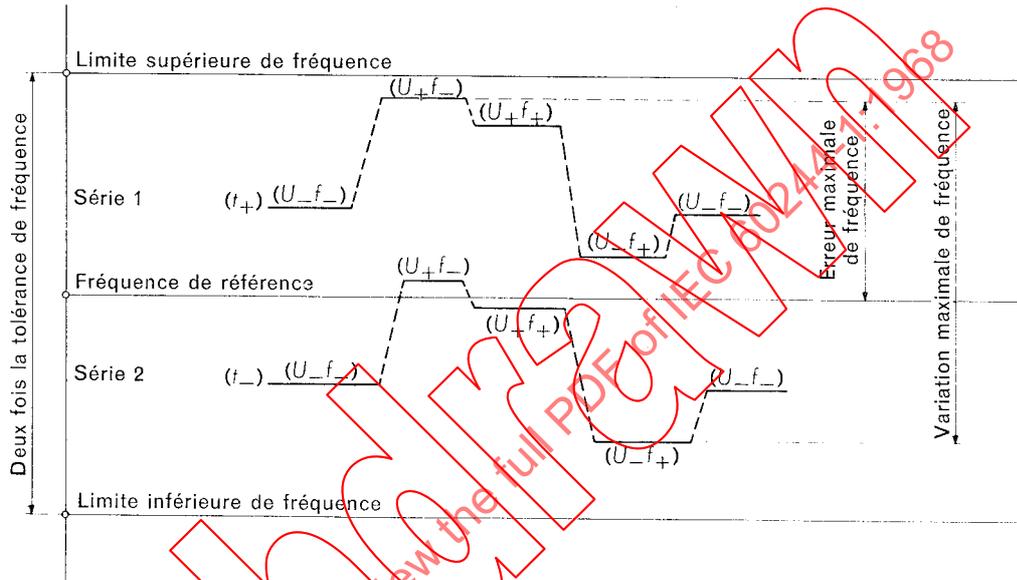
The maximum frequency error is the difference between the reference frequency and the extreme value of the characteristic frequency observed during the two series of measurement.

In Figure 4, page 37, an example is given showing the characteristic frequency for any combination of the extreme values of ambient temperature, primary power supply voltage and primary power supply frequency. In determining the maximum frequency error, the fluctuations due to

* Conditions of normal use are defined in I E C Publication 215-1, Safety Requirements for Radio Transmitting Equipment, Part 1, Requirements.

les fluctuations dues au cycle de fonctionnement du thermostat et intervenant pendant la transition d'une combinaison de paramètres à l'autre (lignes pointillées) ont été omises pour la clarté de la figure mais il doit en être tenu compte.

Si cela est nécessaire, la dérive de fréquence provoquée par le processus de vieillissement des quartz et des circuits de l'oscillateur qui est décrite à l'article 13 sera mesurée séparément. Si l'influence de la dérive de fréquence ne peut être évitée pendant la durée des mesures, l'échelle des temps de la figure 4 doit être indiquée.



Première série : température ambiante à sa valeur maximale t_+ } la tension de la source d'énergie varie entre les limites U_- et U_+ et sa fréquence varie entre les limites f_- et f_+ , respectivement
 Deuxième série : température ambiante à sa valeur minimale t_- }

Abcisse : temps (pour plus de commodité, les deux courbes sont tracées l'une au-dessous de l'autre)

Ordonnée : fréquence caractéristique

Exemple de courbe montrant les valeurs prises par la fréquence caractéristique avec diverses combinaisons de conditions de fonctionnement

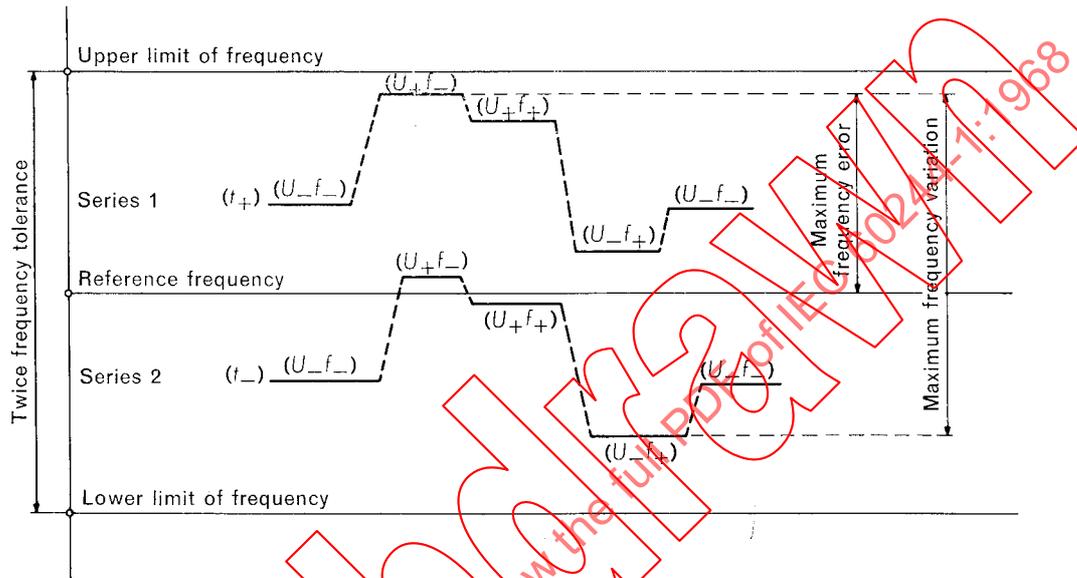
FIG. 4. — Détermination de l'erreur maximale de fréquence.

Afin de tenir compte des erreurs supplémentaires de fréquence dues au processus de réglage des émetteurs comportant des oscillateurs à réglage continu, un certain nombre de réglages consécutifs doivent être effectués suivant l'article 14.

Lorsque l'émetteur doit fonctionner sur plusieurs fréquences, les mesures doivent être répétées sur les autres fréquences si cela est spécifié dans le cahier des charges.

the operating cycle of the thermostat and occurring during the transition from one combination of parameters to the other (dashed lines) which have been deleted from the figure for the sake of clearness, shall be taken into account.

If required, the frequency drift caused by ageing processes in the crystal(s) and oscillator circuits as described in Clause 13 shall be measured separately. If the influence of frequency drift during the time taken by the measurements cannot be avoided, the time scale in Figure 4 shall be indicated.



Series 1: ambient temperature at maximum value t_+ } the power supply voltage being varied between the limits U_- and U_+ , and the power supply frequency, between the limits f_- and f_+ , respectively
 Series 2: ambient temperature at minimum value t_- }

Abscissa: time (for convenience the two curves are drawn one underneath the other)

Ordinate: characteristic frequency

Example of curves showing characteristic frequency under various combinations of operating conditions

FIG. 4. — Determination of maximum frequency error.

To take account of additional frequency errors due to the setting procedure of transmitters provided with continuously tunable oscillators, a number of consecutive setting procedures shall be performed according to Clause 14.

When the transmitter can be operated at more than one frequency, the measurements shall be repeated at other frequencies if this has been specified in the relevant equipment specification.

L'erreur maximale de fréquence déterminée de cette façon s'exprime en hertz. Elle doit être comparée à la tolérance de fréquence correspondante figurant au Règlement des Radiocommunications (annexe G) ou bien elle doit être comparée aux stipulations correspondantes (voir note 2) figurant au cahier des charges.

Note 2. — Ces stipulations devraient être formulées, de préférence, comme dans l'exemple donné ci-dessous:

Erreur maximale de fréquence après une période initiale de variation de fréquence de 30 min:

$$\leq \pm (5 \times 10^{-6} f + 80 \text{ Hz})$$

dans laquelle f est la fréquence de fonctionnement exprimée en hertz et comprise en un point quelconque de la bande 4 MHz à 29,7 MHz, pour une combinaison quelconque des conditions de fonctionnement prise dans les limites suivantes:

- tension de la source d'énergie: valeur nominale $\pm 5\%$
- fréquence de la source d'énergie: valeur nominale $\pm 2\%$
- température ambiante: $+10\text{ °C}$ à $+40\text{ °C}$
- humidité relative: $\leq 75\%$
- pression atmosphérique: 860 mbar à 1 060 mbar
- classe de service: fixe

12. Stabilité de fréquence et variation maximale de fréquence d'un émetteur

Comme cela est indiqué dans le paragraphe 7.3, la stabilité de fréquence est importante pour l'utilisateur étant donné qu'elle détermine, du côté émission, la différence de fréquence qui peut intervenir entre l'émetteur et le récepteur pendant une certaine période de transmission.

Le terme stabilité de fréquence doit toujours être utilisé en combinaison avec une période de temps qui dépend de la classe d'émission et du service à assurer. On doit spécifier, de préférence sous la forme donnée à la note 2 du paragraphe 12.2, les limites de variations des conditions de fonctionnement (variation des caractéristiques de la source d'énergie, conditions climatiques, etc.) qui sont admises pendant la période donnée, ainsi que la période elle-même. Les limites spécifiées doivent rester à l'intérieur de celles pour lesquelles est donnée la tolérance de fréquence.

Si on le désire, on peut utiliser la terminologie suivante en relation avec la durée pendant laquelle une stabilité spécifiée doit être maintenue:

- *Stabilité de fréquence à court terme,*
limitée à une durée inférieure à 24 h; par exemple, 1 min, 15 min, 1 h, 3 h, etc.;

et, si une certaine catégorie de service requiert une durée supérieure:

- *Stabilité de fréquence en 24 h;*
- *Stabilité de fréquence à long terme,*
couvrant un certain nombre de périodes de 24 h; par exemple, 2 jours, 2 semaines.

En toute éventualité, la stipulation doit inclure la période de temps et les variations des conditions de fonctionnement qui sont admises pendant cette période. Ces variations sont faibles pour des périodes très courtes; pour des périodes plus grandes, elles croissent jusqu'à atteindre finalement les limites des conditions de fonctionnement spécifiées pour la tolérance de fréquence.

The maximum frequency error so determined is expressed in hertz and shall be compared with the frequency tolerance in the Radio Regulations (Appendix G) or with the relevant statement (see Note 2) in the equipment specification.

Note 2. — This statement should preferably be formulated as given in the *example* below:

Maximum frequency error after a 30 min initial period of frequency variation:

$$\leq \pm (5 \times 10^{-6} f + 80 \text{ Hz})$$

in which f is the desired operating frequency expressed in hertz within the range from 4 MHz to 29.7 MHz, for any combination of operating conditions within the following limits:

- mains voltage: rated value $\pm 5\%$
- mains frequency: rated value $\pm 2\%$
- ambient temperature: $+10\text{ }^\circ\text{C}$ to $+40\text{ }^\circ\text{C}$
- relative humidity: $\leq 75\%$
- air pressure: 860 — 1 060 mbar
- class of service: fixed

12. Frequency stability and maximum frequency variation of a transmitter

As explained in Sub-clause 7.3, the frequency stability is important to the user because it governs, at the transmitting end, the frequency difference which may arise between transmitter and receiver during a given communication period.

The term frequency stability shall always be used in combination with a certain time duration that depends on the class of emission and the service to be provided. The variations of primary power supply conditions and environmental conditions that are permitted during the given period, and which must always be within the extreme limits of the operating conditions specified for the frequency tolerance, shall be stated together with the period itself, preferably in the form as given in Note 2 of Sub-clause 12.2.

If desired, the following terminology may be used with respect to the period during which a specific stability is to be maintained:

- *Short-term frequency stability*,
limited to a period of less than 24 h, e.g. 1 min, 15 min, 1 h, 3 h, etc. ;
and, if a specific class of service requires a longer period :

- *24 hours' frequency stability*;

- *Long-term frequency stability*,

covering a number of 24 hours' periods, e.g. 2 days, 2 weeks.

In all events, the statement must include the time period and the variations of the operating conditions that are permitted during this period. These variations are small for short periods; for longer periods they increase and finally they approach the limits of the operating conditions specified for the frequency tolerance.

On vérifie la conformité avec la stabilité de fréquence spécifiée dans le cahier des charges en mesurant la variation maximale de fréquence de l'émetteur comme décrit ci-dessous.

12.1 Définition

La variation maximale de fréquence (d'un émetteur radioélectrique) est la différence entre les valeurs extrêmes que prend la fréquence caractéristique pour les combinaisons les plus défavorables de conditions de fonctionnement; ces conditions correspondent à la combinaison la plus défavorable des caractéristiques de la source d'énergie, des conditions climatiques et mécaniques et des conditions inhérentes à l'utilisation normale de l'appareil, tout en restant à l'intérieur des limites fixées par le cahier des charges de l'émetteur.

La variation maximale de fréquence ne comprend pas (1) les variations résultant du processus de réglage des oscillateurs à fréquence variable (voir article 14 et en particulier le paragraphe 14.1.2), (2) la variation de fréquence pendant la période initiale de variation de fréquence (voir paragraphe 10.1.2) et si cela est applicable, (3) la variation de fréquence pendant une durée spécifiée de préchauffage.

La variation de fréquence due au vieillissement du quartz et des circuits de l'oscillateur est couverte par la notion de dérive de fréquence (voir article 13) et peut être l'objet de mesures séparées.

12.2 Détermination de la variation maximale de fréquence

Pour déterminer la variation maximale de fréquence, on peut effectuer les mesures de la manière indiquée dans le paragraphe 11.2, pour la mesure de l'erreur maximale de fréquence, en faisant varier les conditions de fonctionnement dans les limites admises pour la stabilité de fréquence. D'après la figure 4, page 36, il s'ensuit que la variation maximale de fréquence est la différence algébrique entre les valeurs maximales des erreurs de fréquence observées pendant les deux séries de mesures.

Etant donné que, généralement, les variations spécifiées de conditions de fonctionnement sont relativement assez faibles, la mesure peut être simplifiée en procédant de la manière suivante:

Les variations de fréquence résultant d'une variation à l'intérieur des limites spécifiées d'un des paramètres affectant la fréquence caractéristique, les autres paramètres restant constants, sont successivement déterminées pour tous les paramètres en cause, y compris la température ambiante. On obtient la variation maximale de fréquence en additionnant les valeurs absolues des variations de fréquence ainsi déterminées (voir note 1).

Note 1. — Les fluctuations dues aux cycles de fonctionnement du thermostat peuvent contribuer à chacune des variations de fréquence. En additionnant les différentes variations de fréquence mentionnées ci-dessus, on devrait toutefois ne tenir compte de ces fluctuations qu'une seule fois.

On doit retenir le fait qu'avec les deux méthodes, les variations de fréquence peuvent être différentes si la température ambiante est prise aux environs de la limite supérieure, ou de la limite inférieure indiquée pour la tolérance de fréquence. Dans ce cas, il peut être nécessaire d'effectuer plus d'une série de mesures pour obtenir la valeur maximale de variation de fréquence.

Lorsque l'émetteur est prévu pour fonctionner sur plusieurs fréquences, les mesures doivent être répétées sur toutes les fréquences si cela est indiqué dans le cahier des charges.

Compliance with the frequency stability stated in the relevant equipment specification is checked by measuring the maximum frequency variation of the transmitter as described below.

12.1 *Definition*

The maximum frequency variation of a radio transmitter is the difference between the extreme values of the characteristic frequency under the most unfavourable combination of operating conditions, within the limits of the variations quoted in the relevant equipment specification for a specified period, with respect to primary power supply conditions, environmental conditions and conditions inherent in the normal use of the equipment.

The maximum frequency variation excludes (1) the variations resulting from the frequency resetting procedure of tunable oscillators (see Clause 14, and in particular Sub-clause 14.1.2), (2) the frequency variation during the initial period of frequency variation (see Sub-clause 10.1.2) and, if applicable, (3) the frequency variation during a specified warming-up time.

The frequency variation due to ageing processes in the crystal(s) and/or oscillator circuits are covered by the concept of frequency drift (see Clause 13) and may be the subject of separate measurements.

12.2 *Determination of the maximum frequency variation*

The measurements may be performed as explained in Sub-clause 11.2 for the determination of the maximum frequency error, the operating conditions in this case being varied within the limits pertaining to the frequency stability. From Figure 4, page 37, it follows that the maximum frequency variation is the algebraic difference between the maximum values of the frequency errors observed during the two series of measurement.

As the specified variation of operating conditions generally are relatively small, the measurement may be simplified by proceeding as follows.

The frequency variations resulting from a variation within the specified limits of one of the parameters affecting the characteristic frequency, the other parameters being kept constant, are subsequently determined for all parameters involved, including the ambient temperature. The absolute values of the frequency variations so determined shall be added (Note 1) to obtain the maximum frequency variation.

Note 1.— Fluctuations due to the operating cycle of the thermostat may contribute to each of the afore-mentioned frequency variations. In adding the various frequency variations this fluctuation should, however, be taken into account only once.

Attention is drawn to the fact that, with both methods, the frequency variation may depend on whether the variation of the ambient temperature is chosen in the neighbourhood of the upper limit, or in the neighbourhood of the lower limit of the ambient temperature specified for the frequency tolerance. In this case, more than one series of measurements may be required to obtain the maximum value of the frequency variation.

When the transmitter can be operated at more than one frequency, the measurements shall be repeated at other frequencies if this is required in the relevant equipment specification.

La variation maximale de fréquence déterminée de la manière indiquée ci-dessous s'exprime en hertz. La moitié de sa valeur doit être comparée à la stabilité de fréquence mentionnée dans le cahier des charges (voir note 2).

Note 2. — Cette stabilité devrait, de préférence, être mentionnée comme dans l'exemple ci-dessous :

Stabilité de fréquence (sur 2 h) :

meilleure que $\pm (0,5 \times 10^{-6} f + 12 \text{ Hz})$

dans laquelle f est la fréquence de fonctionnement exprimée en hertz après 2 min de pré-chauffage (four à quartz en fonctionnement continu) pour toute fréquence de la bande de 7,6 MHz à 29,7 MHz et pour les variations suivantes de conditions de fonctionnement comprises dans les limites fixées pour la tolérance de fréquence :

- variations de tension de la source d'énergie: $\pm 2\%$ de la valeur nominale
- variations de fréquence de la source d'énergie: $\pm 1\%$ de la valeur nominale
- variations de la température ambiante: $\pm 3 \text{ deg C}$
- variations de l'humidité relative: toute valeur à l'intérieur des limites

13. **Dérive de fréquence (d'un émetteur radioélectrique)**

La dérive de fréquence d'un émetteur est la variation de la fréquence en fonction du temps indépendamment de tout autre paramètre. C'est un effet généralement continu et irréversible, résultant du vieillissement des quartz et des circuits de l'oscillateur. La dérive de fréquence peut être considérée comme étant la variation de la valeur moyenne de la fréquence caractéristique en fonction du temps, après élimination des variations dues aux effets à court terme, généralement périodiques et réversibles, par exemple, les variations de fréquence provenant des modifications d'ambiance journalières ou saisonnières.

Le vieillissement des quartz provoque une dérive de la fréquence vers des valeurs plus élevées ou vers des valeurs plus basses, avec une rapidité décroissant avec le temps. Le processus de vieillissement des circuits de l'oscillateur peut provoquer une dérive de sens opposé intervenant simultanément ou au bout d'un certain temps, provoquant ainsi des fluctuations dans la dérive de fréquence à long terme. La détermination de cet effet est toutefois hors du programme normal des mesures faites sur les émetteurs; c'est la raison pour laquelle il n'est pas donné ici de définition exacte ni de méthodes de mesure.

Sous ce rapport, il est important de noter que le maintien de la fréquence caractéristique à l'intérieur des limites fixées par la tolérance de fréquence requiert, lors de l'exploitation de l'émetteur en trafic réel, des contrôles et des réglages périodiques de l'oscillateur, par exemple, en comparant sa fréquence avec celle d'une émission de fréquence étalon.

14. **Erreur moyenne de réglage de la fréquence et précision de réglage de la fréquence**

Lorsqu'un émetteur est réglé sur une fréquence particulière, la fréquence caractéristique obtenue diffère généralement de la fréquence de référence.

Dans les émetteurs équipés d'oscillateurs à réglage continu de la fréquence, y compris les synthétiseurs, permettant un réglage manuel ou automatique à l'intérieur d'une certaine gamme de fréquence, la différence de fréquence observée, appelée « erreur de réglage de la fréquence », peut être due à une erreur d'étalonnage des cadrans ou de tout autre indicateur de la fréquence. Elle peut aussi être due aux erreurs de fréquence d'une oscillation auxiliaire utilisée pour le réglage et le contrôle de la fréquence de fonctionnement.

L'erreur de réglage n'est pas constante; pendant une série d'opérations de réglage elle peut varier à l'intérieur d'une certaine plage en raison, par exemple, des imperfections mécaniques des organes fixant la fréquence. Sous ce rapport, on définit l'erreur moyenne de réglage de la

The maximum frequency variation determined as explained above is expressed in hertz and half this value shall be compared with the frequency stability stated in the equipment specification (Note 2).

Note 2. — This statement should preferably be formulated as given in the *example* below:

Frequency stability (over 2 h):

better than $\pm (0.5 \times 10^{-6} f + 12 \text{ Hz})$

in which f is the operating frequency expressed in hertz after 2 min warming-up time (crystal oven continuously in operation) for any frequency within the range from 7.6 MHz to 29.7 MHz, for the following variations within the limits of the operating conditions stated for the frequency tolerance:

- mains voltage variation: $\pm 2\%$ of the rated value
- mains frequency variation: $\pm 1\%$ of the rated value
- variation of ambient temperature: $\pm 3 \text{ deg C}$
- variation of relative humidity: any value within the range

13. Frequency drift (of a radio transmitter)

The frequency drift of a transmitter is the variation of frequency in time independent of any other parameter. The effect is usually continuous and irreversible and is the result of ageing processes in the quartz crystals and oscillator circuits of the transmitter. Frequency drift may be considered to be the variation in time of the mean value of the characteristic frequency, after all variations due to short term influences which are usually periodic and reversible, such as diurnal or seasonal variations of ambient conditions, have been eliminated.

Ageing processes in the quartz crystals may cause a drift towards higher frequencies or towards lower frequencies, the intensity decreasing with time. Ageing processes in the oscillator circuit itself may cause a drift in the reverse direction occurring simultaneously or after a certain period and causing fluctuations in the frequency drift in the very long run. The determination of this effect is therefore commonly beyond the normal programme of measurements on radio transmitters for which reason no exact definition is given and no method of measurement is specified.

In this connection, it is important to note that maintenance of the characteristic frequency within the limits given by the frequency tolerance, the transmitter being in actual service, still requires periodic checks and adjustments of the oscillator, e.g. by comparison with standard-frequency emissions.

14. Mean frequency setting error and frequency resetting accuracy

When a transmitter is set to a particular frequency, the characteristic frequency obtained will generally differ from the desired reference frequency.

In transmitters provided with continuously tunable oscillators including synthesizers, permitting the frequency to be set, either manually or automatically, within a certain frequency range, the frequency difference observed, called “frequency setting error”, may be due to the calibrating error of dials or other means indicating the frequency, or to frequency errors of an auxiliary oscillation that might be used for setting and checking the operating frequency.

The setting error is not constant; during a series of resetting procedures it may vary within a certain range due to, e.g. mechanical imperfections of the frequency determining parts. Therefore, a mean frequency setting error is defined, being the difference between the arithmetic mean of the

fréquence comme la différence entre la fréquence de référence et la moyenne arithmétique des valeurs de la fréquence caractéristique obtenues au cours d'un certain nombre d'opérations successives de réglage.

Les valeurs ainsi obtenues se situent autour de la moyenne arithmétique; l'écart type des différences entre la fréquence caractéristique et cette moyenne, ou plus simplement, la « précision de réglage de la fréquence », peut être considéré comme une mesure de la précision avec laquelle une certaine fréquence peut être obtenue. La figure 5 représente un graphique explicatif de la définition et de la méthode de mesure de l'erreur de réglage de la fréquence et de la précision de réglage.

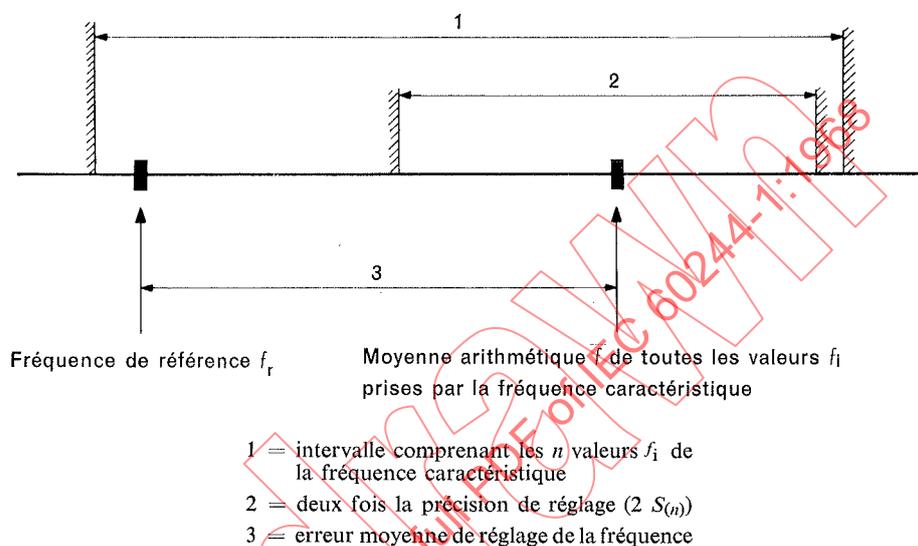


FIG. 5. — Erreur moyenne de réglage de la fréquence et précision de réglage de la fréquence.

14.1 Définitions

14.1.1 Erreur moyenne de réglage de la fréquence (d'un émetteur radioélectrique)

Différence entre la fréquence de référence et la moyenne arithmétique des valeurs successives de la fréquence caractéristique obtenues au cours d'un nombre spécifié d'opérations de réglage rapidement répétées dans des conditions de fonctionnement spécifiées.

14.1.2 Précision de réglage de la fréquence (d'un émetteur radioélectrique)

Ecart type des différences entre les valeurs successives de la fréquence caractéristique et la moyenne arithmétique des valeurs obtenues après un nombre spécifié d'opérations de réglage rapidement répétées dans des conditions de fonctionnement spécifiées.

14.2 Méthode de mesure

Les mesures ne doivent être faites qu'après la fin de la période initiale de variation de fréquence. Les conditions de fonctionnement doivent se trouver dans des limites spécifiées (voir note), et doivent rester suffisamment constantes pendant les mesures afin de n'avoir aucune influence appréciable sur la fréquence obtenue.

Dans ces conditions, on effectue un nombre spécifié (au moins 10 et de préférence 15) de réglages en succession rapide, la fréquence étant mesurée après chaque réglage suivant la méthode indiquée au paragraphe 9.2.

characteristic frequencies obtained after a number of consecutive setting procedures and the reference frequency.

The frequencies so obtained are situated around the arithmetic mean; the departure of the characteristic frequency from this arithmetic mean, expressed as a standard deviation, or in short, the “frequency resetting accuracy”, may be considered as a measure of the accuracy with which a certain frequency can be reproduced. An explanatory drawing of the definition and method of measurements of frequency setting error and frequency resetting accuracy is given in Figure 5.

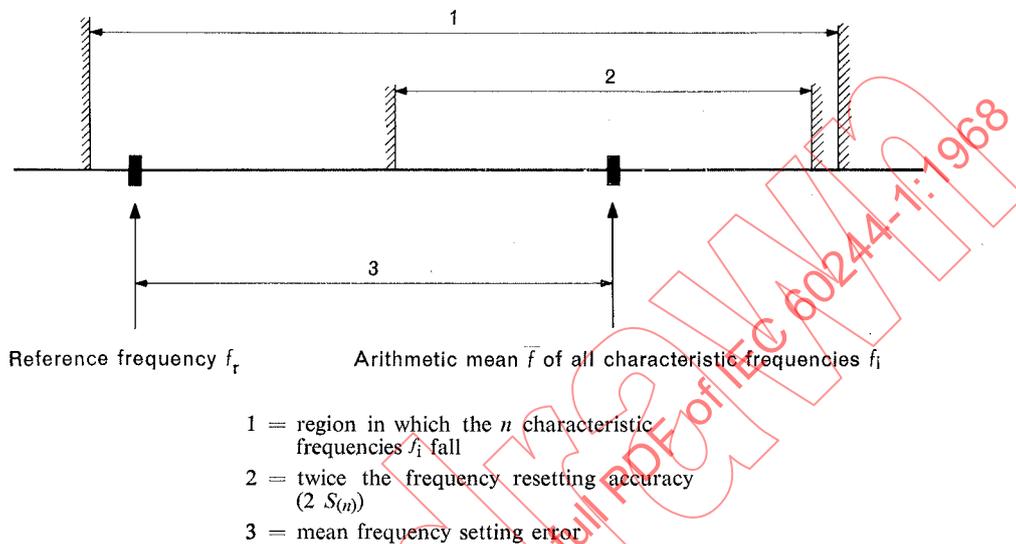


FIG. 5. — Mean frequency setting error and frequency resetting accuracy.

14.1 Definitions

14.1.1 Mean frequency setting error (of a radio transmitter)

The difference between the reference frequency and the arithmetic mean of the characteristic frequencies obtained after a specified number of rapidly repeated resetting procedures under specified operating conditions.

14.1.2 Frequency resetting accuracy (of a radio transmitter)

The departure, expressed as a standard deviation, of the characteristic frequency from the arithmetic mean of the characteristic frequencies obtained after a specified number of rapidly repeated resetting procedures under specified operating conditions.

14.2 Method of measurement

The measurement is to be carried out after the specified initial period of frequency variation has elapsed. The operating conditions shall be within the specified limits (see Note) and be substantially constant during the measurements so as not to have any appreciable influence on the generated frequency.

Under these conditions, a specified number (at least 10, and preferably 15) of setting procedures is performed in rapid succession, the frequency being measured according to Sub-clause 9.2 after each setting procedure.

La précision de réglage de la fréquence est évaluée sous la forme d'un écart type d'après la formule:

$$S(n) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}$$

dans laquelle:

n = nombre de mesures effectuées

f_i = valeur de la fréquence obtenue au cours de l'une des mesures

\bar{f} = moyenne arithmétique de toutes les valeurs de f_i :

$$\bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i$$

$S(n)$ = précision de réglage exprimée dans la même unité que f_i .

L'erreur moyenne de réglage de la fréquence est égale à la différence entre \bar{f} et la fréquence de référence.

L'erreur maximale de fréquence peut être déduite de la figure 5, page 44.

Note. — Il y a lieu de retenir le fait que l'erreur moyenne de réglage de la fréquence et l'erreur maximale de réglage de la fréquence dépendent principalement des conditions de fonctionnement. Pour des valeurs différentes de température ambiante, de tension de la source d'énergie, etc. on trouvera des erreurs de réglage différentes. A un degré moindre, ceci s'applique aussi à la précision de réglage de la fréquence.

SECTION TROIS — PUISSANCE DE SORTIE

15. Note générale concernant la puissance de sortie

En fonction de la classe d'émission, la puissance de sortie d'un émetteur radioélectrique est exprimée par la puissance moyenne, la puissance de l'onde porteuse ou la puissance en crête de modulation, dont les définitions sont données dans les articles ci-dessous.

Les définitions sont reproduites d'après le Règlement des Radiocommunications et un Avis du C.C.I.R. (voir annexe C), mais dans le cadre de la présente recommandation, les mesures sont effectuées sur un émetteur placé dans des conditions de modulation spécifiées et non dans les conditions normales de fonctionnement en exploitation, et connecté à une charge d'essai, au lieu d'un système rayonnant (antenne, cadre, etc.).

16. Puissance moyenne

16.1 Définition

La puissance moyenne d'un émetteur radioélectrique est la moyenne de la puissance fournie à la charge d'essai par un émetteur dans des conditions de modulation spécifiées, évaluée pendant un temps relativement long par rapport à la période de la composante de plus basse fréquence de la modulation.

16.2 Conditions de fonctionnement

L'émetteur tel qu'il est défini au paragraphe 3.1 est placé dans les conditions de fonctionnement mentionnées à l'article 4. Ces conditions doivent être clairement indiquées avec les résultats de mesure.

The frequency resetting accuracy shall be evaluated as a standard deviation from the formula :

$$S(n) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}$$

in which:

n = the number of measurements

f_i = the value of frequency, of any individual measurement

\bar{f} = the arithmetic mean of all values of f_i :

$$\bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i$$

$S(n)$ = the resetting accuracy expressed in the same units as f_i .

The mean frequency setting error amounts to the difference between \bar{f} and the reference frequency.

The maximum frequency setting error can be derived from Figure 5, page 45.

Note. — Attention is drawn to the fact that the mean frequency setting error and the maximum frequency setting error principally depend on the operating conditions. For different values of the ambient temperature, power supply voltage, etc. different values of the setting errors will be found. This applies to a much less extent to the frequency resetting accuracy.

SECTION THREE — OUTPUT POWER

15. General note on output power

Dependent on the class of emission the output power of a radio transmitter is expressed in terms of mean power, carrier power or peak envelope power as defined in the clauses below.

The definitions have been derived from the Radio Regulations and from the C.C.I.R. Recommendation reproduced in Appendix C, but for the purpose of this Recommendation the measurements are performed on a transmitter operating under specified condition of modulation instead of under conditions of normal operation and connected to a test load, instead of to an aerial system.

16. Mean power

16.1 Definition

The mean power of a radio transmitter is the power supplied to a test load under specified conditions of modulation, averaged over a time sufficiently long compared with the period of the lowest frequency encountered in the modulation.

16.2 Conditions of operation

The transmitter as defined in Sub-clause 3.1 shall be operated under the conditions given in Clause 4. These conditions shall be clearly stated with the results of the measurements.

Les caractéristiques de la charge d'essai sur laquelle l'émetteur doit être branché (voir paragraphe 4.1.3) doivent rester constantes pendant les mesures, afin de rendre possible le calcul direct ou l'évaluation par comparaison de la puissance dégradée.

Il est recommandé de vérifier que les autres conditions figurant dans le cahier des charges (par exemple, la réponse amplitude/fréquence acoustique et le taux de distorsion non linéaire) sont satisfaites avant de faire les mesures définitives.

16.3 Conditions de modulation

La condition de modulation indiquée dans le cahier des charges doit être appliquée.

16.4 Méthode de mesure

Une des méthodes suivantes peut être retenue en s'assurant avec soin que le temps pris pour la mesure est suffisant pour satisfaire aux conditions du paragraphe 16.1.

16.4.1 Méthode calorimétrique

Une résistance formant l'élément dissipatif de la charge d'essai est refroidie par un courant d'eau ou tout autre fluide; l'élément dissipatif peut aussi être constitué par le fluide même.

La puissance dissipée est calculée d'après l'élévation de température, le débit de fluide par unité de temps et les caractéristiques spécifiques de fluide, par la formule suivante:

$$P = \rho \cdot c \cdot \Phi \cdot \Delta t$$

dans laquelle:

P = puissance, en watts

ρ = densité du fluide, en kilogrammes par litre (1 pour l'eau)

c = chaleur spécifique, en joules par kilogramme et par degré Celsius (4 187 pour l'eau)

Φ = débit, en litres par seconde

Δt = élévation de température, en degré Celsius

Notes 1. — Pour éviter les imprécisions dues au rayonnement thermique et aux pertes par convection, il est recommandé que Δt soit centré autour de la température ambiante. Pour obtenir des résultats plus précis, Δt doit être maintenu aussi faible que possible afin d'éviter les variations des propriétés spécifiques de fluide. Toutefois dans ce cas, la précision d'étalonnage et de lecture des thermomètres devient les éléments prédominants.

2. — On doit s'assurer que les indications des appareils utilisés pour déterminer l'élévation de température ne sont pas influencées par la présence de champs haute fréquence agissant sur eux. Par exemple, les courants induits dans la colonne de mercure d'un thermomètre peuvent déterminer dans cette colonne un dégagement de chaleur indépendant de la chaleur transmise par le dispositif soumis à la mesure.

16.4.2 Méthode par comparaison

Cette méthode peut utiliser comme base la mesure de l'échauffement de la résistance de la charge d'essai ou celle de l'échauffement du fluide de refroidissement de cette résistance, à l'aide d'un instrument approprié. Pour la comparaison, la même élévation de température est établie dans le même circuit (ou dans un circuit de caractéristiques identiques accepté par les parties) avec les mêmes conditions de refroidissement, en utilisant une alimentation en courant industriel dont la puissance peut être mesurée avec des appareils classiques.

Notes 1. — Lorsque la résistance est refroidie par de l'eau, on doit s'assurer que la puissance de comparaison ne provoque pas des phénomènes d'électrolyse faussant ainsi la mesure.

2. — On doit s'assurer que les indications des appareils utilisés pour déterminer l'élévation de température ne sont pas influencées par la présence de champs haute fréquence agissant sur eux. Par exemple, les courants induits dans la colonne de mercure d'un thermomètre peuvent déterminer dans cette colonne un dégagement de chaleur indépendant de la chaleur transmise par le dispositif soumis à la mesure.

The characteristics of the test load to which the transmitter is to be connected (see Sub-clause 4.1.3) shall remain constant during the time of the measurement so as to make possible direct calculation or evaluation by comparison of the dissipated power.

It is recommended to verify that other necessary requirements quoted in the relevant equipment specification (e.g. the amplitude/modulation frequency characteristic and/or the non-linearity distortion) are satisfied before making final power measurements.

16.3 *Condition of modulation*

The condition of modulation given in the relevant equipment specification shall apply.

16.4 *Method of measurement*

One of the following methods may be chosen, care being taken to ensure that the time taken for the measurement is such that the condition of Sub-clause 16.1 is fulfilled.

16.4.1 *Calorimetric method*

A resistor which forms the dissipative element of the test load is cooled by a flow of water or other fluid, surrounding the resistance; the fluid itself may also be the dissipative element.

The power dissipated is calculated from the temperature rise, the rate of flow of the coolant or of the fluid in volume units per unit time, and the specific properties of the coolant, according to the following formula:

$$P = \rho \cdot c \cdot \Phi \cdot \Delta t$$

where:

- P = power dissipated, in watts
- ρ = mass density, in kilogrammes per litre (1 for water)
- c = specific heat capacity, in joules per kilogramme Celsius degree (4 187 for water)
- Φ = flow, in litres per second
- Δt = temperature rise, in Celsius degrees

Notes 1. — To avoid inaccuracies due to heat radiation and convection losses, it is recommended that Δt be centred on the ambient temperature. For most accurate results, Δt shall be kept as low as practical in view of the variation of the specific properties of the coolant. In this case, however, the precision of the temperature grading and the accuracy of the temperature reading become predominant.

- 2. — Care shall be taken that the indication of the instrument used to determine the temperature rise will not be influenced by r.f. fields present at the place of these instruments. For example, eddy currents in the column of a mercury thermometer may heat the column independently of the heating of the coolant.

16.4.2 *Comparison method*

This method may be realized by measuring the temperature rise of the resistor of the test load or of the coolant of this resistor by means of a suitable instrument. For comparison, the same temperature rise is then reproduced in the same circuit (or in agreed alternative circuits with identical characteristics) under the same conditions of cooling, using a d.c. or a.c. power which can be measured with conventional instruments.

Notes 1. — When the resistor is water-cooled, care shall be taken that the comparison power will not cause electrolysis and hence influence the measurement.

- 2. — Care shall be taken that the indication of the instruments used to determine the temperature rise will not be influenced by r.f. fields present at the place of these instruments. For example, eddy currents in the column of a mercury thermometer may heat the column independently of the heating of the coolant.

16.4.3 *Méthode par variation de résistance*

Dans cette méthode, une résistance variable en fonction de la température (par exemple un bolomètre ou une thermistance) est insérée dans une des branches d'un pont préalablement équilibré; elle constitue la charge ou une partie de celle-ci. En raison de la puissance à fréquence radioélectrique dissipée, la résistance varie d'une faible quantité; cette variation déséquilibre le pont, dont l'appareil de mesure d'équilibre peut être directement étalonné en puissance.

Le pont peut aussi être rééquilibré, et la puissance utilisée pour le rééquilibrage peut être prise, après les calculs convenables, comme une mesure de la puissance à fréquence radioélectrique. Dans ce cas, la résistance de charge est rétablie à sa valeur d'origine, évitant ainsi toute désadaptation.

Notes 1. — Ces méthodes sont très utiles pour la mesure des faibles puissances (1 mW ou moins) jusqu'à la Bande 10 (ondes centimétriques; voir annexe D). Pour les puissances élevées, on peut utiliser des atténuateurs étalonnés avec précision, des coupleurs directifs, ou tout autre dispositif similaire.

2. — Lorsqu'on utilise des thermistances, on doit veiller à éviter les erreurs dues aux variations de la température ambiante pendant la durée de la mesure. En raison des pertes dans les matériaux (par exemple, dans le verre) contenant la résistance, des erreurs supplémentaires peuvent intervenir, notamment dans la Bande 10 (ondes centimétriques) et dans les bandes de rang supérieur.

16.4.4 *Méthode courant-résistance*

On détermine d'abord la composante résistive série R_s de l'impédance de la charge d'essai. Le courant I dans la charge est mesuré à l'aide d'un appareil sensible au courant efficace et dont les caractéristiques en fonction de la fréquence, y compris les phénomènes éventuels de résonances, sont connues.

On calcule la puissance moyenne en utilisant la relation:

$$P = I^2 R_s$$

Note. — Cette méthode ne doit pas être utilisée en présence d'un signal complexe lorsque les composantes résistives séries dépendent essentiellement de la fréquence des oscillations appliquées à la charge d'essai.

16.4.5 *Méthode tension-résistance*

On détermine d'abord la composante résistive parallèle R_p de l'impédance de la charge d'essai. La tension V à ses bornes est mesurée à l'aide d'un montage approprié dont les caractéristiques en fonction de la fréquence, y compris les phénomènes éventuels de résonances, sont connues.

On calcule la puissance moyenne en utilisant la relation:

$$P = \frac{V^2}{R_p}$$

On doit veiller à ce que la tension mesurée puisse être sûrement évaluée en valeur efficace, quelle que soit la forme d'onde.

Note. — Cette méthode ne doit pas être utilisée en présence d'un signal complexe lorsque les composantes résistives parallèles dépendent essentiellement de la fréquence des oscillations appliquées à la charge d'essai.

16.4.6 *Méthodes avec coupleur directif*

Dans cette méthode, la puissance de l'onde incidente et celle de l'onde réfléchie sont chacune déterminées à l'aide de deux coupleurs directifs, insérés dans la ligne d'alimentation de la charge d'essai. La puissance moyenne fournie à la charge de sortie est alors égale à la différence entre les deux puissances mesurées.

16.4.3 Resistance variation method

In this method, a temperature dependent resistor (e.g. a bolometer or thermistor) in one of the branches of a balanced bridge-circuit constitutes the load or a part thereof. Due to the r.f. power dissipated, the resistance varies a small amount; this variation is used to unbalance the bridge-circuit, the meter of which may directly be calibrated in power.

Alternatively, the bridge may be restored to balance and the restoring power used as a measure of the r.f. power after suitable calculations have been made. In this case, the load resistor is restored to its original value, thus avoiding an impedance mismatch.

Notes 1. — These methods are useful for the measurement of low power (1 mW or less) up to and including Band 10 (centimetric waves; see Appendix D). For high power measurements, accurately calibrated attenuators, directional couplers or similar devices shall be used.

2. — When thermistors are used, care shall be taken to avoid errors due to changes of ambient temperature during the time of one measurement. Additional errors may arise, particularly in Band 10 (centimetric waves) and upwards, due to losses in the material (e.g. glass) of the enclosure.

16.4.4 Current — resistance method

The series resistive component R_s of the impedance of the test load shall be determined and the current I to the test load measured, using a true r.m.s. current measuring device the frequency characteristic of which, including any resonance phenomena, is known.

The mean power is calculated from:

$$P = I^2 R_s$$

Note. — This method shall not be used in the case of a complex signal when the series resistive component depends substantially on the frequency of the oscillations applied to the test load.

16.4.5 Voltage — resistance method

The parallel resistive component R_p of the impedance of the test load shall be determined and the voltage V across the test load measured, using a suitable voltage measuring device, the frequency characteristic of which, including any resonance phenomena, is known.

The mean power is calculated from:

$$P = \frac{V^2}{R_p}$$

Care shall be taken that the measured voltage can be evaluated in r.m.s. terms, irrespective of the wave-form.

Note. — This method shall not be used in the case of a complex signal when the parallel resistive component depends substantially on the frequency of the oscillations applied to the test load.

16.4.6 Directional coupler method

In this method, the incident and reflected power are each determined by using a pair of directional couplers inserted in the transmission line to the test load. The difference between the two measured powers gives the mean power supplied to the terminal load.

Dans l'esprit de la présente recommandation, l'utilisation de tels appareils pour les mesures de puissance suppose l'étalonnage par comparaison des appareils à l'aide de l'une des méthodes indiquées aux paragraphes 16.4.1 et 16.4.2.

17. Puissance de l'onde porteuse

17.1 Définition

La puissance de l'onde porteuse d'un émetteur radioélectrique est la moyenne de la puissance fournie à la charge d'essai par un émetteur au cours d'un cycle de haute fréquence en l'absence de modulation; la condition d'absence de modulation doit être indiquée pour chaque classe d'émission.

17.2 Méthode de mesure

La puissance de l'onde porteuse est considérée comme une forme spéciale de la puissance moyenne; sa mesure doit s'effectuer en l'absence de modulation d'après le paragraphe 16.4, dans les conditions de fonctionnement indiquées au paragraphe 16.2.

Note. — Les conditions d'absence de modulation sont définies au tableau I de l'annexe C.

18. Puissance en crête de modulation

18.1 Définition

La puissance en crête de modulation d'un émetteur radioélectrique est la moyenne de la puissance fournie à la charge d'essai par un émetteur au cours d'un cycle de haute fréquence correspondant à l'amplitude maximale de l'enveloppe de modulation au cours du fonctionnement dans des conditions de modulation spécifiées.

18.2 Conditions de fonctionnement

Voir paragraphe 16.2.

18.3 Condition de modulation

La condition de modulation indiquée dans le cahier des charges doit être appliquée.

Bien que le concept de puissance en crête de modulation puisse être applicable à toutes les classes d'émission, la mesure de la puissance en crête présente un intérêt particulier pour les émetteurs à modulation d'amplitude à bande latérale unique et à bandes latérales indépendantes avec porteuse réduite ou supprimée, et pour les émetteurs de télévision à bande latérale résiduelle.

Le signal de modulation recommandé pour le premier groupe d'émetteur mentionné est spécifié au paragraphe 18.4 ci-dessous; pour les émetteurs de télévision se reporter à la partie correspondante de la présente recommandation concernant les mesures particulières aux émetteurs de télévision monochrome ou en couleur (à l'étude).

18.4 Condition de modulation pour les émetteurs de téléphonie à modulation d'amplitude à une seule voie ou multivoie, à bande latérale unique ou à bandes latérales indépendantes, et pour les émetteurs de télégraphie harmonique multiplex

Sauf indication contraire, deux oscillations sinusoïdales sont appliquées simultanément à l'entrée de l'émetteur, chacune des oscillations donnant un signal à fréquence radioélectrique d'égale amplitude à la sortie.