

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 487-1

Première édition — First edition

1974

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres**

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et aux liaisons simulées

**Methods of measurement for equipment
used in terrestrial radio-relay systems**

Part 1: Measurements common to sub-systems and simulated radio-relay systems



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 487-1

Première édition — First edition

1974

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres**

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et aux liaisons simulées

**Methods of measurement for equipment
used in terrestrial radio-relay systems**

Part 1: Measurements common to sub-systems and simulated radio-relay systems



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

**1, rue de Varembe
Genève, Suisse**

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

100. Objet	6
101. Domaine d'application	6
102. Termes et définitions	6
103. Conditions de mesure	8
104. Conditions normalisées d'essai	8
105. Conditions supplémentaires concernant la source d'énergie	12
106. Mesures faites dans des conditions différentes des conditions normalisées d'essai	12

SECTION DEUX — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DES FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES . 14

(A l'étude)

SECTION TROIS — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES

300. Affaiblissement d'adaptation	16
301. Niveaux d'entrée et de sortie	20
302. Caractéristique amplitude/fréquence	22
303. Caractéristique statique de la C.A.G.	24
304. Caractéristique dynamique de la C.A.G.	24
305. Caractéristique de temps de propagation de groupe/fréquence	24

SECTION QUATRE — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DE BASE 28

(A l'étude)

SECTION CINQ — MESURES EFFECTUÉES DE LA BANDE DE BASE À LA BANDE DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES ET DE LA BANDE DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES À LA BANDE DE BASE 28

(A l'étude)

FIGURES	30
-------------------	----

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL

Clause

100. Object	7
101. Scope	7
102. Terms and definitions	7
103. Conditions of measurement	9
104. Standard test conditions	9
105. Supplementary conditions for the power supply	13
106. Measurements under conditions deviating from standard test conditions	13

SECTION TWO — MEASUREMENTS IN THE RADIO-FREQUENCY RANGE 15

(Under consideration)

SECTION THREE — MEASUREMENTS IN THE INTERMEDIATE-FREQUENCY RANGE

300. Return loss	17
301. Input and output levels	21
302. Amplitude/frequency characteristic	23
303. Static A.G.C. characteristic	25
304. Dynamic A.G.C. characteristic	25
305. Group-delay/frequency characteristic	25

SECTION FOUR — MEASUREMENTS IN THE BASEBAND 29

(Under consideration)

SECTION FIVE — MEASUREMENTS FROM BASEBAND TO INTERMEDIATE FREQUENCY AND FROM INTERMEDIATE FREQUENCY TO BASEBAND 29

(Under consideration)

FIGURES	30
-------------------	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL
UTILISÉ DANS LES FAISCEAUX HERTZIENS TERRESTRES**

**PREMIÈRE PARTIE: MESURES COMMUNES AUX SOUS-ENSEMBLES
ET AUX LIAISONS SIMULÉES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 12E: Systèmes pour hyperfréquences, 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 au matériel radioélectrique utilisé dans les faisceaux hertziens.

Cette recommandation doit être utilisée avec les Publications 68 et 215 de la CEI, ainsi qu'avec les sections pertinentes des avis et rapports du C.C.I.R., et les articles du Règlement des Radiocommunications édités par l'Union internationale des Télécommunications (U.I.T.).

Des projets de la recommandation furent diffusés aux Comités nationaux et discutés lors de la réunion tenue à Bruxelles en 1971. A la suite de cette réunion, un projet définitif pour chacune des sections fut élaboré et soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la Section Un, document 12E(Bureau Central)2:

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

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la Section Trois, document 12E(Bureau central)3:

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie
Israël	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT
USED IN TERRESTRIAL RADIO-RELAY SYSTEMS**

**PART 1: MEASUREMENTS COMMON TO SUB-SYSTEMS
AND SIMULATED RADIO-RELAY SYSTEMS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 12E, Microwave Systems, of IEC Technical Committee No.12, Radiocommunications.

This recommendation forms Part 1 of a recommendation which is intended, after its completion, to lay down recommended methods of measurements for radio equipment used in radio-relay systems.

This recommendation is intended to be used in conjunction with IEC Publications 68 and 215, as well as the pertinent parts of the C.C.I.R. Recommendations and Reports, and Articles of the Radio Regulations drawn up by the International Telecommunication Union (I.T.U.).

Drafts of this recommendation were circulated to National Committees and were discussed during the meeting held in Brussels in 1971. As a result of this meeting, a final draft for each section was prepared and submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Section One [document 12E(Central Office)2]:

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

The following countries voted explicitly in favour of publication of Section Three [document 12E(Central Office)3]:

Australia	Italy
Belgium	Japan
Canada	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	United Kingdom
Hungary	United States of America
Israel	

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ DANS LES FAISCEAUX HERTZIENS TERRESTRES

PREMIÈRE PARTIE: MESURES COMMUNES AUX SOUS-ENSEMBLES ET AUX LIAISONS SIMULÉES

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

100. Objet

La présente recommandation a pour objet de normaliser les conditions et méthodes de mesure à utiliser pour relever les caractéristiques des faisceaux hertziens et des équipements qui y sont utilisés, et rendre possible la comparaison des résultats de mesures effectuées par différents observateurs (contrôleurs). Elle donne le détail de méthodes sélectionnées pour effectuer des mesures recommandées pour évaluer les propriétés essentielles d'un faisceau hertzien et des équipements qui y sont utilisés. Ces méthodes ne sont ni impératives ni limitatives; un choix de mesures peut être établi pour chaque cas particulier. Si nécessaire, des mesures supplémentaires peuvent être effectuées, mais elles devraient être conduites en accord avec les normes établies par d'autres Comités d'Etudes ou Sous-Comités de la CEI ou par d'autres organismes internationaux.

Il n'est pas mentionné de valeurs limites admissibles des différentes grandeurs correspondant à un fonctionnement acceptable. Ces valeurs devraient être données par le cahier des charges détaillé du matériel.

Les méthodes de mesure décrites dans la présente recommandation concernent les essais de «type» et de «réception». Elles peuvent également être utilisées pour les essais de contrôle en usine.

101. Domaine d'application

Les conditions normalisées de mesure et les méthodes de mesure des caractéristiques figurant dans cette partie de la recommandation sont communes aux sous-ensembles et aux liaisons simulées de faisceaux hertziens à visibilité directe, utilisant la modulation de fréquence. Les méthodes décrites sont limitées au cas de la transmission de signaux analogiques.

Ces méthodes d'essai sont générales et sont applicables à des faisceaux hertziens de grande ou petite capacité, mais il n'y a pas toujours lieu de spécifier et de mesurer certaines des caractéristiques pour des faisceaux hertziens ayant une capacité de 60 voies téléphoniques ou moins. Ceci devra faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

102. 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 (V.E.I) de la CEI ou à celles utilisées par les autres Comités d'Etudes de la CEI ou à celles d'autres organismes internationaux. Lorsqu'il existe une différence, celle-ci est apparue comme étant nécessaire à une meilleure compréhension de la présente recommandation.

102.1 Cahier des charges du matériel

Tout document spécialement établi, qui décrit le comportement et les caractéristiques du matériel dans des conditions normales d'utilisation, ainsi que dans des conditions de dérangement type qui peuvent intervenir.

Note. — Pour les principes généraux et les méthodes d'essai à suivre pour s'assurer que l'équipement est conforme aux règles de sécurité 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.

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN TERRESTRIAL RADIO-RELAY SYSTEMS

PART 1: MEASUREMENTS COMMON TO SUB-SYSTEMS AND SIMULATED RADIO-RELAY SYSTEMS

SECTION ONE — GENERAL

100. Object

The object of this recommendation is to standardize the conditions and methods of measurement to be used to ascertain the performance of terrestrial radio-relay systems and of the equipment used in such systems, and to facilitate the comparison of the results of measurements made by different observers. It contains details of selected methods of making measurements recommended for assessing the essential properties of a terrestrial radio-relay system and of the equipment used in such systems. These methods are neither mandatory nor limiting; a choice of measurements can be made in each particular case. If necessary, additional measurements may be made but these shall preferably be carried out in accordance with the standards laid down by other IEC Technical Committees or Sub-Committees or by other international bodies.

Limiting values of the various quantities for acceptable performance are not specified since these should be given in the detailed equipment specification.

The methods of measurement described in this recommendation are intended for “type” and “acceptance” tests and they may also be used for factory tests.

101. Scope

The standard conditions of measurement and the methods of measuring the characteristics given in this part of the recommendation are common to sub-systems of terrestrial line-of-sight radio-relay systems and to simulated radio-relay systems using frequency modulation. The tests described are limited to analogue transmission systems.

These test methods are general and are applicable to systems of large and small capacity, but it may be unnecessary to specify and to measure some of these characteristics for systems having a capacity of 60 telephone channels or less. The tests to be made should be agreed upon between the parties concerned.

102. Terms and definitions

The methods of measurement 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 (I.E.V.), or used by other Technical Committees of the IEC and other international bodies. Where deviations exist, they appeared necessary for a better understanding of this recommendation.

102.1 Detailed equipment specification

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

Note. — For the general principles and the test methods to be followed to assess that the equipment conforms to the appropriate safety regulations under conditions of normal use and under specified fault conditions, reference should be made to IEC Publication 215, Safety Requirements for Radio Transmitting Equipment.

102.2 Faisceaux hertziens terrestres

Dans le cadre de la présente recommandation, les éléments constituant un faisceau hertzien sont ceux qui sont indiqués à la figure 1, page 30.

102.3 Type

Un type englobe des produits ayant des caractéristiques de construction analogues, fabriqués suivant les mêmes techniques, et dont les caractéristiques sont dans la gamme habituelle de la fabrication considérée.

Notes 1. — Il n'y a pas à tenir 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. — La liste des caractéristiques à mesurer et la gamme de variation admise pour chacune d'entre elles devraient faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

102.4 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 constructeur donné peut être considéré comme étant en mesure de fabriquer des matériels répondant au cahier des charges.

102.5 Approbation de type

Décision de l'autorité compétente, par exemple: organisme gouvernemental, l'acheteur lui-même ou son mandataire, par laquelle elle reconnaît qu'un constructeur donné peut être considéré comme étant en mesure de produire, en quantité suffisante, le type de matériel répondant au cahier des charges.

102.6 Essais de réception

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

Cet accord doit couvrir:

- a) la taille de l'échantillon;
- b) le choix des essais;
- c) les tolérances et exceptions.

Note. — Lorsque différentes méthodes d'essais conduisent à des résultats non concordants, les méthodes préférées recommandées par la CEI doivent être retenues.

102.7 Essais de contrôle en usine

Essais effectués par le constructeur pour s'assurer que ses produits répondent au cahier des charges.

103. Conditions de mesure

On doit éviter soigneusement toutes situations qui pourraient endommager le matériel.

Sauf spécification contraire, 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, comme indiqué plus loin. Après mise au point du matériel pour 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.

104. Conditions normalisées d'essai

104.1 Conditions normalisées concernant la source d'énergie

Les mesures dans des conditions normalisées sont effectuées à la tension et à la fréquence nominales de la source d'énergie, spécifiées dans le cahier des charges du matériel. La tension doit être mesurée aux bornes d'alimentation du matériel soumis à l'essai.

102.2 *Terrestrial radio-relay system*

For the purpose of this recommendation, the elements comprising a terrestrial radio-relay system are those shown in Figure 1, page 30.

102.3 *Type*

A type comprises products having similar design features and employing similar manufacturing techniques, and which fall within the manufacturer's usual range of characteristics.

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

2. — "Characteristics" cover the combinations of:

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

3. — The list of characteristics and their limits should be agreed upon between purchaser and manufacturer.

102.4 *Type test*

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

102.5 *Type approval*

The decision by the proper authority, e.g. Government agency, the purchaser himself or his nominee, that a particular manufacturer can be considered capable of producing, in reasonable quantities, the type of equipment capable of meeting the specification.

102.6 *Acceptance tests*

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

The agreement shall cover:

- a) the size of the sample;
- b) the selection of tests;
- c) tolerances and exceptions.

Note. — When alternative test methods yield differing results, the preferred methods recommended by the IEC shall be used.

102.7 *Factory tests*

Tests carried out by the manufacturer to ascertain whether his products meet the specification.

103. **Conditions of measurement**

Care shall be taken to avoid all conditions which may lead to the equipment being damaged.

Unless otherwise specified, the measurements shall be carried out under standard conditions with respect to power supply, temperature, air pressure, humidity and terminal load, as given below. After the equipment has been finally set up for these conditions, the settings shall be kept constant during all measurements, with the exception of those settings which must be varied before or during a specified measurement period.

104. **Standard test conditions**

104.1 *Standard conditions for the power supply*

Measurements under standard power supply conditions are carried out at the nominal voltage and the nominal frequency stated in the detailed equipment specification. The voltage shall be measured at the power supply terminals of the equipment under test.

Sauf spécification contraire, pendant les essais sur un sous-ensemble ou sur une liaison simulée, la tension et la fréquence de la source d'énergie ne doivent pas s'écarter des valeurs nominales de plus de $\pm 2\%$.

Sauf spécification contraire, les conditions normalisées concernant la source d'énergie comportent aussi les conditions supplémentaires indiquées à l'article 105.

104.2 Conditions atmosphériques normalisées

Les mesures dans les conditions atmosphériques normalisées sont normalement effectuées conformément au paragraphe 104.2.1 ci-dessous. Au besoin, les résultats des mesures sont corrigés par le calcul pour être ramenés à la température de référence normalisée de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et à la pression atmosphérique de référence normalisée de $1,013 \times 10^5\text{ Pa}$ (1013 mbar), comme expliqué au paragraphe 104.2.2.

Si cette correction n'est pas possible, les mesures sont effectuées à l'un des ensembles de conditions d'arbitrage normalisées définis au paragraphe 104.2.3, de préférence à celui qui correspond à une température ambiante de $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Note. — Les conditions atmosphériques normalisées aux paragraphes 104.2.1, 104.2.2 et 104.2.3 sont en accord avec celles qui figurent dans la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités.

104.2.1 Conditions normalisées d'essai

Les mesures et les épreuves mécaniques, dont les résultats sont soit indépendants de la température et de la pression atmosphérique, soit corrigibles par le calcul pour être ramenés à la température de référence normalisée et à la pression atmosphérique de référence normalisée figurant au paragraphe 104.2.2, peuvent être normalement effectuées à n'importe quelle combinaison de température, humidité et pression atmosphérique effectivement présentes, à condition de rester dans les limites suivantes:

- température: $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- humidité relative: 45 % à 75 %;
- pression atmosphérique: $8,6 \times 10^4\text{ Pa}$ à $1,06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar à 1060 mbar).

Si les grandeurs à mesurer dépendent de la température, de l'humidité et de la pression atmosphérique et que la loi de dépendance soit inconnue, le paragraphe 104.2.3 s'applique.

104.2.2 Conditions de référence normalisées

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 dépendance soit connue, les grandeurs devraient être mesurées dans les conditions indiquées au paragraphe 104.2.1 et, le cas échéant, les valeurs obtenues corrigées par le calcul pour être ramenées aux conditions atmosphériques suivantes:

- température: $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- pression atmosphérique: $1,013 \times 10^5\text{ Pa}$ (1013 mbar).

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

104.2.3 Conditions d'arbitrage normalisées

Si les grandeurs à mesurer dépendent de la température, de l'humidité et de la pression atmosphérique et que la loi de dépendance soit inconnue, les mesures devraient être faites, après entente, à l'un des ensembles de conditions suivants:

Température	Humidité relative	Pression atmosphérique
$+20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	63 %–67 %	$8,6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1,06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+23 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	48 %–52 %	$8,6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1,06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	48 %–52 %	$8,6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1,06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+27 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	63 %–67 %	$8,6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1,06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)

Les mesures à une température différant des valeurs ci-dessus peuvent être faites après entente entre l'acheteur et le fabricant, auquel cas les limites convenables pour les valeurs caractéristiques devront faire l'objet d'un accord entre les parties.

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

During tests carried out on a sub-system or on a simulated system, the voltage and the frequency of the power supply shall not deviate from the nominal values by more than $\pm 2\%$, unless otherwise specified.

Unless otherwise specified, standard power supply conditions include the supplementary conditions given in Clause 105.

104.2 *Standard atmospheric conditions*

Measurements under standard atmospheric conditions are normally carried out in accordance with Sub-clause 104.2.1 below. If necessary, the results of the measurements should be corrected by calculation to the standard reference temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and to the standard reference air pressure of $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ (1013 mbar) as explained in Sub-clause 104.2.2.

If this correction is not possible, the measurements should be made at one of the standard referee conditions specified in Sub-clause 104.2.3 preferably at that corresponding to an ambient temperature of $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Note. — The standard atmospheric conditions stated in Sub-clauses 104.2.1, 104.2.2 and 104.2.3 are in conformity with those given in IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General.

104.2.1 *Standard testing conditions*

Measurements and mechanical tests, the results of which are either independent of temperature and air pressure, or can be corrected by calculation to the standard reference temperature and air pressure stated in Sub-clause 104.2.2, normally may be carried out under any existing combination of temperature, humidity and air pressure, provided they are within the following limits:

- temperature: $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- relative humidity: 45% to 75%;
- air pressure: $8.6 \times 10^4\text{ Pa}$ to $1.06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar to 1060 mbar).

If the quantities to be measured depend on temperature, humidity and air pressure and the law of dependence is unknown, Sub-clause 104.2.3 applies.

104.2.2 *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 should be measured under the conditions given in Sub-clause 104.2.1 and, if necessary, corrected by calculation to the following reference values:

- temperature: $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- air pressure: $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ (1013 mbar).

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

104.2.3 *Standard referee conditions*

If the quantities to be measured depend on temperature, humidity and air pressure and the law of dependence is unknown, the measurement should be made, by mutual agreement, under one of the following sets of conditions:

<i>Temperature</i>	<i>Relative humidity</i>	<i>Air pressure</i>
$+20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	63%–67%	$8.6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1.06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+23 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	48%–52%	$8.6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1.06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	48%–52%	$8.6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1.06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)
$+27 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	63%–67%	$8.6 \times 10^4\text{ Pa}$ – $1.06 \times 10^5\text{ Pa}$ (860 mbar – 1 060 mbar)

Measurements at temperatures differing from the above table may be made by agreement between purchaser and manufacturer, in which case suitable limits for the characteristic values shall be agreed upon.

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

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 peuvent être permises, ces tolérances devant faire l'objet d'un accord mutuel. Les conditions effectivement présentes doivent être indiquées dans le rapport d'essais.

105. Conditions supplémentaires concernant la source d'énergie

Outre le fait qu'elle doit satisfaire aux clauses appropriées du cahier des charges, la source d'énergie utilisée pour les essais du matériel doit avoir une stabilité suffisante pour que celui-ci ne subisse pas de variations notables sous l'effet de modifications des caractéristiques de cette source.

En général, la condition mentionnée ci-dessus sera remplie si la source d'énergie satisfait aux paragraphes 105.1 et 105.2.

105.1 Conditions concernant les sources de courant alternatif

105.1.1 Forme d'onde et impédance de la source

Sauf spécification contraire, une source de courant alternatif, pratiquement sinusoïdale et d'impédance assez faible afin de n'avoir qu'une influence négligeable sur les caractéristiques du matériel 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 l'amplitude de cette dernière en n'importe quel point de la courbe ($a - b \leq 0,05c$; voir la figure 2, page 31).

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

2. — Dans le cas où le rapport de la charge de la source de courant alternatif à ses possibilités de débit en court-circuit est tel que l'impédance de cette source peut avoir une influence notable, les recommandations appropriées énoncées dans les articles 443, 444, 445 et 446 de la Publication 84 de la CEI doivent être observées.

105.1.2 Symétrie des systèmes polyphasés

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

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 la figure 3, page 31).

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 valeur de la tension de source.

Note. — Ces conditions sont établies d'après les Publications 84, 119 (voir la note 1, paragraphe 105.1.1) et 76 de la CEI: Transformateurs de puissance.

105.2 Conditions concernant les sources de courant continu

A l'étude

106. Mesures faites dans des conditions différentes des conditions normalisées d'essai

Si nécessaire, les caractéristiques du matériel pourront être déterminées au cours ou à l'issue d'une période pendant laquelle le matériel est soumis à des conditions de fonctionnement différant des conditions normalisées d'essai spécifiées à l'article 104.

Dans ce cas, le niveau acceptable de dégradation des caractéristiques ainsi que les conditions dans lesquelles les essais doivent être effectués (de préférence en accord avec les paragraphes appropriés ci-dessous) doivent figurer dans le cahier des charges du matériel.

106.1 Mesures initiales dans les conditions normalisées d'essai

Les caractéristiques doivent être évaluées d'abord dans les conditions normalisées d'essai; voir l'article 104.

Etant donné que ces caractéristiques peuvent dépendre de la température et de l'humidité, et que la loi de cette dépendance est généralement inconnue, les mesures sont habituellement effectuées à l'un des ensembles de conditions d'arbitrage normalisées spécifiées au paragraphe 104.2.3, de préférence à celui qui correspond à une température ambiante de $+20 \pm 1$ °C.

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

105. Supplementary conditions for the power supply

In addition to meeting the relevant sections of the equipment specification, the power supply used for testing the equipment shall be sufficiently stable so that no significant variations in the performance of the equipment under test will be introduced by changes in the characteristics of the power supply.

In general, the above conditions will be met if the power supply is in accordance with Sub-clauses 105.1 and 105.2.

105.1 *A.C. source conditions*

105.1.1 *Waveform 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 equipment shall be connected to the a.c. terminals of the equipment.

The waveform 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 ($a - b \leq 0.05c$; see Figure 2, page 31).

Notes 1. — These requirements are in accordance with IEC Publications 84, Recommendations for Mercury-arc Convertors, and 119, Recommendations for Polycrystalline Semiconductor Rectifier Stacks and Equipments.

2. — Where the ratio of the load to the short-circuit capacity of the a.c. supply is such that the source impedance is significant, the recommendations given in the appropriate parts of Clauses 443, 444, 445 and 446 of IEC Publication 84 should be observed.

105.1.2 *Symmetry of polyphase systems*

Polyphase supply sources shall be symmetrical with respect to voltages

The polyphase system voltages are considered to be 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 3, page 31).

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

Note. — This requirement is in accordance with IEC Publications 84, 119 (see Note 1, Sub-clause 105.1.1) and 76, Power Transformers.

105.2 *D.C. source conditions*

Under consideration.

106. Measurements under conditions deviating from standard test conditions

If required, the performance characteristics of the equipment may be determined during or after a period within which the equipment is subjected to conditions differing from the standard test conditions specified in Clause 104.

In such cases, the acceptable degradation in performance and the conditions under which the tests should be made (preferably in accordance with those of the following sub-clauses which are relevant) shall be given in the detailed equipment specification.

106.1 *Initial measurements under standard test conditions*

The performance characteristics shall first be evaluated under standard test conditions (see Clause 104).

As these characteristics may depend on temperature and humidity and the law of dependence is generally unknown, the measurements should be made at one of the standard referee conditions specified in Sub-clause 104.2.3, preferably at that corresponding to an ambient temperature of $+20 \pm 1$ °C.

106.2 *Variation de tension de la source d'énergie dans le domaine spécifié*

106.2.1 *Définition*

Le domaine de tensions de la source d'énergie est le domaine des tensions d'alimentation pour lequel le matériel devrait avoir un fonctionnement conforme à des caractéristiques spécifiées.

106.2.2 *Conditions d'essai*

Le matériel doit être mis en fonctionnement dans les conditions atmosphériques normalisées (voir le paragraphe 104.2) et dans des conditions normalisées concernant la source d'énergie (voir le paragraphe 104.1) à l'exception de la tension, qui doit être réglée successivement aux valeurs maximale et minimale indiquées dans le cahier des charges du matériel.

Il faut prendre soin de n'effectuer les mesures que lorsque l'équilibre thermique est atteint.

106.3 *Variation de la température ambiante dans le domaine de température spécifié*

106.3.1 *Définition*

L'expression «domaine de températures» se rapporte au domaine des températures ambiantes pour lequel le matériel devrait avoir un fonctionnement conforme à des caractéristiques spécifiées.

106.3.2 *Conditions d'essai*

Le matériel doit être mis en fonctionnement dans les conditions normalisées concernant la source d'énergie, et la température doit être élevée et abaissée aux valeurs maximale et minimale indiquées dans le cahier des charges du matériel, conformément aux stipulations de la Publication 68-2-2 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essais B: Chaleur sèche, et au besoin de la Publication 68-2-1 de la CEI: Essais A: Froid.

106.4 *Humidité*

Lorsqu'il faut effectuer des essais dans des conditions d'humidité spécifiées, de tels essais doivent être exécutés dans les conditions spécifiées dans la Publication 68-2-3 de la CEI: Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

S'il est nécessaire de déterminer l'aptitude du matériel à supporter des modifications cycliques d'humidité et de température, il convient de consulter la Publication 68-2-4 de la CEI: Essai D: Essai accéléré de chaleur humide.

106.5 *Autres conditions d'environnement*

Quand, après accord mutuel, il est décidé de déterminer les caractéristiques de fonctionnement du matériel dans d'autres conditions d'environnement que celles indiquées dans les paragraphes précédents (par exemple: vibrations, chocs, poussière ou sable ou les deux, etc.), les mesures peuvent être effectuées pendant, et/ou après l'exposition du matériel aux contraintes que l'on a convenu de lui appliquer dans les conditions choisies dans les parties appropriées de la Publication 68 de la CEI.

SECTION DEUX — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DES FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

(A l'étude)

106.2 *Variation of power supply voltage within the specified range*

106.2.1 *Definition*

The power supply voltage range is the range of voltages over which the equipment should operate with a specified performance.

106.2.2 *Test conditions*

The equipment shall be operated under standard atmospheric conditions (see Sub-clause 104.2) and standard power supply conditions (see Sub-clause 104.1), except for the voltage which shall be subsequently adjusted to the maximum and to the minimum values stated in the detailed equipment specification.

Care shall be taken to ensure that the measurement is made after thermal equilibrium has been reached.

106.3 *Variation of ambient temperature within the specified temperature range*

106.3.1 *Definition*

The term “temperature range” refers to the range of ambient temperatures over which the equipment should operate with a specified performance.

106.3.2 *Test conditions*

The equipment shall be operated under standard power supply conditions and the temperature shall be raised and lowered to the maximum and minimum values specified in the detailed equipment specification, in accordance with the provisions of IEC Publication 68-2-2, Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Tests B: Dry Heat, and if necessary IEC Publication 68-2-1, Tests A: Cold.

106.4 *Humidity*

When tests under specified conditions of humidity are required, they should be carried out under the conditions specified in IEC Publication 68-2-3, Test Ca: Damp Heat, Steady State.

When tests under cyclic variations of humidity and temperature are required, reference should be made to IEC Publication 68-2-4, Test D: Accelerated Damp Heat.

106.5 *Other environmental conditions*

When, by mutual agreement, the performance of the equipment is to be determined under conditions other than those stated in the preceding sub-clauses, e.g. vibration, shock, dust and/or sand, etc., the measurements may be made during and/or after exposing the equipment to the agreed conditions selected from the appropriate parts of IEC Publication 68.

SECTION TWO — MEASUREMENTS IN THE RADIO-FREQUENCY RANGE

(Under consideration)

SECTION TROIS — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES

300. Affaiblissement d'adaptation

300.1 Relations entre impédances, affaiblissement d'adaptation et coefficient de réflexion

Dans les faisceaux hertziens l'on s'intéresse essentiellement à la mesure de l'affaiblissement d'adaptation plutôt qu'à celle de l'impédance ou du coefficient de réflexion.

L'affaiblissement d'adaptation (L) d'une impédance (Z) par rapport à sa valeur nominale (Z_0) est donné par:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \quad (\text{dB}) \quad (300-1)$$

L'affaiblissement d'adaptation est aussi donné par:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| \quad (\text{dB}) \quad (300-2)$$

où ρ est le coefficient de réflexion en tension de l'impédance (Z), par rapport à Z_0 , c'est-à-dire:

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad (300-3)$$

Note. — Pour satisfaire aux recommandations de l'Avis 403-2 du C.C.I.R., l'impédance nominale Z_0 aux fréquences intermédiaires devrait être une impédance résistive de 75 Ω (dissymétrique).

300.2 Méthode de mesure de l'affaiblissement d'adaptation

Les mesures peuvent être effectuées soit en utilisant une méthode point par point, soit en utilisant une méthode à balayage (continu) de fréquence. Pour le dernier cas, un exemple est décrit ci-dessous. Il n'est ni impératif ni limitatif. Toute autre méthode susceptible de fournir la précision requise (± 1 dB) peut être également utilisée. Dans cet exemple, l'on utilise le matériel répertorié ci-dessous et représenté à la figure 4, page 32:

- un générateur à balayage de fréquence;
- un pont de mesure;
- une section réceptrice, comprenant un convertisseur de fréquence, un amplificateur sélectif avec atténuateur étalonné et un détecteur d'amplitude;
- une source de courant continu produisant une tension de référence;
- un oscilloscope;
- un commutateur électronique;
- un générateur marqueur de fréquence.

La méthode est destinée à la mesure de l'affaiblissement d'adaptation d'un élément linéaire passif, par exemple l'impédance d'entrée d'un équipement à fréquence intermédiaire. Elle peut également être employée pour mesurer l'affaiblissement d'adaptation en sortie du matériel (impédance de source) à condition qu'aucun signal ne soit présent et que le circuit à l'essai puisse être considéré comme un réseau linéaire passif.

L'affaiblissement d'adaptation des câbles, atténuateurs, adaptateurs, etc., utilisés au cours des mesures, de même que l'affaiblissement d'adaptation aux connecteurs d'entrée et de sortie du matériel de mesure, peuvent être vérifiés en appliquant la même méthode.

SECTION THREE — MEASUREMENTS IN THE INTERMEDIATE-FREQUENCY RANGE

300. Return loss

300.1 *The relationship between impedance, return loss and reflection coefficient*

In radio-relay systems, interest is essentially in the measurement of return loss rather than impedance or reflection coefficient.

The return loss (L) of an impedance (Z) relative to its nominal value (Z_0) is given by:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \quad (\text{dB}) \quad (300-1)$$

Alternatively, the return loss is given by:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| \quad (\text{dB}) \quad (300-2)$$

where ρ is the voltage reflection coefficient of the impedance (Z) relative to Z_0 ; i.e.:

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad (300-3)$$

Note. — To accord with C.C.I.R. Recommendation 403-2, the nominal impedance Z_0 of the intermediate-frequency circuit should be 75 Ω resistive (unbalanced).

300.2 *Method of measurement of return loss*

Measurements may be made either using a point-by-point method or by using a sweep frequency method. For the latter case, an example is described below but it is neither mandatory nor limiting and any alternative method capable of providing the required accuracy (typically ± 1 dB) may be used. In this example, the equipment listed below and shown in Figure 4, page 32, is required:

- a sweep frequency generator.
- a measuring bridge;
- a receiver section consisting of a frequency convertor, a selective amplifier with a calibrated attenuator and an amplitude detector;
- a d.c. source supplying a reference level;
- an oscilloscope;
- an electronic switch;
- a frequency marking generator.

The method is intended for measuring the return loss of a linear passive device, e.g. the input impedance of the i.f. equipment. It may also be used for measuring the return loss at the output of the equipment (source impedance) provided that no signal is present and that the circuit under test can be considered to be a linear passive network.

The return loss of cables, attenuators, adaptors, etc., used during the measurements, as well as the return loss at the input and output connectors of the measuring equipment, may be checked using the same method.

300.3 *Considérations générales sur le matériel de mesure*

300.3.1 *Générateur à balayage de fréquence*

Le générateur comprend un oscillateur de balayage, un oscillateur principal balayé en fréquence intermédiaire (f) et un oscillateur asservi travaillant à une fréquence égale à la fréquence intermédiaire augmentée de la fréquence (f') à laquelle fonctionne l'amplificateur sélectif.

La cadence de répétition du balayage de fréquence (f_s) peut être choisie dans la gamme de 10 Hz à 100 Hz, à condition que la définition du matériel de mesure soit adéquate. Ceci implique que la bande passante de la section réceptrice, comprenant l'amplificateur sélectif, le détecteur d'amplitude et l'oscilloscope, soit égale à environ 50 à 100 fois la cadence de répétition du balayage.

La forme d'onde du signal issu de l'oscillateur de balayage devrait être, de préférence, triangulaire ou sinusoïdale.

300.3.2 *Pont de mesure*

Dans une gamme spécifiée de niveaux du signal, la tension à la sortie du pont de mesure doit être proportionnelle au module du coefficient de réflexion de l'impédance à l'essai. La figure 5, page 32, donne un exemple d'un pont de ce genre.

L'impédance normalisée de valeur nominale, par exemple $Z_0 = 75 \Omega$, peut être raccordée intérieurement ou extérieurement.

Des transformateurs d'isolement appropriés peuvent être utilisés afin de permettre la mise à la masse du matériel de mesure ou du matériel soumis à l'essai ou des deux.

300.3.3 *Amplificateur sélectif*

L'emploi d'un amplificateur sélectif est recommandé parce que des composantes aux harmoniques de la fréquence de mesure pourraient entacher l'exactitude des résultats. Ceci provient de ce que la puissance réfléchie est fréquemment du même ordre de grandeur que celle des harmoniques.

300.3.4 *Sensibilité du récepteur*

Le niveau minimal détectable par le récepteur doit être inférieur de 20 dB au moins au niveau minimal attendu de signal à la sortie du pont dans les conditions spécifiées au paragraphe 300.4.2.

300.4 *Mode opératoire*

Le mode opératoire comprend trois étapes, à savoir: étalonnage, vérification de l'équilibrage du pont et mesure.

300.4.1 *Etalonnage pour l'affaiblissement d'adaptation nul*

Le niveau de sortie de l'oscillateur principal est réglé de façon à obtenir la tension désirée aux bornes de l'impédance (Z) connectée au pont. Il faut veiller à ne pas appliquer une tension excessive au matériel à l'essai.

Le bras de mesure du pont est mis soit en circuit ouvert, soit en court-circuit. L'atténuateur situé à l'entrée de l'amplificateur sélectif est alors réglé de façon à obtenir un niveau approprié en courant continu à la sortie du détecteur d'amplitude, comme décrit ci-après.

Ce niveau en courant continu est comparé avec le niveau de référence en courant continu au moyen de l'oscilloscope et du commutateur électronique ainsi qu'il est indiqué à la figure 4, page 32. Les deux traces apparaissant à l'oscilloscope coïncident lorsque les deux niveaux sont égaux. La valeur correspondante de l'atténuateur est alors notée.

300.4.2 *Vérification de l'équilibrage du pont de mesure*

Une impédance de référence de 75Ω (Z_0) est insérée dans le pont à la place de l'impédance inconnue (Z).

L'équilibrage du pont est vérifié en ajustant l'atténuateur étalonné jusqu'à ce que les traces sur l'écran de l'oscilloscope approchent de la coïncidence. Il ne sera possible d'obtenir la coïncidence exacte que si l'on dispose d'un récepteur de sensibilité suffisante.

La valeur de l'atténuateur est notée soit lorsque la coïncidence des traces se produit, soit lorsqu'on atteint la limite de sensibilité du récepteur. Cette valeur détermine la valeur maximale d'affaiblissement d'adaptation qui peut être mesurée avec une précision donnée. Des valeurs d'affaiblissement d'adaptation de

300.3 General considerations of the measuring equipment

300.3.1 Sweep frequency generator

The generator section comprises a sweep oscillator, a master oscillator which is swept at intermediate frequency (f) and a slave oscillator having a frequency equal to the i.f. plus the frequency (f') at which the selective amplifier operates.

The repetition rate of the sweep frequency (f_s) may be chosen from the range 10 Hz to 100 Hz, provided that the resolution of the measuring equipment is adequate. This requirement implies that the pass-band of the receiver section, i.e. the selective amplifier, amplitude detector and oscilloscope, is about 50 to 100 times the repetition rate of the frequency sweep.

The waveform of the signal from the sweep oscillator should be preferably triangular or sinusoidal.

300.3.2 Measuring bridge

Over a specified range of signal levels, the voltage at the output of the bridge must be proportional to the magnitude of the reflection coefficient of the impedance under test. An example of such a bridge network is shown in Figure 5, page 32.

The standard impedance of nominal value, e.g. $Z_0 = 75 \Omega$, may be connected internally or externally.

Suitable isolating transformers may be used so that the measuring equipment or the equipment under test, or both, may be earthed.

300.3.3 Selective amplifier

The use of a selective amplifier is recommended since harmonics of the measuring frequency may affect the accuracy of the results. This is because the reflected power is frequently of the same order of magnitude as that of the harmonics.

300.3.4 Receiver sensitivity

The minimum level detectable by the receiver should be at least 20 dB below the minimum level expected from the bridge under the conditions specified in Sub-clause 300.4.2.

300.4 Measuring procedure

The measuring procedure comprises three steps – namely, calibration, checking the balance of the measuring bridge and measurement.

300.4.1 Calibration for zero return loss

The output level of the master oscillator is adjusted to obtain the desired voltage across the impedance (Z) in the bridge. Care must be taken to avoid overloading the equipment under test.

The test arm of the bridge is left either open-circuit or short-circuit. The attenuator at the input of the selective amplifier is then adjusted to obtain a suitable d.c. level at the output of the amplitude detector.

This level is then compared with the d.c. reference level by means of the oscilloscope and the electronic switch as shown in Figure 4, page 32. When the two traces appearing on the oscilloscope coincide, the two d.c. levels are equal. The setting of the attenuator is then noted.

300.4.2 Checking the balance of the measuring bridge

A standard 75Ω termination (Z_0) is inserted in the bridge in place of the unknown impedance (Z).

The bridge balance is checked by adjusting the calibrated attenuator until the traces on the screen of the oscilloscope approach coincidence. It will be possible to obtain exact coincidence only if sufficient receiver sensitivity is available.

The setting of the attenuator, when either coincidence of the traces occurs or when the limit of receiver sensitivity is reached, should be noted. This setting determines the maximum value of return loss which can be measured with a specified accuracy. Return loss values up to 20 dB less than the value obtained above

20 dB inférieures à la valeur ainsi obtenue peuvent être mesurées avec une précision de ± 1 dB. Par exemple, lorsque cette valeur est de 50 dB, des valeurs d'affaiblissement d'adaptation jusqu'à 30 dB peuvent être mesurées à ± 1 dB près.

300.4.3 Mesure de l'affaiblissement d'adaptation

L'impédance inconnue (Z) est reliée au pont et l'atténuateur calibré est réglé jusqu'à ce que la trace de mesure et la trace de référence se superposent sur l'écran de l'oscilloscope à la fréquence spécifiée, laquelle est repérable au moyen du marqueur de fréquence.

La différence entre le réglage de l'atténuateur et celui obtenu au paragraphe 300.4.1, pour un affaiblissement d'adaptation nul, est égale à l'affaiblissement d'adaptation de l'impédance (Z).

300.4.4 Mesure de l'affaiblissement d'adaptation en sortie de dispositifs actifs

La méthode de mesure que l'on vient de décrire est fréquemment utilisée pour mesurer l'affaiblissement d'adaptation de l'impédance de sortie du matériel à l'essai.

Des méthodes plus appropriées sont néanmoins à l'étude.

300.4.5 Présentation des résultats

Les résultats des mesures devraient, de préférence, être présentés sous la forme d'une courbe ou d'une photographie du tracé de l'oscilloscope, avec une échelle verticale telle que celle représentée à la figure 6, page 33, ou avec une telle échelle inversée.

Lorsque les résultats des mesures ne sont pas représentés graphiquement, ils devraient être exprimés comme dans l'exemple suivant:

«Affaiblissement d'adaptation meilleur que 26 dB entre 60 MHz et 80 MHz.»

301. Niveaux d'entrée et de sortie

301.1 Définition et considérations générales

Le niveau d'entrée est défini comme la tension efficace développée aux bornes d'une charge résistive de valeur nominale, ou comme la puissance fournie à cette charge, par un générateur ayant une résistance interne de valeur nominale.

Note. — Lorsque le matériel a une entrée résistive qui diffère de la valeur nominale, la tension réelle développée aux bornes d'entrée peut s'écarter quelque peu de la tension d'entrée définie ci-dessus.

Le niveau de sortie du matériel à l'essai est défini comme la tension efficace développée aux bornes d'une charge résistive de valeur nominale ou comme la puissance fournie à cette charge.

301.2 Méthodes de mesure

La tension à appliquer à l'entrée du matériel à l'essai est tout d'abord déterminée en connectant le générateur de signal à une charge d'impédance égale à l'impédance nominale du matériel à l'essai, puis en réglant la tension à sa valeur spécifiée. Ce générateur est ensuite raccordé aux bornes d'entrée du matériel. Le niveau de sortie est mesuré aux bornes de sortie du matériel à l'essai lorsque celle-ci est chargée par une impédance de valeur nominale.

Les niveaux d'entrée et de sortie sont mesurés à l'aide d'un voltmètre ou d'un appareil de mesure de niveau dont l'échelle est étalonnée en tension efficace ou en décibels par rapport à 1 mW pour un signal d'entrée sinusoïdal.

Les mesures seront effectuées à la valeur centrale nominale de la fréquence intermédiaire.

L'impédance d'entrée de l'appareil de mesure doit être la même que l'impédance nominale du circuit à l'essai, par exemple 75 Ω . L'affaiblissement d'adaptation de l'impédance d'entrée peut être vérifié à l'aide de la méthode décrite à l'article 300 et doit être meilleur que 30 dB si une précision de $\pm 0,3$ dB est demandée.

L'emploi d'un filtre passe-bas ou d'un filtre passe-bande, dont l'affaiblissement d'insertion est connu, ou d'un voltmètre sélectif ou d'un appareil de mesure de niveau sélectif, est recommandé afin d'éviter les erreurs dues aux signaux indésirables, par exemple les harmoniques.

On peut utiliser aussi un appareil de mesure de puissance, par exemple un bolomètre. Dans ce cas, la même précision qu'avec le voltmètre peut être obtenue pour un affaiblissement d'adaptation plus faible (par exemple 15 dB pour $\pm 0,3$ dB).

Il faudra tenir compte de l'affaiblissement d'insertion des câbles utilisés, de l'ordre de 0,1 dB à 0,2 dB (valeurs typiques).

can be measured with an accuracy of ± 1 dB. For example, when the value is 50 dB, return loss values up to 30 dB can be measured to within ± 1 dB.

300.4.3 *Measurement of return loss*

The unknown impedance (Z) is connected to the bridge and the calibrated attenuator adjusted until the measuring trace and the reference trace on the screen of the oscilloscope coincide at the specified frequency as indicated by the frequency marker.

The difference between this attenuator setting and that obtained under Sub-clause 300.4.1, for zero return loss, is equal to the return loss of the impedance (Z).

300.4.4 *Measurement of the output return loss of active devices*

The method of measurement just described is often used for measuring the return loss of the output impedance of the equipment under test.

More appropriate methods, however, are under consideration.

300.4.5 *Presentation of results*

The results of the measurements should be presented, preferably, as a curve or photograph of the oscilloscope display with the vertical scale as shown in Figure 6, page 33, or with this scale inverted.

When the results of the measurements are not presented graphically, they should be given as in the following example:

“Return loss better than 26 dB from 60 MHz to 80 MHz.”

301. **Input and output levels**

301.1 *Definition and general considerations*

The input level is defined as the r.m.s. voltage developed across, or as the power delivered to a resistive termination of nominal value from a generator having an output resistance of nominal value.

Note. — When the equipment does not have a resistive input of nominal value, the actual voltage developed across the input of the equipment may differ somewhat from the input voltage as defined above.

The output level of the equipment under test is defined as the r.m.s. voltage developed across or the power delivered to a resistive termination of nominal value.

301.2 *Methods of measurement*

The voltage to be applied to the system under test is first adjusted by connecting the signal generator to a load having the nominal impedance of the system under test and setting the voltage to the specified value. This signal generator is then connected to the input of the system. The output level of the system is measured whilst the system is terminated with a load of nominal impedance.

The input and output levels are measured with a voltmeter or level meter, the scale of which is calibrated in r.m.s. voltage or in decibels relative to 1 mW for a sinusoidal input signal.

The measurements shall be made at the nominal centre value of the intermediate frequency.

The input impedance of the measuring instrument shall be the same as the nominal impedance of the circuit, e.g. 75 Ω . The return loss of the input impedance may be checked by using the method described in Clause 300 and should be better than 30 dB if an accuracy of ± 0.3 dB is required.

The use of either a low-pass or band-pass filter of known insertion loss, or a selective voltmeter or level meter, is recommended to avoid errors due to unwanted signals, e.g. harmonics.

Alternatively, a power meter, e.g. a bolometer, may be used. In this case, the same accuracy as with the voltmeter can be obtained with a lower return loss (e.g. 15 dB for ± 0.3 dB accuracy).

Allowance shall be made for the insertion loss of the cables used, typically of the order of 0.1 dB to 0.2 dB.

302. Caractéristique amplitude/fréquence

302.1 Définition et considérations générales

La caractéristique amplitude/fréquence est donnée par la courbe représentant, en fonction de la fréquence, le rapport exprimé en décibels, entre le niveau de sortie et un niveau de référence, et cela pour une valeur constante du niveau d'entrée.

Note. — Le niveau de référence est habituellement le niveau de sortie correspondant à la valeur centrale nominale de la fréquence intermédiaire.

La signification de la mesure n'est pas la même selon qu'elle est effectuée sur un équipement fonctionnant en régime linéaire, ou sur un équipement comprenant des éléments non linéaires. Lorsque le matériel comporte, par exemple, un limiteur ou un amplificateur avec commande automatique de gain, la caractéristique amplitude/fréquence des étages précédant ces dispositifs apparaîtra comprimée.

Dans certains cas, les circuits sélectifs sont implantés dans le matériel de telle façon que l'on ne peut séparer les parties linéaires et non linéaires. Des techniques de mesure plus évoluées sont à l'étude pour ces cas.

302.2 Méthodes de mesure

Les mesures peuvent être effectuées soit en utilisant une méthode point par point, soit en utilisant une méthode à balayage (continu) de fréquence.

Pour le dernier cas, la figure 7, page 33, montre un exemple de montage des appareils de mesure utilisés.

302.3 Considérations générales sur le matériel de mesure

Dans le cas d'emploi d'une méthode à balayage de fréquence, l'article 300.3.1 s'applique en ce qui concerne la cadence de répétition du balayage, la forme d'onde du signal de balayage et la bande passante du détecteur et de l'oscilloscope.

Il faudra prendre soin de s'assurer que les résultats des mesures ne sont pas affectés par des harmoniques du signal d'essai.

Avant d'entreprendre les mesures, on déterminera l'importance de l'erreur inhérente au matériel de mesure en branchant la sortie du générateur à l'entrée du détecteur, en y comprenant les câbles, atténuateurs et autres accessoires utilisés pour les mesures sur le matériel à essayer.

302.4 Mode opératoire

Avec un niveau d'entrée constant, le niveau de sortie est déterminé en fonction de la fréquence (f) dans les limites de la bande passante du matériel, soit en employant la méthode décrite au paragraphe 301.2, soit conformément aux principes indiqués ci-dessus.

Les mesures peuvent être répétées avec un nombre restreint de valeurs différentes du niveau d'entrée, à l'intérieur de la gamme normale des niveaux d'entrée spécifiée pour le matériel considéré.

Les mesures peuvent être étendues jusqu'à comprendre les fréquences de chaque côté de la bande passante. Dans ce cas, le signal à la fréquence de mesure (f) est notablement atténué et il sera donc nécessaire d'utiliser un voltmètre sélectif ou un décibelmètre sélectif afin d'éviter les erreurs dues aux harmoniques de cette fréquence.

Note. — Les mesures portant sur des limiteurs ou des amplificateurs avec C.A.G. exigent des précautions spéciales. Des méthodes appropriées sont à l'étude.

302.5 Présentation des résultats

Les résultats de ces mesures devraient, de préférence, être présentés sous la forme d'une courbe ou d'une photographie du tracé de l'oscilloscope, conformément aux indications de la figure 8, page 33.

Lorsque les résultats sont traduits en chiffres, l'énoncé doit en être formulé comme dans l'exemple suivant:

«La caractéristique amplitude/fréquence intermédiaire est comprise entre +0,2 dB et -0,1 dB par rapport à 70 MHz, entre 60 MHz et 80 MHz.»

302. Amplitude/frequency characteristic

302.1 Definition and general considerations

The amplitude/frequency characteristic is given by the curve representing the ratio, expressed in decibels, of the output level relative to a reference level as a function of frequency for a constant input level.

Note. — The reference level is usually the output level at the nominal centre value of the intermediate frequency.

The significance of the measurement made on linear equipment differs from that made on equipment incorporating non-linear devices. For example, when the equipment incorporates a limiter or an amplifier with A.G.C., the amplitude/frequency characteristic of the stages preceding these devices will appear to be compressed.

In some cases, the frequency-selective networks are embedded within the equipment such that it is not possible to separate the linear and non-linear parts. More sophisticated measuring techniques are under consideration for these cases.

302.2 Methods of measurement

Measurements may be made either by using a point-by-point method or by using a sweep frequency method.

For the latter case, an example of the arrangement of the measuring equipment is shown in Figure 7, page 33.

302.3 General considerations of the measuring equipment

When using a sweep-frequency method, the repetition rate of the sweep-frequency generator, the waveform of the sweep signal and the pass-band of the detector and the oscilloscope should conform to the requirements of Sub-clause 300.3.1.

Care shall be taken to ensure that the results of the measurements are not affected by harmonics of the test signal.

Before commencing the measurements, the significance of the inherent errors of the measuring equipment shall be determined by connecting the output of the signal generator to the input of the detector including the cables, attenuators and other accessories used for the measurements on the equipment to be tested.

302.4 Measuring procedure

With a constant input level, the output level is determined as a function of the frequency (f) within the pass-band of the equipment, either by using the method given in Sub-clause 301.2, or in accordance with the principles set out above.

The measurements may be repeated for a restricted number of different input levels within the normal range of input levels specified for the equipment.

The measurements may be extended to include the frequencies on either side of the pass-band. In such cases, the signal at the measuring frequency (f) will be appreciably attenuated and it will be necessary therefore to use a selective voltmeter or level meter to avoid errors caused by harmonics of the measuring frequency.

Note. — Measurements on limiters and amplifiers with A.G.C. require special precautions. Appropriate measuring methods are under consideration.

302.5 Presentation of the results

The results of the measurements should be presented preferably as a curve or photograph of the oscilloscope display as shown in Figure 8, page 33.

When the results of the measurements are not presented graphically, they should be given as in the following example:

“Amplitude/frequency characteristic, flat within +0.2 dB to −0.1 dB with reference to 70 MHz from 60 MHz to 80 MHz.”

Ce qui signifie que la différence entre la valeur maximale de l'ordonnée de la figure 8, page 33, et celle de l'ordonnée à 70 MHz n'excède pas 0,2 dB et que la différence entre cette dernière et la valeur minimale de l'ordonnée n'excède pas 0,1 dB.

303. Caractéristique statique de la C.A.G.

303.1 Définition

La caractéristique statique de la commande automatique de gain d'un amplificateur est donnée par la courbe représentant le niveau de sortie, exprimé en décibels par rapport à 1 mW en fonction du niveau d'entrée exprimé dans les mêmes unités, à la valeur centrale nominale de la fréquence intermédiaire.

303.2 Méthode de mesure

La mesure est effectuée, pour divers niveaux d'entrée, conformément à la méthode indiquée au paragraphe 301.2 à l'aide d'un générateur et d'un décibelmètre sélectif dont les échelles sont étalonnées en décibels par rapport à 1 mW (voir la figure 9, page 34).

On peut, si nécessaire, répéter la mesure avec d'autres fréquences comprises dans la bande passante en fréquence intermédiaire du matériel.

303.3 Présentation des résultats

Les résultats de ces mesures devraient, de préférence, être présentés sous la forme d'une courbe semblable à celle représentée à la figure 10, page 34.

Lorsque les résultats sont traduits en chiffres, ils doivent être exprimés comme dans l'exemple suivant:

«La variation du niveau de sortie par rapport à celui correspondant au niveau nominal d'entrée n'excède pas +0,5 dB ou -1,5 dB pour des niveaux d'entrée compris entre +10 dB et -50 dB par rapport à la valeur nominale.»

304. Caractéristique dynamique de la C.A.G.

La méthode de mesure est à l'étude.

305. Caractéristique de temps de propagation de groupe/fréquence

305.1 Définition et considérations générales

Soit un réseau linéaire dont la fonction de transfert s'écrit:

$$H(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-jB(\omega)} \quad (305-1)$$

où $A(\omega)$ représente la «caractéristique amplitude/fréquence» et $B(\omega)$ la «caractéristique phase/fréquence» (considérée comme positive si le signal de sortie est en retard sur le signal d'entrée). Le temps de propagation de groupe $\tau(\omega)$ de ce réseau est défini comme la dérivée première de $B(\omega)$ par rapport à ω , en l'occurrence:

$$\tau(\omega) = \frac{dB(\omega)}{d\omega} \quad (305-2)$$

qui s'exprime en secondes.

La variation du temps de propagation de groupe est définie comme la différence entre le temps de propagation de groupe mentionné ci-dessus et le temps de propagation de groupe à une fréquence de référence.

Note. — La méthode de mesure de la variation du temps de propagation de groupe pour le cas des réseaux non linéaires est à l'étude.

La signification de la mesure n'est pas la même, selon qu'elle est effectuée sur un équipement fonctionnant en régime linéaire, ou sur un équipement comprenant des éléments non linéaires. Lorsque le matériel comporte, par exemple, un limiteur présentant des effets de conversion amplitude/phase, la caractéristique «temps de propagation de groupe/fréquence» des étages précédant un tel limiteur apparaîtra modifiée.

This means that the difference between the maximum value of the ordinate in Figure 8 and the ordinate at 70 MHz does not exceed 0.2 dB and the difference between the latter and the minimum value of the ordinate does not exceed 0.1 dB.

303. Static A.G.C. characteristic

303.1 Definition

The static characteristic of the automatic gain control of an amplifier is given by the curve representing the output level expressed in decibels relative to 1 mW as a function of the input level expressed in the same units, at the nominal centre value of the intermediate frequency.

303.2 Method of measurement

The measurement is made for various input levels in accordance with the method given in Sub-clause 301.2 by using a signal generator and a selective level meter, the scales of which are calibrated in decibels relative to 1 mW (see Figure 9, page 34).

If required, the measurement may be repeated at other frequencies within the intermediate-frequency pass-band of the equipment.

303.3 Presentation of the results

The results of the measurements should be presented preferably as a graph as shown in Figure 10, page 34.

When the results of the measurements are not presented graphically, they should be given as in the following example:

“The variation in output level relative to that corresponding to nominal input level does not exceed +0.5 dB and -1.5 dB for input levels within the range +10 dB to -50 dB relative to the nominal value.”

304. Dynamic A.G.C. characteristic

The method of measurement is under consideration.

305. Group-delay/frequency characteristic

305.1 Definition and general considerations

For a linear network, the transfer function of which is written as:

$$H(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-jB(\omega)} \quad (305-1)$$

where $A(\omega)$ represents the “amplitude/frequency characteristic” and $B(\omega)$ represents the “phase/frequency characteristic” (considered positive if the output signal lags the input signal). The group delay, $\tau(\omega)$, of the network is defined as the first derivative of $B(\omega)$, with respect to ω , namely:

$$\tau(\omega) = \frac{d B(\omega)}{d \omega} \quad (305-2)$$

and is expressed in seconds.

The group-delay variation is defined as the difference between the group delay as stated above and the group delay at a reference frequency.

Note. — The method of measuring the group-delay variation of non-linear networks is under consideration.

The significance of the measurement made on linear equipment differs from that made on equipment incorporating non-linear devices. For example, when the equipment incorporates a limiter exhibiting amplitude to phase conversion effects, the group-delay/frequency characteristic of the stages preceding the limiter will appear to be changed.

Dans certains cas, les éléments sélectifs sont implantés dans le matériel de telle façon que l'on ne peut séparer les parties linéaires et non linéaires. Des techniques de mesure plus évoluées sont à l'étude pour ces cas.

305.2 Méthodes de mesure

Les mesures peuvent être effectuées soit en utilisant une méthode point par point, soit en utilisant une méthode à balayage de fréquence.

Pour le dernier cas, un exemple d'arrangement du matériel de mesure est indiqué à la figure 11, page 35.

305.3 Conditions générales sur le matériel de mesure

Les conditions suivantes doivent être remplies par le matériel de mesure:

- a) L'indice et la fréquence de modulation f_i doivent être choisis de façon que le spectre correspondant occupe une bande dans laquelle les caractéristiques d'amplitude et de phase du réseau à l'essai puissent être assimilées à des droites.
- b) La modulation d'amplitude synchrone engendrée par le modulateur de fréquence doit avoir des effets négligeables, compte tenu de la conversion amplitude/phase et de la capacité de transmission du matériel en essai. Corrélativement, le démodulateur de fréquence ne doit pas être sensible à la modulation d'amplitude synchrone. Les démodulateurs du type «suiveur de fréquence» conviennent à cet effet.
- c) Le discriminateur de phase ne doit pas être sensible à la modulation d'amplitude du signal d'essai en bande de base, synchrone avec la fréquence de balayage.

Lorsque les conditions énumérées ci-dessus sont remplies, la tension de sortie (V) du discriminateur de phase de la figure 11 est liée au temps de propagation de groupe $\tau(\omega)$ du réseau en essai par:

$$V = k \mu \tau(\omega) \quad (305-3)$$

où k est une constante représentant la pente du discriminateur de phase en V/rad , et $\mu = 2\pi f_i$

Notes 1. — Le même discriminateur de phase peut être utilisé (figure 11) pour mesurer la différentielle de la phase ($\mu\tau$), en plus des variations du temps de propagation de groupe (τ). Si l'on utilise une fréquence d'essai de 0,277 778 MHz, la tension de sortie du discriminateur de phase est la même pour une différence de phase de 1° que pour une variation de 10 ns du temps de propagation de groupe. D'autres valeurs peuvent être choisies pour la fréquence d'essai, à condition qu'elles satisfassent à la condition a) énoncée plus haut. Mais des valeurs très basses de f_i (par exemple 10 kHz) ne devraient pas être employées afin que les mesures ne soient pas affectées par un niveau de bruit excessif.

2. — Dans les faisceaux hertziens à très grande capacité, par exemple supérieure ou égale à 1800 voies, les caractéristiques du temps de propagation de groupe peuvent être considérablement influencées par la conversion amplitude/phase des éléments non linéaires, tels que les amplificateurs à tube à ondes progressives, les limiteurs, les convertisseurs de fréquence, etc. Dans de tels cas, la chaîne de mesure doit commencer et finir par des limiteurs faisant partie du matériel à l'essai.

305.4 Méthode de mesure

Dans la méthode préférée illustrée à la figure 11, un signal de balayage ayant une fréquence (f_s) et un signal d'essai en bande de base ayant une fréquence (f_i) supérieure à f_s , sont injectés à l'entrée (ou aux entrées) en bande de base d'un modulateur de fréquence de haute qualité qui émet un signal modulé en fréquence avec un indice de modulation élevé par le signal de balayage (f_s) et avec un indice de modulation faible par le signal en bande de base (f_i).

Le signal f.i. modulé est injecté dans le réseau à l'essai puis démodulé par un démodulateur de haute qualité qui redonne le signal d'essai en bande de base (f_i). Lorsque la fréquence porteuse f.i. du modulateur de fréquence balaie toute la largeur de bande f.i., le signal d'essai en bande de base après démodulation subit des variations de phase et d'amplitude. Le signal sortant du discriminateur de phase est proportionnel au temps de propagation de groupe.

305.5 Présentation des résultats

Les résultats des mesures devraient, de préférence, être présentés sous forme d'une courbe ou d'une photographie du tracé de l'oscilloscope ainsi qu'il est indiqué à la figure 12, page 35.

Lorsque les résultats ne sont pas présentés graphiquement, l'énoncé doit en être formulé comme dans l'exemple suivant:

«La variation totale du temps de propagation de groupe est de 2,5 ns dans la bande de fréquences de 60 MHz à 80 MHz.»

In some cases, the frequency-selective networks are embedded within the equipment so that it is not possible to separate the linear and non-linear parts. More sophisticated measuring techniques are under consideration for these cases.

305.2 *Methods of measurement*

Measurements may be made either by using a point-by-point method or by using a sweep-frequency method.

For the latter case, an example of the arrangement of the measuring equipment is shown in Figure 11, page 35.

305.3 *General considerations of the measuring equipment*

The following conditions should be met by the test equipment:

- a) The modulation index and modulating frequency f_t should be chosen to ensure that the corresponding spectrum occupies a bandwidth within which the amplitude and phase characteristics of the network under test can be approximated by a straight line.
- b) Synchronous amplitude modulation generated by the frequency modulator shall be negligible in relation to the amplitude to phase conversion effects and to the transmission capacity of the system under test. The frequency demodulator shall be insensitive to synchronous amplitude modulation. Demodulators of the frequency-following type are well suited to this purpose.
- c) The phase detector shall be insensitive to amplitude modulation of the baseband test signal which is synchronous with the sweep frequency.

When the above conditions are fulfilled, the output voltage (V) from the phase detector (Figure 11) is related to the group delay $\tau(\omega)$ of the network under test as follows:

$$V = k \mu \tau(\omega) \quad (305-3)$$

where k is the phase detector slope in V/rad and $\mu = 2\pi f_t$

Notes 1.— The same phase detector (Figure 11) may be used to measure the phase difference ($\mu\tau$) in addition to group-delay variation (τ). If a test frequency of 0.277778 MHz is used, the output voltage from the detector for a 1° phase difference will be the same as for 10 ns group-delay variation. Other test frequencies satisfying condition a) above are acceptable, but very low values for f_t (e.g. 10 kHz) should not be used in order to avoid the effects of excessive noise.

2.— In very high capacity radio-relay equipment (e.g. 1800 channels or more) the group-delay characteristics may be considerably influenced by the AM/PM conversion of non-linear networks, such as travelling-wave tube amplifiers, limiters, converters, etc. In these cases, the measurement chain should begin and end between the limiters which are part of the equipment under test.

305.4 *Measuring procedure*

In the preferred method shown in Figure 11, a sweep signal having a frequency (f_s), and a baseband test signal having a frequency (f_t) higher than f_s , are fed to the baseband input(s) of a high-quality frequency modulator which generates an i.f. signal, frequency-modulated at a high-modulation index by the sweep signal, and at a low-modulation index by the baseband test signal.

The modulated i.f. signal is fed to the network under test and is then demodulated by a high-quality frequency demodulator which recovers the baseband test signal (f_t). As the i.f. signal is swept over the i.f. bandwidth, the demodulated baseband test signal undergoes amplitude and phase variations. The signal from the phase detector is proportional to the i.f. group delay.

305.5 *Presentation of results*

The results of the measurements should be presented preferably as a curve or photograph of the oscilloscope display as shown in Figure 12, page 35.

When the results are not presented graphically, they should be given as in the following example:

“Total group-delay variation is 2.5 ns within the frequency range 60 MHz to 80 MHz.”

SECTION QUATRE — MESURES EFFECTUÉES DANS LA BANDE DE BASE

(A l'étude)

SECTION CINQ — MESURES EFFECTUÉES DE LA BANDE DE BASE
À LA BANDE DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES ET DE LA BANDE
DES FRÉQUENCES INTERMÉDIAIRES À LA BANDE DE BASE

(A l'étude)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60487-1:1974

Withd2Wm

SECTION FOUR — MEASUREMENTS IN THE BASEBAND

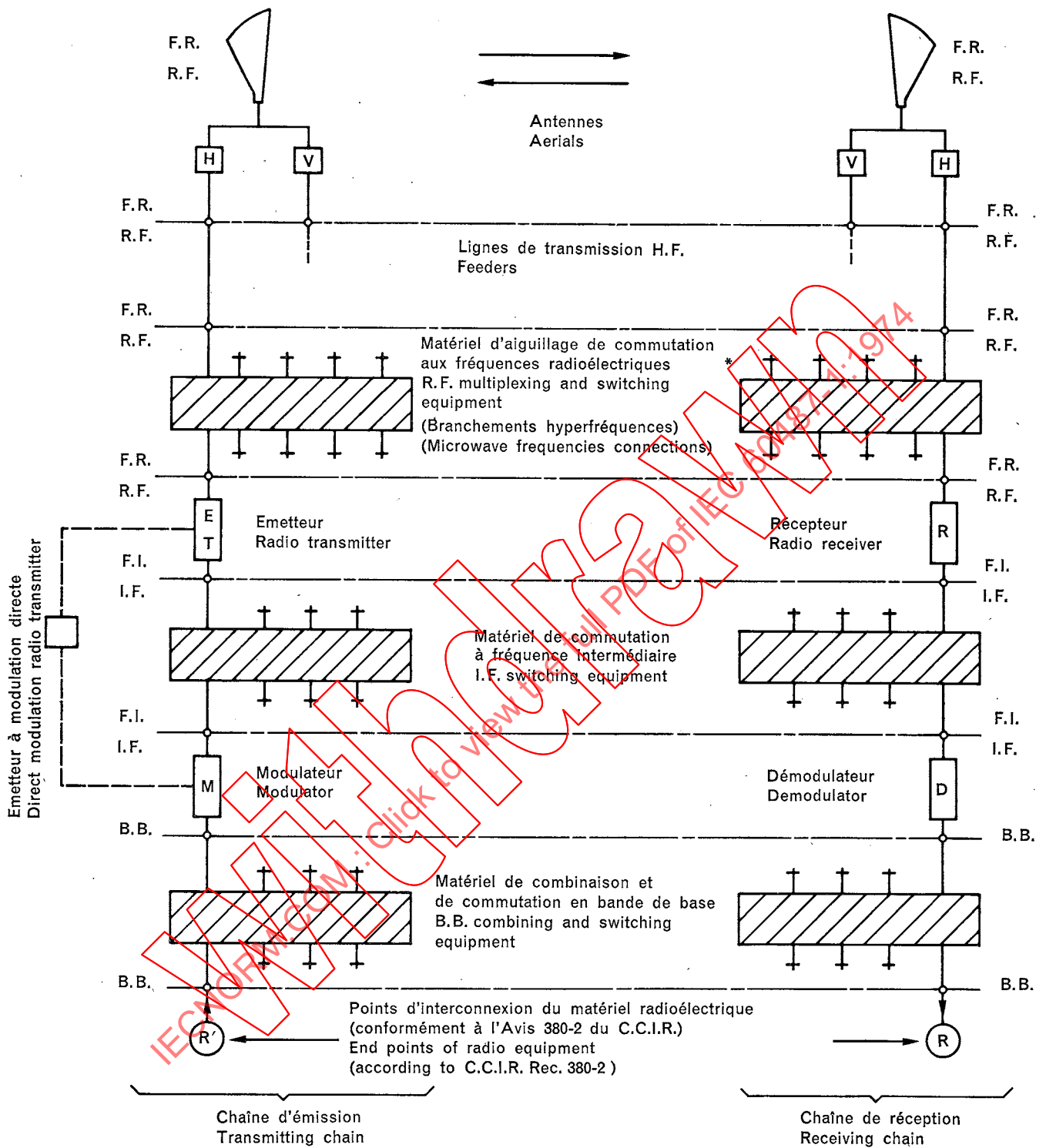
(Under consideration)

SECTION FIVE — MEASUREMENTS FROM BASEBAND TO INTERMEDIATE FREQUENCY AND FROM INTERMEDIATE FREQUENCY TO BASEBAND

(Under consideration)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60487-1:1974

Withdrawn



459/74

* Les termes employés dans cette figure sont expliqués dans les articles appropriés de la présente recommandation.

* The terms used in this figure are specifically explained in the relevant clauses of this recommendation.

FIG. 1. — Association typique des matériels de radiocommunications dans les faisceaux hertziens terrestres.
Typical combination of radiocommunication equipments used in terrestrial radio-relay systems.