NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-1-4

Première édition
First edition
1986-01

Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et à leurs combinaisons

Section quatre – Mesures en bande de base

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems

Section Four – Measurements in the baseband

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60510-1-4: 1986

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

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

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

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-1-4

Première édition
First edition
1986-01

Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et à leurs combinaisons

Section quatre – Mesures en bande de base

Methods of measurements for radio equipment used in satellite earth stations

Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems

Section Four – Measurements in the baseband

© IEC 1986 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE N

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

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

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Caractéristiques linéaires à l'entrée et à la sortie 6
   - 2.1 Affaiblissement d'adaptation 6
   - 2.2 Niveau d'entrée 10
   - 2.3 Niveau de sortie 12
3. Caractéristiques linéaires de transfert 12
   - 3.1 Gain (ou affaiblissement) en bande de base 14
   - 3.2 Caractéristique amplitude/fréquence 14
   - 3.3 Caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence 16
4. Caractéristiques de transfert non linéaires 18
   - 4.1 Gain différentiel/distorsion de non-linéarité en amplitude 18
   - 4.2 Phase différentielle/temps de propagation de groupe 22
5. Références 24

FIGURES 26

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

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

Clause

1. Scope 7
2. Linear input and output properties 7
   - 2.1 Return loss 7
   - 2.2 Input level 11
   - 2.3 Output level 13
3. Linear transfer properties 13
   - 3.1 Baseband gain or loss 15
   - 3.2 Amplitude/frequency characteristic 15
   - 3.3 Group-delay/frequency characteristic 17
4. Non-linear transfer properties 19
   - 4.1 Differential gain/non-linearity 19
   - 4.2 Differential phase/group delay 23
5. References 25

FIGURES 26

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et à leurs combinaisons
Section quatre — Mesures en bande de base

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 l'unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 12E: Systèmes pour hyperfréquences, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
12E(BC)97	12E(BC)108

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

La publication suivante de la C E I est citée dans la présente norme:

Publication 510-3-3: Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites, Troisième partie: Méthodes de mesure applicables aux combinaisons de sous-ensembles. Section trois — Mesures concernant la transmission de la télévision. (A l'étude.)

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT USED IN SATELLITE EARTH STATIONS

Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems
Section Four — Measurements in the baseband

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 recommendation for their national rules in so far as the 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 standard has been prepared by Sub-Committee 12E: Microwave Systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
12E(CO)97	12E(CO)108

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication 510-3-3: Methods of Measurement for Radio Equipment Used in Satellite Earth Stations, Part 3: Methods of Measurement for Combinations of Sub-systems. Section Three — Measurements for Television Transmission. (Under consideration.)

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

MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

Première partie: Mesures communes aux sous-ensembles et à leurs combinaisons
Section quatre — Mesures en bande de base

---

1. Domaine d'application

Cette section traite des mesures en bande de base qui sont également applicables à un sous-ensemble, tel qu'un amplificateur, ou une combinaison de sous-ensembles assemblés pour simuler une station terrienne de télécommunication par satellites.

Les méthodes de mesure sont décrites pour les caractéristiques suivantes:

— impédances d'entrée et de sortie (affaiblissement d'adaptation);
— niveaux d'entrée et de sortie;
— gain ou affaiblissement en bande de base;
— caractéristique amplitude/fréquence;
— caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence;
— distorsion d'amplitude non linéaire;
— distorsion de gain et de phase différentiels.

Les méthodes de mesure pour des paramètres qui se rapportent à un signal spécifique en bande de base, tel que la transmission de téléphone par multiplex à division de fréquence ou la transmission de télévision, sont données dans la troisième partie de la norme.

2. Caractéristiques linéaires à l'entrée et à la sortie

2.1 *Affaiblissement d'adaptation*

2.1.1 *Définition et considérations générales*

Dans les stations terriennes de télécommunication par satellites, l'intérêt essentiel est plutôt dans la mesure de l'affaiblissement d'adaptation que dans la mesure de l'impédance ou du coefficient de réflexion.

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

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \quad \text{(dB)} \tag{2.1}$$

L'affaiblissement d'adaptation est aussi donné par

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| \quad \text{(dB)} \tag{2.2}$$

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

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \tag{2.3}$$

Notes 1. — L'impédance nominale (Z_0) d'un accès bande de base est habituellement 75 Ω résistif (dissymétrique) ou, pour les systèmes à faible capacité, 150 Ω résistif (symétrique)*.

2. — Les équations ci-dessus ne sont utilisables que pour des mesures avec des tensions et des courants sinusoïdaux.

---

* Voir référence [1], page 24.

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

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT USED IN SATELLITE EARTH STATIONS

Part 1: Measurements common to sub-systems and combinations of sub-systems
Section Four — Measurements in the baseband

---

1. Scope

This section deals with basic measurements which are equally applicable to a sub-system such as an amplifier, or to a combination of sub-systems assembled to simulate a satellite earth station.

Methods of measurement are described for the following parameters:

— input and output impedance (return loss);
— input and output levels;
— baseband gain or loss;
— amplitude/frequency characteristic;
— group-delay/frequency characteristic;
— non-linear amplitude distortion;
— differential gain and phase distortion.

Methods of measurement for parameters which are related to a specific baseband signal, such as frequency division multiplex telephony or television transmission, are given in Part 3 of the standard.

2. Linear input and output properties

2.1 *Return loss*

2.1.1 *Definition and general considerations*

In satellite earth stations, interest is essentially in the measurement of return loss rather than of impedance or reflection coefficient.

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

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \quad \text{(dB)} \tag{2.1}$$

Alternatively, the return loss is given by:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| \quad \text{(dB)} \tag{2.2}$$

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

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \tag{2.3}$$

Notes 1. — The nominal impedance (Z_0) of the baseband port is usually 75 Ω resistive (unbalanced) or, for low capacity systems, 150 Ω resistive (balanced)*.

2. — The above equations can be used only for measurements with sinusoidal voltages and currents.

---

* See reference [1], page 25.

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

2.1.2 *Méthodes de mesure*

On peut mesurer directement l'affaiblissement d'adaptation comme il est décrit ci-après ou on peut le calculer à partir de mesures de l'impédance complexe Z ou de mesures du module du coefficient de réflexion (ρ). La méthode du pont, décrite ci-dessous, qui mesure directement l'affaiblissement d'adaptation, est préférable, mais on peut aussi utiliser toute autre méthode capable de fournir la précision de mesure requise (± 1 dB approximativement).

La méthode décrite ci-dessous peut être employée pour des mesures point par point, comme indiqué à la figure 1, page 26. Si le matériel à l'essai aussi bien que l'appareil de mesure de niveaux sélectif de la figure 1 ont, tous les deux, une borne à la terre, ce qui correspond au cas habituel, il faudra isoler de la masse les deux bornes du générateur du signal d'essai. Aux fréquences supérieures à 1 kHz, cela peut être réalisé au moyen d'un transformateur qui, dans beaucoup de cas, se trouve incorporé dans le pont de mesure ou dans le générateur. Aux fréquences inférieures à 1 kHz, on effectue souvent une mesure de l'impédance complexe Z à partir de laquelle on calcule l'affaiblissement d'adaptation.

Cette méthode peut aussi être utilisée pour des mesures avec balayage en fréquence. Le montage de mesure est représenté à la figure 2, page 26. Pour les mesures en bande de base, il est courant d'employer un banc de mesure spécialisé comprenant un générateur avec balayage de fréquence, un appareil de mesure de niveaux sélectif à accord en fréquence contrôlé par le balayage et un pont de mesure de l'affaiblissement d'adaptation (le même que le pont utilisé dans les mesures point par point).

L'affaiblissement d'adaptation des câbles, affaiblisseurs, adaptateurs, etc. utilisés dans les mesures, ainsi que l'affaiblissement d'adaptation aux bornes des connecteurs d'entrée et de sortie du matériel de mesure peuvent être déterminés par la méthode décrite ci-dessous.

La mesure comprend trois phases: l'étalonnage, la vérification de l'équilibre du pont et la mesure, comme détaillé ci-après:

2.1.2.1 *Etalonnage*

Voir les figures 1 et 2. Un court-circuit est raccordé au pont, à la place du matériel en essai, afin de produire un affaiblissement d'adaptation de 0 dB. La lecture de l'appareil de mesure de niveaux sélectif est notée (figure 1), ou on trace une ligne d'étalonnage effaçable sur l'écran de l'oscilloscope (figure 2).

Note. — A la place du court-circuit, on peut utiliser, pour l'étalonnage, une charge normalisée désadaptée Z, c'est-à-dire une charge ayant une impédance dont l'affaiblissement d'adaptation est connu: 20 dB, par exemple.

2.1.2.2 *Vérification de l'équilibre du pont*

Une impédance normalisée Z_0 est raccordée au pont de mesure à la place du matériel en essai.

On règle l'affaiblissement d'entrée de l'appareil de mesure de niveaux sélectif pour obtenir la même lecture que celle qui correspond à l'étalonnage ou jusqu'à ce que le point de la trace oscilloscopique représentant l'affaiblissement d'adaptation le plus faible de la bande balayée coïncide avec la ligne d'étalonnage. La différence entre les valeurs de l'affaiblissement correspondant respectivement au court-circuit et à l'impédance normalisée est l'affaiblissement d'adaptation du dispositif de mesure lui-même. Si cet affaiblissement est de x dB, le dispositif de mesure convient pour mesurer les affaiblissements d'adaptation jusqu'à la valeur $x-20$ dB avec une précision de ± 1 dB.

Cette vérification comprend aussi bien les effets de la désadaptation entre les deux impédances normalisées Z que ceux du déséquilibre ou des fuites dans le pont, etc.

Note. — Ce montage n'est pas très sensible à des erreurs égales dans les deux impédances, car il vérifie qu'elles sont égales mais pas nécessairement qu'elles ont une valeur spécifiée: 75 Ω résistifs, par exemple.

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

2.1.2 *Method of measurement*

Return loss may be measured directly as described below, or it may be calculated from measurements of complex impedance Z or from measurements of the magnitude of the reflexion coefficient (ρ). The bridge method, described below, which measures return loss directly is preferred but any alternative method capable of providing the required accuracy (approximately ± 1 dB) may be used.

The method described below may be used for point-by-point measurements as shown in Figure 1, page 26. If both the equipment under test and the selective level-meter in Figure 1 have one terminal earthed, as is usually the case, then it is necessary that the test oscillator has both terminals isolated from earth. At frequencies above 1 kHz, this may be accomplished by means of a transformer, which in many cases is incorporated within the measuring bridge or within the test oscillator. At frequencies below 1 kHz a measurement of complex impedance Z is often made and the return loss then calculated.

The method may also be used for sweep-frequency measurements, as shown in Figure 2, page 26. For measurements at baseband frequencies it is customary to use a complete measuring set consisting of a sweep generator, a sweep-controlled selective level-meter and a return-loss bridge (the same bridge as used for point-by-point measurements).

The return loss of cables, attenuators, adaptors, etc., used during the measurements as well as the return loss at the input and the output connectors of the measuring equipment may be measured as described below.

The measurement procedure comprises three steps — calibration, checking the balance of the bridge and measurement, as follows:

2.1.2.1 *Calibration*

See Figures 1 and 2. A short-circuit is connected in place of the equipment under test, creating a return loss of 0 dB. The reading of the selective level-meter is noted (Figure 1), or an erasable calibration line is drawn on the face of the oscilloscope (Figure 2).

Note. — For calibration purposes, a standard mismatch termination Z, i.e. one having an impedance of known return loss, for example 20 dB, may be used in place of the short circuit.

2.1.2.2 *Checking the balance of the bridge*

A standard impedance Z_0 is connected to the measuring bridge in place of the equipment under test.

The input attenuator of the selective level-meter is adjusted to produce the same reading as that obtained for calibration or until the point on the oscilloscope trace representing the worst return loss within the swept band coincides with the calibration line. The difference between the attenuator settings for the short-circuit and for the standard impedance is the return loss of the measuring arrangement itself. If this loss is x dB, then the measuring arrangement is suitable for measuring return loss up to $x-20$ dB with an accuracy of ± 1 dB.

This check includes the effects of any mismatch between the two standard impedances as well as the balance of the bridge, leakage in the bridge, etc.

Note. — This arrangement is not very sensitive to an equal error in both impedances since it tests whether they are equal as distinct from whether they have a specified value, such as 75 Ω resistive.

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

2.1.2.3 *Mesures*

Raccorder le matériel à l'essai comme indiqué à la figure 1 ou à la figure 2, page 26.

Dans la mesure point par point (figure 1), régler l'affaiblisseur d'entrée de l'appareil de mesure de niveaux sélectif jusqu'à obtenir la même lecture que dans le cas du court-circuit. L'affaiblissement d'adaptation est la différence entre les valeurs de l'affaiblisseur respectivement dans le cas du court-circuit et dans le cas du matériel en essai.

Dans les mesures avec balayage de fréquence (figure 2), régler l'affaiblisseur jusqu'à ce que le point de la trace oscilloscopique représentant l'affaiblissement d'adaptation le plus faible de la bande balayée coïncide avec la ligne d'étalonnage. L'affaiblissement d'adaptation au point le plus mauvais est la différence entre les valeurs de l'affaiblisseur pour le court-circuit et pour le matériel en essai.

Note. — Si on utilise, pour l'étalonnage, une impédance désadaptée normalisée d'affaiblissement d'adaptation connu, l'affaiblissement d'adaptation du matériel à l'essai est obtenu en faisant la somme de l'affaiblissement d'adaptation connu ci-dessus et de la différence entre les valeurs de l'affaiblisseur, comme plus haut.

2.1.3 *Présentation des résultats*

Les résultats des mesures effectuées avec balayage en fréquence seront, de préférence, présentés sous forme d'une photographie de l'écran de l'oscilloscope avec les repères d'étalonnage appropriés. En variante, l'ont peut fournir des courbes réalisées au moyen d'un traceur X-Y, ou à la main, mais, dans tous les cas, la courbe de contrôle de l'équilibre du pont de mesure devra accompagner la courbe mesurée. Lorsque les résultats ne sont pas représentés graphiquement, ils devront être énoncés comme dans l'exemple suivant:

> Dans la bande des fréquences de 30 kHz à 12 MHz, l'affaiblissement d'adaptation n'a pas été trouvé inférieur à 30 dB, l'équilibre du pont correspondant à un affaiblissement non inférieur à 45 dB.

Dans le cas de la méthode point par point, les résultats devront être exprimés comme dans l'exemple ci-dessus, excepté que l'on devra y ajouter l'écart de fréquence entre les points de mesure; indiquer par exemple, que l'on a effectué dix mesures par décade de fréquence. En variante, les résultats peuvent être présentés sous forme d'un graphique avec indication très claire des valeurs réellement mesurées.

2.1.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants seront spécifiés dans le cahier des charges du matériel:

a) impédance nominale Z_0;
b) limites de la bande de fréquence;
c) limites admises pour l'affaiblissement d'adaptation.

2.2 *Niveau d'entrée*

2.2.1 *Définition et considérations générales*

Il est nécessaire de définir le niveau d'entrée afin de s'assurer que, lorsque le générateur de signaux en bande de base est raccordé à l'entrée de l'équipement à l'essai, on a correctement réglé sa puissance de sortie au niveau spécifié.

Dans le cas de la télévision, le niveau d'entrée est défini comme la tension crête à crête développée aux bornes d'une charge ayant une impédance égale à la valeur nominale Z_0.

Dans le cas de la téléphonie multivoie à répartition en fréquence, le niveau d'entrée est défini comme la tension efficace aux bornes d'une charge ayant une impédance égale à la valeur nominale Z_0 (ou comme la puissance délivrée à cette charge).

Note. — La tension aux bornes du connecteur d'entrée du matériel à l'essai peut différer de la tension d'entrée, définie ci-dessus, si l'impédance d'entrée de ce matériel diffère de Z_0.

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

2.1.2.3 *Measurement*

The equipment under test is connected as shown in Figure 1 or Figure 2, page 26.

In the point-by-point measurement (Figure 1), the input attenuator of the selective level-meter is adjusted until the reading is the same as for a short-circuit. The return loss is given by the difference between the attenuator settings for the short-circuit and for the equipment under test.

For sweep-frequency measurements (Figure 2), the attenuator is adjusted until the point on the oscilloscope trace representing the worst return loss within the swept band coincides with the calibration line. The return loss at the worst point is then given by the difference between the attenuator settings for the short-circuit and for the equipment under test.

Note. — If a standard mismatch termination of known return loss is used for calibration, the return loss of the equipment under test is obtained from the sum of the known return loss and the difference between the attenuator settings for this return loss and for that of the equipment under test.

2.1.3 *Presentation of results*

The results of sweep-frequency measurements should be presented preferably as a photograph of the oscilloscope display with appropriate calibration marks. Alternatively, curves from an X-Y plotter or hand-drawn curves may be presented, but in all cases the bridge balance check curve should be shown as well as the measured curve. When the results are not presented graphically, they should be given as in the following example:

> Within the frequency range 30 kHz to 12 MHz, the return loss is not less than 30 dB and the bridge balance not less than 45 dB.

For the point-by-point measurements the results should be given as in the above example, except that in addition the frequency spacing should be given, for example ten measurements per decade of frequency. Alternatively, the results may be presented as a graph with the measured values clearly indicated.

2.1.4 *Details to be specified*

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

a) nominal impedance Z_0;
b) frequency band limits;
c) permitted return loss limits.

2.2 *Input level*

2.2.1 *Definition and general considerations*

It is necessary to define input level in order to ensure that the signal generator, when connected to the input of the equipment under test, is adjusted to the specified level.

For television systems, the input level is expressed as the peak-to-peak voltage developed across a termination having an impedance equal to the nominal value Z_0.

For frequency division multiplex telephony systems, the input level is expressed as the r.m.s. voltage across (or the power delivered to) a termination having an impedance equal to the nominal value Z_0.

Note. — The voltage developed across the port of the equipment under test may differ from the input voltage as defined above if the input impedance of the equipment differs from Z_0.

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

2.2.2 *Méthodes de mesure*

Le niveau du signal d'essai à l'entrée devra être déterminé pour une charge d'impédance nominale Z_0, raccordée au générateur, comme décrit ci-dessus. La puissance du générateur sera alors transférée à l'entrée du matériel sans retoucher son réglage de niveau. Ce niveau d'entrée est mesuré au moyen d'un appareil de mesure à niveaux à large bande, d'un appareil de mesure de niveaux sélectif, d'un watmètre ou d'un oscilloscope étalonné. L'affaiblissement d'adaptation de la charge devra, par rapport à Z_0, être supérieur à 30 dB.

Note. — La procédure employant une charge, indiquée ci-dessus, peut n'être pas nécessaire avec les instruments modernes, souvent étalonnés en décibels en prenant comme référence une valeur spécifiée.

2.2.3 *Présentation des résultats*

Il est d'habitude inutile de présenter séparément les résultats de la mesure du niveau d'entrée car le réglage de ce niveau fait normalement partie des opérations à effectuer à propos des autres mesures.

2.2.4 *Détails à spécifier*

Les détails suivants seront normalement précisés dans le cahier des charges du matériel:

a) impédance d'entrée nominale Z_0;
b) niveau d'entrée avec sa tolérance;
c) forme d'onde du signal appliqué.

2.3 *Niveau de sortie*

2.3.1 *Définition*

Le niveau de sortie d'un matériel est défini comme la tension crête à crête, la tension efficace ou la puissance — selon ce qui est le mieux approprié au cas examiné — développée aux bornes d'une charge d'impédance normalisée de valeur nominale Z_0 (ou comme la puissance fournie à cette charge). Normalement, la tension crête à crête n'est utilisée que pour les mesures en télévision.

2.3.2 *Méthode de mesure*

La sortie du matériel à l'essai est raccordée à une charge d'impédance normalisée. La tension, ou la puissance, est mesurée conformément au paragraphe 2.2.2.

2.3.3 *Présentation des résultats*

Les résultats devront être énoncés sous forme de tension crête à crête dans le cas de la télévision et en milliwatts ou en décibels par rapport à 1 mW, dans le cas de la téléphonie.

2.3.4 *Détails à spécifier*

Les détails suivants seront précisés dans le cahier des charges du matériel:

a) impédance de charge Z_0;
b) niveau de sortie avec sa tolérance.

3. Caractéristiques linéaires de transfert

Les mesures décrites dans cet article sont seulement prévues pour les propriétés de transfert en bande de base qui sont substantiellement indépendantes du niveau du signal dans le domaine normal de fonctionnement. Les propriétés de transfert qui dépendent du niveau du signal en bande de base sont examinées à l'article 4.

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

2.2.2 *Method of measurement*

The level of the input test signal should be established across a termination having nominal impedance Z_0 as described above, and the output of the signal generator should then be transferred to the input port of the equipment under test without further adjustment of level. This input level is measured by means of a wideband level-meter, a selective level-meter, a wattmeter or calibrated oscilloscope. The return loss of the termination relative to the nominal impedance Z_0 should exceed 30 dB.

Note. — The foregoing procedure may not be necessary with modern instruments, which usually are calibrated in decibels taking a specified value as a reference.

2.2.3 *Presentation of results*

It is usually unnecessary to present input level measurements separately since the level normally is set as a part of some other measurement.

2.2.4 *Details to be specified*

The following items should be included in the detailed equipment specification:

a) nominal input impedance Z_0;
b) nominal input level and tolerance;
c) the applied waveform.

2.3 *Output level*

2.3.1 *Definition*

The output level of an equipment is expressed as the peak-to-peak voltage, the r.m.s. voltage or power as appropriate, delivered across (or into) a standard impedance termination of nominal value Z_0. Peak-to-peak voltage is normally only applicable to television measurements.

2.3.2 *Method of measurement*

The output port of the equipment under test is connected to a standard impedance termination and the output level is measured in accordance with Sub-clause 2.2.2.

2.3.3 *Presentation of results*

Results should be stated as a peak-to-peak voltage for television systems and in milliwatts or in decibels relative to 1 mW for telephony systems.

2.3.4 *Details to be specified*

The following items should be included in the detailed equipment specification:

a) nominal output impedance Z_0;
b) nominal output level and tolerance.

3. Linear transfer properties

The measurements described in this clause are intended only for baseband transfer properties which are substantially independent of baseband signal level within the normal operating range. Transfer properties which are dependent upon baseband signal level are given in Clause 4.

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

3.1 *Gain (ou affaiblissement) en bande de base*

3.1.1 *Définition*

Le gain en bande de base est le rapport entre le niveau de sortie et le niveau d'entrée. Il est exprimé en décibels. Si le nombre ainsi obtenu est négatif, il est d'usage d'en changer le signe et d'appeler cette nouvelle grandeur «affaiblissement».

3.1.2 *Méthode de mesure*

Dans la pratique courante, on mesure le niveau de sortie et le niveau d'entrée afin de calculer le gain en bande de base. Les mesures sont effectuées au moyen d'un signal d'essai à un niveau spécifié dans le cas de la téléphonie, au niveau correspondant à 1 V crête à crête pour la télévision.

Le gain en bande de base est mesuré à une fréquence spécifiée, qui peut être celle à laquelle les déviations de fréquence avec et sans préaccentuation sont égales. Dans le cas de la télévision, il est possible de mesurer le gain en employant des formes d'onde non sinusoïdales, telles que celles des signaux d'essai indiqués dans la future Publication 510-3-3 de la CEI: Méthodes de mesure pour les équipements radioélectriques utilisés dans les stations terriennes de télécommunication par satellites, Troisième partie: Méthodes de mesure applicables aux combinaisons de sous-ensembles. Section trois — Mesures concernant la transmission de la télévision.

3.1.3 *Présentation des résultats*

Le gain en bande de base sera exprimé en décibels à une fréquence spécifiée.

3.1.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants seront inclus dans le cahier des charges du matériel:

a) fréquence ou forme d'onde appliquée;
b) gain en bande de base exigé, avec la tolérance correspondante.

3.2 *Caractéristique amplitude/fréquence*

3.2.1 *Définition*

La caractéristique amplitude/fréquence est la courbe représentant l'écart, en décibels, entre le niveau de sortie en bande de base et un niveau de référence, en fonction de la fréquence en bande de base, pour un niveau d'entrée constant, bien inférieur au niveau de saturation. Le niveau de référence est le niveau de sortie à une fréquence spécifiée.

3.2.2 *Méthode de mesure*

On peut effectuer soit des mesures point par point, soit des mesures avec balayage en fréquence. Pour des raisons de commodité, les mesures aux fréquences inférieures à 20 kHz environ sont souvent effectuées point par point, tandis qu'aux fréquences plus élevées on emploie une méthode avec balayage en fréquence.

Pour les mesures point par point, on peut employer un appareil de mesure de niveaux à large bande, mais on préférera un appareil de mesure de niveaux sélectif. Quand on utilise un appareil à large bande, il faut vérifier que la puissance des harmoniques à la sortie du générateur du signal d'essai est d'au moins 40 dB inférieure à la puissance de la fréquence fondamentale. Il est supposé que le voltmètre employé contient un affaiblisseur d'entrée précis.

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

3.1 *Baseband gain or loss*

3.1.1 *Definition*

Baseband gain is the ratio of output level to input level expressed in decibels. If the baseband gain is a negative number in decibels, it is usual to change the sign and refer to the quantity as a loss.

3.1.2 *Method of measurement*

It is common practice to measure the input and output levels in order to calculate the baseband gain. Measurements are made with a test signal at a specified level for telephony systems and at 1 V peak-to-peak for television systems.

The baseband gain is measured at a specified frequency, which may be that at which the frequency deviations measured with and without pre-emphasis are equal. For television systems, the gain may be measured with a non-sinusoidal waveform, such as the test signal shown in the future I E C Publication 510-3-3: Methods of Measurement for Radio Equipment Used in Satellite Earth Stations, Part 3: Methods of Measurement for Combinations of Sub-systems. Section Three — Measurements for Television Transmission.

3.1.3 *Presentation of results*

The baseband gain should be expressed in decibels at a stated frequency.

3.1.4 *Details to be specified*

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

a) the frequency or waveform to be applied;
b) the required baseband gain and tolerance.

3.2 *Amplitude/frequency characteristic*

3.2.1 *Definition*

The amplitude/frequency characteristic is the curve representing the ratio, expressed in decibels, of the baseband output level to a reference level, as a function of baseband frequency, for a constant input level which is well below the saturation level. The reference level is the output level at a specified frequency.

3.2.2 *Method of measurement*

Measurements may be made either by point-by-point or by sweep frequency methods. For convenience, measurements below about 20 kHz are often made using the point-by-point method, whilst the sweep-frequency method is used at the higher frequencies.

For point-by-point measurements a wide-band or, preferably, a selective level-meter may be used. When a wide-band level-meter is used, it is necessary to verify that the harmonic power level at the output of the test generator is less than the power of the fundamental by at least 40 dB. It is assumed that the level-meter used incorporates an accurate input attenuator.

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

La figure 3, page 27, montre un dispositif de mesure typique pour le relevé, point par point, de la caractéristique amplitude/fréquence. Ce dispositif peut aussi être utilisé pour les mesures de gain ou d'affaiblissement. Avant de commencer la mesure, l'affaiblisseur n° 1 est réglé à une valeur d'affaiblissement légèrement supérieure au gain du matériel à l'essai.

Le commutateur S est placé alors alternativement sur les positions A et B, l'affaiblisseur n° 2 étant réglé de telle sorte que la lecture sur l'appareil de mesure de niveaux soit la même dans les deux positions. Le gain ou l'affaiblissement de l'appareil à l'essai est obtenu à partir des lectures de l'affaiblissement introduit par l'affaiblisseur variable n° 2.

Le dispositif de mesure de la figure 3 peut être adapté à des mesures avec balayage en fréquence en employant un générateur approprié et un oscilloscope en liaison avec un appareil de mesure de niveaux sélectif à accord contrôlable par le balayage.

Note. — Si le matériel à l'essai contient un régulateur de niveau en bande de base (un amplificateur en bande de base avec c.a.g.), opérant à partir du niveau d'un pilote de continuité dans la bande de base, il faudra ou bien le court-circuiter, ou bien commuter le régulateur sur la position hors service.

3.2.3 *Présentation des résultats*

Pour les méthodes avec balayage en fréquence, présenter une photographie de la figure affichée sur l'écran de l'oscilloscope. Lorsque les résultats des mesures ne sont pas présentés graphiquement, ils devront être énoncés comme dans l'exemple suivant:

Caractéristique amplitude/fréquence comprise entre + 0,2 dB et − 0,1 dB, par rapport au niveau à 1 MHz, dans la bande de 300 Hz à 8 MHz.

Les résultats des mesures point par point peuvent être présentés sous forme de courbe, en tableaux ou énoncés comme indiqué ci-dessus.

3.2.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants seront inclus dans le cahier des charges du matériel:

a) fréquence de référence (par exemple 100 kHz);
b) limites de la bande fréquence;
c) limites de variation admises pour l'amplitude.

3.3 *Caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence*

3.3.1 *Définition et considérations générales*

Pour un réseau linéaire, la fonction de transfert s'écrit:

$$H(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-jB(\omega)} \qquad (3.1)$$

où $A(\omega)$ représente la caractéristique amplitude/fréquence et $B(\omega)$ la caractéristique phase/fréquence (comptée positivement lorsque le signal de sortie est en retard de phase par rapport au signal d'entrée).

Le temps de propagation de groupe $\tau(\omega)$ du réseau est défini comme étant la dérivée première de $B(\omega)$ par rapport à ω, à savoir:

$$\tau(\omega) = \frac{dB(\omega)}{d\omega} \qquad (3.2)$$

Il est exprimé en secondes.

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

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

Figure 3, page 27, shows a typical arrangement for measuring the baseband amplitude frequency characteristic by the point-by-point method and which may also be used for gain or loss measurement. Before making the measurement, attenuator No. 1 is set to a value slightly greater than the gain of the equipment under test.

The switch S is then set to the A and B positions alternately and attenuator No. 2 adjusted so that the level-meter reads the same value in either position. The gain or loss of the equipment under test is obtained from the readings of attenuator No. 2.

The arrangement of Figure 3 may be adapted for sweep-frequency measurements by using a baseband sweep-frequency generator and a oscilloscope together with a sweep-controlled selective level-meter, the sweep signal for which is taken from the baseband signal generator.

Note. — If the system under test contains a baseband level regulator (a baseband a.g.c. amplifier) operated from an in-band pilot tone, it will be necessary to switch the regulator out of circuit or to by-pass it.

3.2.3 *Presentation of results*

For sweep-frequency measurements a photograph of the oscilloscope display should be presented. When the results of the measurements are not presented graphically, they should be given as in the following example:

Amplitude/frequency characteristic is within +0.2 dB to −0.1 dB from 300 Hz to 8 MHz relative to the gain at 1 MHz.

Point-by-point measurements may be presented in the form of a curve, tabulated or stated as above.

3.2.4 *Details to be specified*

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

a) reference frequency (e.g. 100 kHz);
b) frequency band limits;
c) permitted amplitude variation limits.

3.3 *Group-delay/frequency characteristic*

3.3.1 *Definition and general considerations*

For a linear network, the transfer function may be written as:

$$H(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-jB(\omega)} \qquad (3.1)$$

where $A(\omega)$ represents the amplitude/frequency characteristic and $B(\omega)$ represents the phase/frequency characteristic (considered positive if the output signal phase lags behind that of 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:

$$\tau(\omega) = \frac{dB(\omega)}{d\omega} \qquad (3.2)$$

and is expressed in seconds.

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

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

3.3.2 *Méthode de mesure*

Un signal d'essai est lentement balayé en fréquence, par exemple 50 fois par seconde entre une limite inférieure et une limite supérieure, de 200 kHz à 10 MHz par exemple. Le signal d'essai est modulé en amplitude ou en phase avec fréquence de mesure convenable f_t (par exemple 20 kHz), de telle sorte que le signal composite consiste essentiellement en une porteuse accompagnée de deux bandes latérales.

Le signal est appliqué à un récepteur de mesure après avoir traversé le matériel à l'essai. Dans le récepteur de mesure, la fréquence de l'oscillateur local est balayée en synchronisme avec le signal, de façon à produire un signal f.i. constant. Ce signal f.i. est démodulé en amplitude ou en phase selon le cas, ce qui permet de récupérer le signal à la fréquence de mesure f_t. Les variations de phase de ce dernier sont alors détectées et sont représentées par un signal au même taux de répétition que le balayage en fréquence, signal qui est déployé sur l'écran de l'oscilloscope et qui permet une mesure du temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence en bande de base.

Des bancs d'essai complets spéciaux sont commercialement disponibles pour permettre l'exécution de cette mesure.

Dans le cas de la modulation d'amplitude, il est possible d'utiliser un récepteur d'essai en bande de base qui permet de récupérer le signal incident f_t au moyen d'un démodulateur d'amplitude.

3.3.3 *Présentation des résultats*

Les résultats peuvent être présentés sous forme de photographies de l'écran de l'oscilloscope, ou d'un enregistrement X-Y avec les repères d'étalonnage indispensables. Lorsque les résultats ne sont pas représentés graphiquement, ils devront être énoncés comme dans l'exemple suivant:

Variation totale du temps de propagation de groupe: 87 ns entre 200 kHz et 8 MHz.

3.3.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants seront inclus dans le cahier des charges du matériel:

a) limites de fréquence de la bande de base;
b) variations maximales du temps de propagation de groupe.

4. Caractéristiques de transfert non linéaires

Les propriétés de transfert non linéaires sont celles qui dépendent du niveau du signal en bande de base. Elles se traduisent par la production d'harmoniques à partir d'un signal d'essai purement sinusoïdal et par l'apparition de produits d'intermodulation lorsque deux signaux sinusoïdaux ou plus sont appliqués simultanément.

4.1 *Gain différentiel/distorsion de non-linéarité en amplitude*

4.1.1 *Définition et considérations générales*

Le gain différentiel/la distorsion de non-linéarité en amplitude est la variation du gain se produisant pour un signal sinusoïdal de faible amplitude et de fréquence élevée (signal d'essai) en fonction de la valeur instantanée de la tension d'un signal de grande amplitude à basse fréquence (signal de balayage) simultanément transmis sur le même trajet. Pour la télévision, voir la future Publication 510-3-3 de la CEI.

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

3.3.2 *Method of measurement*

A test signal is made to sweep slowly, for example at a rate of 50 times per second, from a lower limit to an upper limit, for example 200 kHz to 10 MHz. The test signal is modulated in amplitude or in phase at a suitable measuring frequency f_t (e.g. 20 kHz), so that the composite signal consists essentially of a carrier and two sidebands.

The signal is applied to a measurement receiver via the equipment under test. In the measurement receiver, a local oscillator frequency sweeps in synchronism with the test signal, thus producing a constant i.f. signal. This i.f. signal is amplitude or phase demodulated, as appropriate, to recover the measuring signal f_t which is then phase-detected to derive a signal at the sweep rate. This latter signal is displayed on an oscilloscope and is a measure of the group-delay as a function of a baseband frequency.

Complete special-purpose test sets are available for making this measurement.

In the case of amplitude-modulation it is possible to use a baseband test receiver which recovers the incoming signal f_t by means of an amplitude demodulator.

3.3.3 *Presentation of results*

The results may be presented as a photograph of the oscilloscope display, or an X-Y record, with the necessary calibration marks. When the results are not presented graphically, they should be given as in the following example:

Total group-delay variation is 87 ns from 200 kHz to 8 MHz.

3.3.4 *Details to be specified*

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

a) baseband frequency limits;
b) permitted group-delay variation.

4. Non-linear transfer properties

Non-linear transfer properties are those which depend upon the level of the baseband signal. They are properties which result in the generation of harmonics from a sinusoidal test signal, and intermodulation products from two or more such signals.

4.1 *Differential gain/non-linearity*

4.1.1 *Definition and general considerations*

Differential gain/non-linearity is the variation in gain experienced by a small-amplitude high-frequency sinusoidal signal (test-signal) as a function of the instantaneous value of a large-amplitude low-frequency signal (sweep-signal) transmitted simultaneously over the same path. For television, see the future IEC Publication 510-3-3.

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

Le gain différentiel/la distorsion de non-linéarité en amplitude peut être représenté, en fonction de la valeur instantanée mentionnée ci-dessus, par l'équation suivante:

$$DG(x) = \frac{A(x)}{A_0} - 1 \qquad (4.1)$$

où:

$DG(x)$ est le gain différentiel
x est la valeur instantanée du signal de balayage de l'entrée
$A(x)$ est l'amplitude du signal d'essai en sortie en fonction de x
A_0 est l'amplitude du signal d'essai en sortie sans balayage (le signal de balayage est nul)

Pour un matériel en essai idéal sans distorsion, le gain différentiel/la distorsion de non-linéarité en amplitude est nul, mais pour les matériels rencontrés en pratique, la fonction $DG(x)$ présentera des variations. Ces matériels sont caractérisés par leur distorsion de gain différentiel/leur distorsion de non-linéarité en amplitude (DG) qui est la différence entre les valeurs extrêmes données par l'équation (4.1) et est exprimée, d'habitude, en pourcentage comme suit:

$$DG = \frac{A_{max}(x) - A_{min}(x)}{A_0} \times 100\% \qquad (4.2)$$

Voir le paragraphe suivant pour les éclaircissements nécessaires sur les relations entre ce que l'on appelle «gain différentiel» et ce que l'on appelle «distorsion de non-linéarité en amplitude» en fonction du choix de fréquence du signal d'essai.

4.1.2 *Méthode de mesure*

Un dispositif de mesure typique est illustré à la figure 4, page 27. Il contient aussi les parties nécessaires à la mesure de la phase différentielle. Pour le gain différentiel/la non-linéarité en amplitude, le commutateur doit être aiguillé sur le détecteur d'amplitude.

Le signal en bande de base à l'entrée du matériel à l'essai est un signal composite comprenant un signal sinusoïdal d'essai superposé à un signal de balayage. A la sortie en bande de base du matériel, le signal d'essai est séparé et appliqué à un détecteur d'enveloppe. La sortie de ce détecteur, proportionnelle à l'amplitude du signal d'essai, est employée pour provoquer la déflexion verticale du spot de l'oscilloscope. La déflexion horizontale est obtenue soit directement à partir du signal de balayage, soit, quand le matériel à l'essai comprend une partie f.i./r.f., par démodulation en fréquence du signal f.i. balayé.

Le signal de balayage a une fréquence basse et son amplitude est choisie pour correspondre à la dynamique des amplitudes à travers le matériel à l'essai. L'amplitude du signal d'essai est considérablement inférieure à celle du signal de balayage, afin qu'il n'explore, pour sa part, qu'une partie relativement faible de la caractéristique mesurée à tout instant, cela pour éviter des erreurs par lecture de moyennes au lieu d'obtenir des vraies valeurs.

Le choix de la fréquence du signal d'essai, qui est toujours beaucoup plus élevée que celle du signal de balayage, dépend des parties du matériel en essai dont il s'agit d'évaluer la contribution au gain différentiel. Quand on veut seulement évaluer la contribution à la distorsion de non-linéarité en amplitude des parties en bande de base du modulateur/démodulateur, on choisit une fréquence relativement basse en bande de base (par exemple entre 50 kHz et 500 kHz). Le résultat obtenu est alors appelé «distorsion de non-linéarité en amplitude». Cependant, lorsqu'on veut évaluer à la fois l'ensemble des distorsions imputables aux parties traversées par des porteuses modulées et aux circuits en bande de base, on emploie un signal d'essai de fréquence relativement élevée en bande de base (entre 1 MHz et 12 MHz par exemple). La fonction mesurée est appelée, dans ce cas, «gain différentiel».

4.1.3 *Présentation des résultats*

Il est recommandé de présenter les résultats de mesure du gain différentiel/de la distorsion de non-linéarité en amplitude sous la forme d'une photographie ou d'un enregistrement X-Y de la fonction déployée sur l'écran de l'oscilloscope.

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

Differential gain/non-linearity can be defined as a function of the above instantaneous values as given in the following equation:

$$DG(x) = \frac{A(x)}{A_0} - 1 \qquad (4.1)$$

where:

$DG(x)$ is the differential gain
x is the instantaneous value of the input sweep-signal
$A(x)$ is the output test-signal amplitude as a function of x
A_0 is the output test-signal amplitude at zero value of the sweep-signal.

For an ideal equipment under test with no distortion, the differential gain/non-linearity is zero but for a practical equipment the above function will show variations. The equipment in practice is characterized by its differential gain/non-linearity distortion (DG) which is the difference between extreme values of equation (4.1) and is usually expressed as a percentage as follows:

$$DG = \frac{A_{max}(x) - A_{min}(x)}{A_0} \times 100\% \qquad (4.2)$$

An explanation of the relation between differential gain and non-linearity and the choice of the test-signal frequency is given in the following sub-clause.

4.1.2 *Method of measurement*

A typical measuring arrangement containing also the part for measuring differential phase/group-delay is given in Figure 4, page 27. For measuring differential gain/non-linearity, the switch should be set to select the a.m. detector.

The baseband input signal to the equipment under test is a composite signal consisting of a sinusoidal test-signal superimposed on a sweep-signal. At the baseband output of the equipment, the test-signal component is extracted and applied to an envelope detector. The output of the envelope detector, which is proportional to the test-signal amplitude, is used for the vertical deflection of the c.r.t. display: the horizontal deflection is derived, either directly from the sweep-signal, or, if the equipment under test includes an i.f./r.f. section, from the sweep i.f. signal.

The sweep-signal is of low frequency and its amplitude is chosen to occupy the dynamic range of the equipment under test. The test-signal amplitude is considerably less than the amplitude of the sweep-signal in order to explore only a relatively small part of the measured characteristic at any instant, i.e. to have a low averaging error.

The choice of frequency for the test-signal, which is always much higher than that of the sweep-signal, depends upon which section of the equipment under test is to be assessed. When only the non-linearity contribution of the baseband section of the modulator/demodulator is to be assessed, a relatively low frequency (e.g. 50 kHz to 500 kHz) is chosen and the function then measured is called non-linearity. However, when the contribution of the carrier section as well as that of the baseband section is to be assessed, a relatively high-frequency test-signal (e.g. 1 MHz to 12 MHz) is used and the function then measured is called differential gain.

4.1.3 *Presentation of results*

Differential gain/non-linearity distortion should be presented preferably as a photograph or X-Y record of the function displayed by the oscilloscope.

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

Les deux axes devront être convenablement étalonnés. L'axe horizontal devra être étalonné en tension du signal de balayage. Lorsque des modulateurs ou démodulateurs sont inclus dans le matériel à l'essai, on l'étalonnera en écart de fréquence.

En variante, on pourra indiquer la distorsion exprimée en pourcentage entre les deux valeurs extrêmes de la fonction, en rappelant les limites de balayage en mégahertz.

4.1.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants doivent être inclus dans le cahier des charges du matériel:

a) fréquence du signal d'essai;
b) fréquence du signal de balayage;
c) amplitude de balayage en volts crête à crête ou largeur de balayage en mégahertz crête à crête;
d) maximum permis pour la distorsion de gain différentiel/de non-linéarité en amplitude, en pourcentage.

4.2 *Phase différentielle/temps de propagation de groupe*

4.2.1 *Définition et considérations générales*

La phase différentielle est la variation de phase se produisant pour un signal sinusoïdal de faible amplitude et de fréquence élevée en bande de base (signal d'essai) en fonction de la valeur instantanée de la tension d'un signal de grande amplitude à basse fréquence (signal de balayage) transmis simultanément sur le même trajet.

La phase différentielle peut être représentée en fonction de la valeur instantanée, mentionnée ci-dessus, par l'équation suivante:

$$DP(x) = \Phi(x) - \Phi_0 \qquad (4.3)$$

où:

$DP(x)$ est la phase différentielle
x est la valeur instantanée du signal de balayage à l'entrée
$\Phi(x)$ est la phase du signal d'essai en sortie en fonction de x
Φ_0 est la phase du signal d'essai en sortie pour une valeur nulle de la tension du signal de balayage.

Pour un matériel à l'essai idéal, sans distorsion, la phase différentielle est nulle, mais pour les matériels rencontrés en pratique, la fonction $DP(x)$ présentera des variations. Un matériel réel est caractérisé par sa distorsion de phase différentielle (DP), c'est-à-dire par la différence entre valeurs extrêmes de la fonction $DP(x)$ exprimée, d'habitude, en degrés comme suit:

$$DP = \Phi_{max} - \Phi_{min} \qquad (4.4)$$

Note. — Quand on mesure la phase différentielle en utilisant un signal d'essai de fréquence relativement basse en bande de base, quelques centaines de kilohertz par exemple, la mesure indique aussi la variation du temps de propagation de groupe. Dans la pratique courante, il en découle la possibilité d'utiliser, dans ce cas, un appareil de mesure étalonné dans les unités employées pour le temps de propagation de groupe: les nanosecondes.

Le temps de propagation de groupe est proportionnel au rapport de la phase différentielle à la fréquence du signal d'essai. L'étalonnage de la phase différentielle en degrés est plus spécialement utilisé lorsque la fréquence du signal d'essai est relativement élevée dans la bande de base, égale à quelques mégahertz par exemple.

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

Both axes should be appropriately calibrated: the horizontal axis should be calibrated in sweep voltage or, when modulators or demodulators are included in the equipment under test, in frequency deviation.

Alternatively, the distortion expressed as a percentage between the extreme values of the function, together with sweep limits in megahertz may be given.

4.1.4 *Details to be specified*

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

a) frequency of the test-signal;
b) frequency of the sweep-signal;
c) sweep amplitude in volts peak-to-peak or the sweep width in megahertz peak-to-peak;

d) permitted maximum differential gain/non-linearity distortion in per cent.

4.2 *Differential phase/group delay*

4.2.1 *Definition and general considerations*

Differential phase is the phase variation experienced by a small-amplitude high-frequency sinusoidal signal (test-signal) as a function of the instantaneous value of a large-amplitude low-frequency signal (sweep-signal) transmitted simultaneously over the same path.

Differential phase can be defined as a function of the above instantaneous value as given by the following equation:

$$DP(x) = \Phi(x) - \Phi_0 \tag{4.3}$$

where:

$DP(x)$ is the differential phase
x is the instantaneous value of the input sweep-signal
$\Phi(x)$ is the output test-signal phase as a function of x
Φ_0 is the output test-signal phase at zero value of the sweep-signal.

For an ideal equipment under test with no distortion, the differential phase is zero but for an equipment in practice the function described above will show variations. A practical equipment is characterized by its differential phase distortion (DP), which is the difference between extreme values of the above function usually expressed in degrees as follows:

$$DP = \Phi_{max} - \Phi_{min} \tag{4.4}$$

Note. — When measuring differential phase and using a relatively low test-signal frequency, for example a few hundred kilohertz, the measurement is also indicative of the group-delay variation and it is common practice to calibrate the measuring equipment for group-delay in nanoseconds.

Group-delay is proportional to the ratio of differential phase to the test-signal frequency. Differential phase calibration (degrees) is used primarily when employing a relatively high test-signal frequency, for example a few megahertz.

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

4.2.2 *Méthode de mesure*

Un dispositif de mesure typique est illustré à la figure 4, page 27. Il contient aussi les parties nécessaires à la mesure du gain différentiel/de la non-linéarité en amplitude. Pour la phase différentielle le comutateur doit être aiguillé sur le détecteur de phase.

L'entrée en bande de base du matériel à l'essai est excitée par un signal composite comprenant un signal d'essai sinusoïdal superposé à un signal de balayage à variation lente. A la sortie, en bande de base du matériel à l'essai, le signal d'essai est séparé et appliqué à un détecteur de phase. La sortie du détecteur de phase, qui est proportionnelle à la variation de phase du signal d'essai, est employée pour produire la déflexion verticale de l'oscilloscope.

La déflexion horizontale est obtenue soit directement à partir du signal de balayage, soit, si le matériel à l'essai comprend des parties f.i./r.f., par démodulation en fréquence du signal f.i.

Le signal de balayage a une fréquence basse et son amplitude est choisie pour correspondre à la dynamique des amplitudes à travers le matériel à l'essai. L'amplitude du signal d'essai est de beaucoup inférieure à celle du signal de balayage, afin qu'il n'explore, pour sa part, qu'une partie relativement faible de la caractéristique mesurée à tout instant, cela pour éviter des erreurs par lecture de moyennes au lieu d'obtenir les vraies valeurs.

4.2.3 *Présentation des résultats*

Il est recommandé de présenter les résultats de mesure de la phase différentielle sous la forme d'une photographie ou d'un enregistrement X-Y de la fonction déployée sur l'écran de l'oscilloscope. Les deux axes doivent être convenablement étalonnés. L'axe horizontal doit être étalonné en tension du signal du balayage. Lorsque des modulateurs et démodulateurs sont inclus dans le matériel à l'essai, on l'étalonnera en écart de fréquence.

En variante, on pourra indiquer la distorsion exprimée en degrés entre les valeurs extrêmes de la fonction en rappelant les limites de balayage en volts ou en mégahertz.

4.2.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, les détails suivants doivent être inclus dans le cahier des charges du matériel:

a) fréquence du signal d'essai;

b) fréquence du signal de balayage;

c) amplitude de balayage en volts crête à crête ou largeur de balayage en mégahertz crête à crête;

d) maximum permis pour la distorsion de phase différentielle en degrés.

5. Références

[1] Recommandation 380-3 du CCIR (vol. IX): Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence.

[2] Recommandation 567-1 du CCIR (vol. XII): Qualité de transmission des circuits de télévision destinés à être utilisés dans les communications internationales.

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

4.2.2 *Method of measurement*

A typical measuring arrangement containing also the necessary part for measuring differential gain/non-linearity is shown in Figure 4, page 27. For measuring differential phase the switch should be set to select the p.m. detector.

The baseband input signal to the equipment under test is a composite signal consisting of a sinusoidal test-signal superimposed on a slowly-varying sweep-signal. At the baseband output of the equipment under test, the test-signal component is extracted and applied to a phase detector. The output of the phase detector, which is proportional to the variation of the phase of the test-signal is used for the vertical deflection of the c.r.t. display.

The horizontal deflection is derived, either directly from the sweep-signal, or, if the equipment under test includes an i.f./r.f. section, by demodulation of the signal.

The sweep-signal is of low frequency and its amplitude is chosen to occupy the dynamic range of the equipment under test. The test-signal amplitude is considerably less than the amplitude of the sweep-signal in order to explore only a relatively small part of the measured characteristic at any instant, i.e. to have a low averaging error.

4.2.3 *Presentation of results*

Differential phase distortion should be presented preferably as a photograph or X-Y record of the function displayed by the oscilloscope. Both axes should be appropriately calibrated: the horizontal axis should be calibrated in sweep voltage or, when modulators and demodulators are included in the equipment under test, in frequency deviation.

Alternatively the distortion expressed in degrees between the extreme values of the function together with the sweep limits in volts or megahertz may be given.

4.2.4 *Details to be specified*

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

a) frequency of the test-signal;

b) frequency of the sweep-signal;

c) sweep amplitude in volts peak-to-peak or the sweep width in megahertz peak-to-peak;

d) permitted maximum differential phase distortion in degrees.

5. References

[1] CCIR Recommendation 380-3 (Vol IX): Interconnection at baseband frequencies for radio-relay systems for telephony using frequency-division multiplex.

[2] CCIR Recommendation 567-1 (Vol XII): Transmission performance of television circuits designed for use in international connections.

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

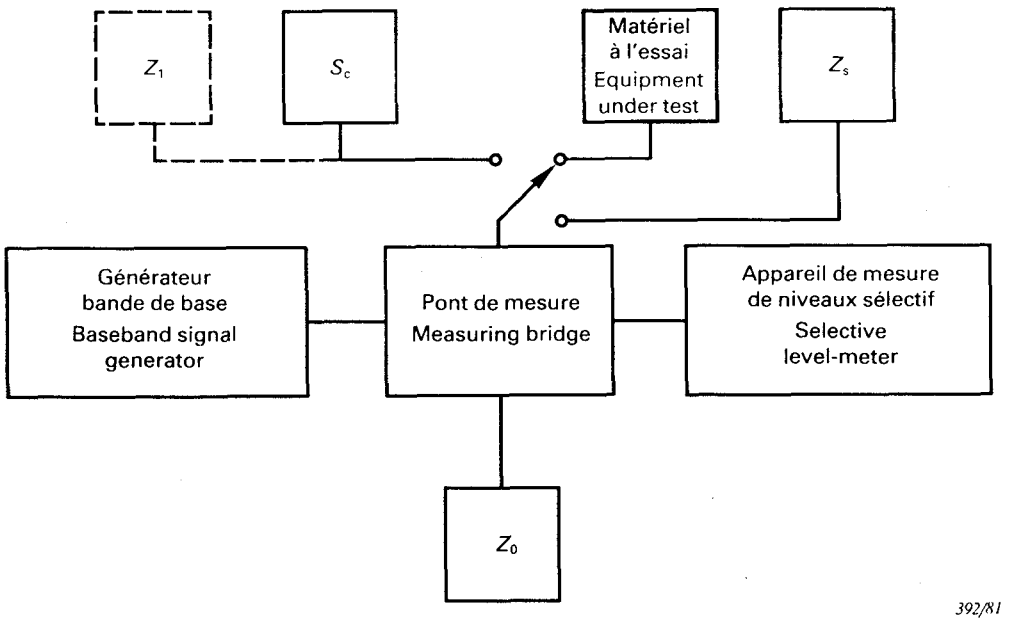

FIG. 1. — Dispositif pour la mesure de l'affaiblissement d'adaptation par une méthode point par point.
Arrangement for measuring return loss by the point-by-point method.

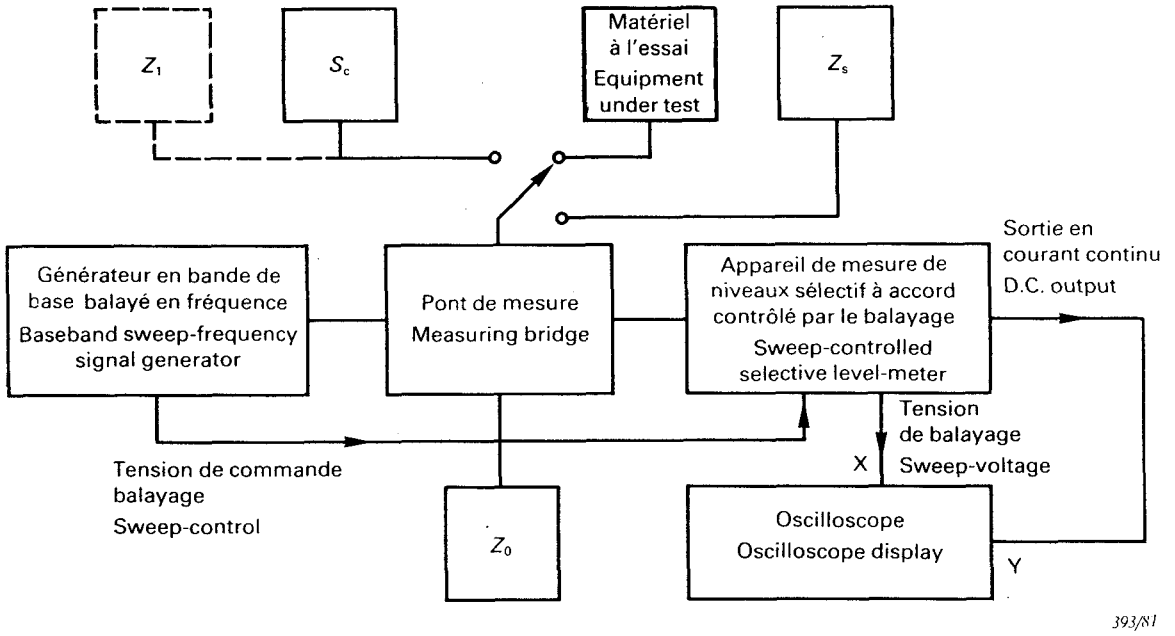

FIG. 2. — Dispositif pour la mesure de l'affaiblissement d'adaptation par une méthode à balayage en fréquence.
Arrangement for measuring return loss by the sweep-frequency method.

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

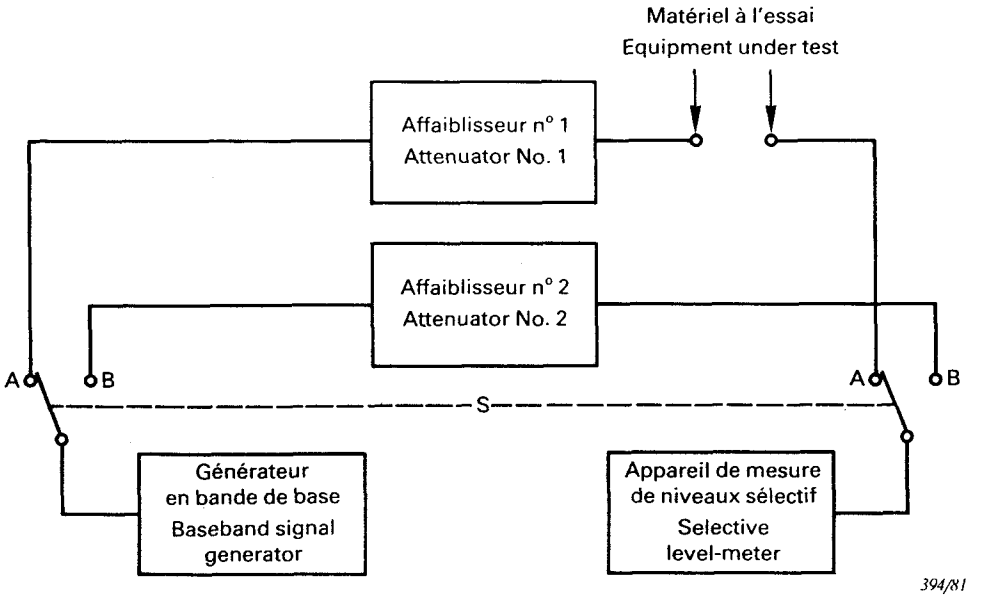

FIG. 3. — Dispositif pour la mesure de la caractéristique amplitude/fréquence.
Arrangement for measuring the amplitude/frequency characteristic.

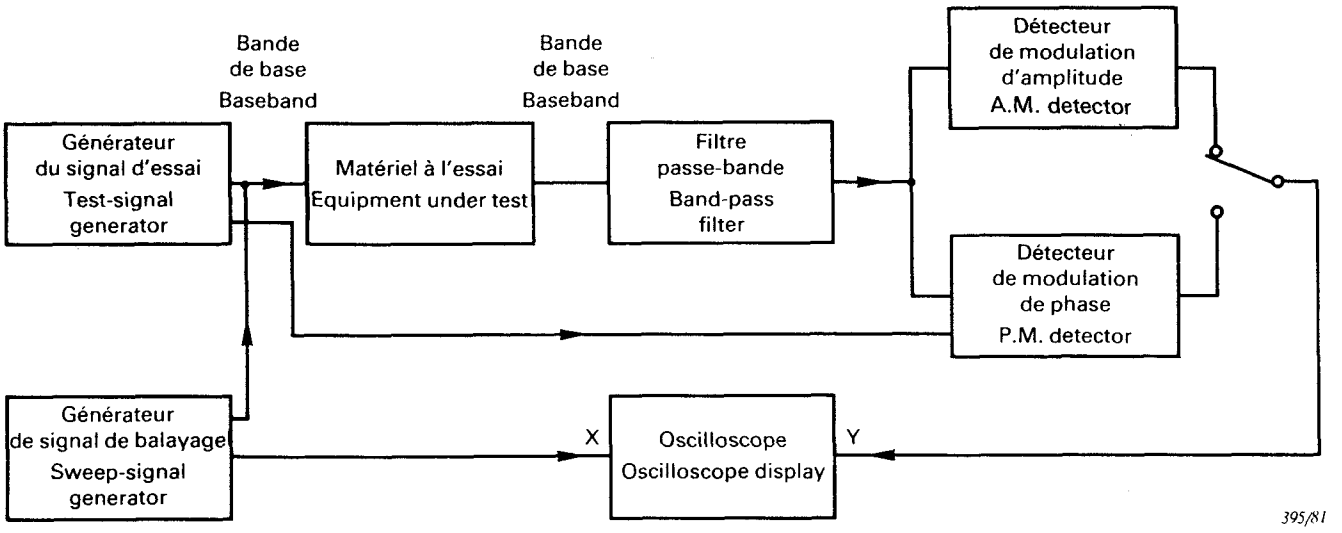

FIG. 4. — Dispositif pour la mesure du gain différentiel/ de la non-linéarité en amplitude et pour la mesure de la phase différentielle.
Arrangement for measuring differential gain/non-linearity and differential phase distortion.

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

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

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

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

ICS 33.060.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

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

Not for Resale