

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC STANDARD**

**Publication 487-1-4**

Première édition — First edition

1981

---

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

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

**Section quatre — Mesures en bande de base**

---

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

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

**Section Four — Measurements in the baseband**

---



© CEI 1981

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

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

## Terminologie

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent 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**
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC STANDARD**

**Publication 487-1-4**

Première édition — First edition  
1981

---

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

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

**Section quatre — Mesures en bande de base**

---

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

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

**Section Four — Measurements in the baseband**

---

**Mots clés:** faisceaux hertziens; mesure;  
définitions; exigences; essais,  
propriétés

**Key words:** radio-relay systems; measurement;  
definitions; requirements; testing;  
properties.



© CEI 1981

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 QUATRE — MESURES EN BANDE DE BASE                                |       |
| Articles                                                                 |       |
| 1. Domaine d'application . . . . .                                       | 6     |
| 2. Propriétés 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. Propriétés linéaires de transfert . . . . .                           | 14    |
| 3.1 Gain (affaiblissement) en bande de base . . . . .                    | 14    |
| 3.2 Caractéristique amplitude/fréquence . . . . .                        | 14    |
| 3.3 Caractéristique temps de propagation de groupe/fréquence . . . . .   | 16    |
| 4. Propriétés 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    |

## CONTENTS

|                                                    | Page |
|----------------------------------------------------|------|
| FOREWORD . . . . .                                 | 5    |
| PREFACE . . . . .                                  | 5    |
| SECTION FOUR — MEASUREMENTS IN THE BASEBAND        |      |
| 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 . . . . .            | 15   |
| 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   |

## 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  
Section quatre — Mesures en bande de base**

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

Un projet de la section quatre fut discuté lors de la réunion tenue à Budapest en 1972. A la suite de cette réunion, un projet, document 12E(Bureau Central)16, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1974.

Des modifications, documents 12E(Bureau Central)41 et 62, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en juin 1976 et septembre 1977.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Afrique du Sud (République d') | France      |
| Allemagne                      | Hongrie     |
| Australie                      | Italie      |
| Belgique                       | Portugal    |
| Brésil                         | Royaume-Uni |
| Canada                         | Suède       |
| Danemark                       | Turquie     |
| Egypte                         |             |

*Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:*

Publication n° 487-3-3: Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres, Troisième partie: Liaisons simulées. Section trois — Mesures concernant la transmission de la télévision monochrome ou en couleur.

## 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****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 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 standard has been prepared by Sub-Committee 12E: Microwave Systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

A draft of Section Four was discussed at the meeting held in Budapest in 1972. As a result of this meeting, a draft, Document 12E(Central Office)16, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1974.

Amendments, Documents 12E(Central Office)41 and 62, were submitted to the National Committees under the Two Months' Procedure in June 1976 and September 1977.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia  
Belgium  
Brazil  
Canada  
Denmark  
Egypt  
France  
Germany

Hungary  
Italy  
Portugal  
South Africa (Republic of)  
Sweden  
Turkey  
United Kingdom

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 487-3-3: Methods of Measurement for Equipment Used in Terrestrial Radio-relay Systems, Part 3: Simulated Systems. Section Three — Measurements for Monochrome and Colour Television Transmission.

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

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

### SECTION QUATRE — MESURES EN BANDE DE BASE

#### 1. Domaine d'application

Cette section traite des mesures de base applicables aussi bien à un sous-ensemble, tel qu'un amplificateur, qu'à une combinaison de sous-ensembles rassemblés pour simuler une liaison hertzienne.

On décrit des méthodes de mesure pour les caractéristiques suivantes:

- impédance d'entrée et impédance 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 de non-linéarité en amplitude;
- gain différentiel et distorsion de phase.

Des méthodes de mesure pour les caractéristiques liées à un signal spécifique en bande de base tel qu'un signal de téléphonie multivoie à multiplexage par répartition en fréquence ou un signal de modulation sonore d'un programme radiophonique, sont données dans les sections appropriées de la troisième partie de cette publication.

#### 2. Propriétés linéaires à l'entrée et à la sortie

##### 2.1 Affaiblissement d'adaptation

##### 2.1.1 Définition et considérations générales

Dans la technique des faisceaux hertziens, on est plus souvent intéressé par la mesure de l'affaiblissement d'adaptation que par les mesures d'impédance ou de coefficient de réflexion.

L'affaiblissement d'adaptation  $L$  d'une impédance  $Z$  par rapport à sa valeur nominale  $Z_0$  est donnée par:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \text{ (dB)} \quad (2-1)$$

L'affaiblissement d'adaptation est aussi donné par:

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

où  $\rho$  est le coefficient de réflexion en tension de l'impédance  $Z$  par rapport à  $Z_0$ , c'est-à-dire:

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad (2-3)$$

*Note.* — L'impédance nominale  $Z_0$  à l'accès en bande de base est, d'habitude, de 75  $\Omega$  purement résistive (non équilibrée par rapport à la terre) ou, pour les systèmes à faible capacité, de 150  $\Omega$  purement résistive (équilibrée par rapport à la terre) (voir la référence 1).

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

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

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, television or sound-programme transmission, are given in the appropriate sections of Part 3 of this publication.

##### 2. Linear input and output properties

###### 2.1 Return loss

###### 2.1.1 Definition and general considerations

In radio-relay systems, 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:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \text{ (dB)} \quad (2-1)$$

Alternatively, the return loss is given by:

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

where  $\rho$  is the voltage reflection coefficient of the impedance  $Z$ , relative to  $Z_0$ , i.e.:

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad (2-3)$$

*Note.* — The nominal impedance  $Z_0$  of the baseband port is usually 75  $\Omega$  resistive (unbalanced) or, for low capacity systems, 150  $\Omega$  resistive (balanced) (see reference 1).

### 2.1.2 Méthodes de mesure de l'affaiblissement d'adaptation

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 ( $\rho$ ). 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 ( $\pm 1$  dB approximativement).

La méthode décrite 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 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 environ, 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.

La méthode décrite ci-dessous peut être utilisée aussi 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).

*Note.* — La vitesse de balayage doit être suffisamment basse par rapport aux temps de réponse du matériel de mesure aussi bien que du matériel à l'essai, cela afin de ne pas détériorer la précision de la mesure.

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:

#### *Etalonnage pour l'affaiblissement d'adaptation*

Se reporter aux figures 1 et 2. Un court-circuit  $S_c$  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  $Z_1$ , c'est-à-dire une charge ayant une impédance dont l'affaiblissement d'adaptation est connu: 20 dB, par exemple.

#### *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'affaiblisseur d'entrée de l'appareil de mesure de niveaux sélectif pour obtenir la même lecture que celle qui correspond à l'étalonnage ou pour placer sur la ligne d'étalonnage le point de la trace oscilloscopique représentant l'affaiblissement d'adaptation le plus faible dans la bande de fréquences balayée. La différence entre les valeurs de l'affaiblisseur 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  $\pm 1$  dB.

Cette vérification comprend aussi bien les effets de la désadaptation entre les deux impédances normalisées  $Z_0$  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  $\Omega$  résistifs, par exemple.