

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60510-2-1

1976

AMENDEMENT 1

AMENDMENT 1

1989-12

Amendement 1

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

Partie 2: mesures sur les sous-ensembles

Section un – Généralités

Section deux – Antenne, ensemble d'excitation
hyperfréquence inclus

Amendment 1

**Methods of measurement for radio equipment used
in satellite earth stations**

Part 2: Measurements for sub-systems

Section One – General

Section Two – Antenna (including feed network)

© IEC 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission

Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland

e-mail: inmail@iec.ch

IEC web site [http: //www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

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

PREFACE

La présente modification a été établie par le Sous-Comité 12E: Faisceaux hertziens et systèmes fixes de télécommunication par satellite, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
12E(BC)127	12E(BC)133

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette modification.

Après la page 50, ajouter la nouvelle annexe suivante:

ANNEXE D

LE DECOUPLAGE DE POLARISATION DES GRANDES ANTENNES

D1. Domaine d'application

Cette annexe traite de la mesure du découplage de polarisation des grandes antennes de station terrienne aptes à la réutilisation des fréquences et décrit une variante de la méthode indiquée au paragraphe 7.2.

D2. Définition et généralités

Les méthodes de mesure du découplage de polarisation décrites dans la présente norme sont parfois inapplicables aux grandes antennes de station terrienne à cause de la difficulté de placer une antenne de mesure en zone éloignée (région de Fraunhofer) à une hauteur suffisante pour que les réflexions sur le sol de la base d'essai puissent être négligées.

On utilise alors habituellement une méthode de mesure employant des satellites opérationnels. Cette méthode est simple, basée seulement sur des mesures de puissance relatives, et donne une précision de mesure acceptable à condition que le découplage de polarisation de l'antenne du satellite soit suffisant (voir appendice). Elle est presque toujours applicable aux satellites opérationnels existants, de sorte que cette mesure du découplage de polarisation utilisant comme source un satellite est devenue la méthode préférée.

PREFACE

This amendment has been prepared by Sub-Committee 12E: Radio relay and fixed satellite communications systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
12E(C0)127	12E(C0)133

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Report indicated in the above table.

After page 51, add the following new appendix:

APPENDIX D

THE CROSS-POLARIZATION DISCRIMINATION OF LARGE ANTENNAS

D1. Scope

This appendix is concerned with the measurement of cross-polarization discrimination for large earth station antennas with frequency re-use capability, and describes an alternative to the method given in Sub-clause 7.2.

D2. Definition and general considerations

The methods of measurement of cross-polarization discrimination described in this standard may be inadequate for large earth station antennas, because of the difficulty of locating a source antenna in the far-zone (Fraunhofer region) at such a height that ground reflections within the test range are negligible.

In such cases, a method of measurement using operational satellites is usually adopted and simple tests, which depend only on relative power (level) measurements, give an acceptable accuracy provided that the polarization purity of the satellite antenna is high enough (see annex). The method is simple and almost universally applicable with currently operating satellite systems, so that the measurement of the cross-polarization discrimination using a satellite source has become the preferred technique.

Notes 1.- Il convient que le découplage de polarisation soit mesuré dans une fraction de la largeur du faisceau incluant au moins le domaine de fonctionnement du dispositif de poursuite. De plus, comme le découplage de polarisation est fonction de la fréquence, il convient, pour chaque accès de l'antenne, d'effectuer les mesures dans toute la bande de fréquences d'émission ou de réception.

2.- Dans le cas d'utilisation d'un satellite opérationnel, la gamme de fréquences utilisable pour les mesures peut se trouver limitée. De plus, lorsque la polarisation est circulaire, il convient d'en vérifier le sens.

D3. Méthode de mesure

Les conditions de fonctionnement du satellite doivent permettre l'établissement d'une boucle aux fréquences radioélectriques à la station terrienne où il faut effectuer la mesure. De plus, il convient de pouvoir mesurer indépendamment le découplage de polarisation de l'antenne à l'émission et à la réception.

Le montage de mesure préféré est donné par la Figure 1. La station terrienne émet vers le satellite une porteuse r.f. non modulée, et le signal reçu "en boucle" du satellite est mesuré à la station terrienne au moyen d'un analyseur de spectre. Si l'on dispose d'un récepteur accordable, l'analyseur de spectre peut aussi être connecté à la sortie f.i. de ce dernier.

Les paramètres de transmission devront être réglés de manière que le satellite et la station terrienne travaillent tous les deux dans la région linéaire de leur fonction de transfert.

Les conditions de fonctionnement du satellite devront être telles que seul le signal co-polaire puisse transiter par le répéteur. La p.i.r.e. de la station terrienne et la bande passante de l'analyseur de spectre devront être telles que le rapport porteuse à bruit soit au moins 45 dB, pour la mesure copolaire. Pour les systèmes à polarisation linéaire, il convient de régler la polarisation pendant l'émission dans le sens contra-polaire, en tournant le polariseur de la station terrienne de sorte à obtenir un minimum. Il convient que le réglage du polariseur reste ensuite inchangé.

Si le réglage dépend de la fréquence, il y a lieu de choisir celui qui donne le meilleur découplage de polarisation sur l'ensemble de la gamme de fréquences.

D3.1 *Découplage de polarisation à l'émission*

Une porteuse est émise en co-polarisation vers le satellite par l'intermédiaire de l'amplificateur de puissance n° 1 et on mesure la puissance (niveau) de la porteuse reçue "en boucle" à la sortie de l'amplificateur à faible bruit n° 1. La station terrienne émet alors la même puissance rayonnée en contra-polarisation par l'intermédiaire de l'amplificateur de puissance n° 2. C'est alors la composante de la porteuse contra-polaire qui est reçue par l'amplificateur à faible bruit n° 1.

Notes 1.- The antenna cross-polarization discrimination should be measured over an angular beamwidth extending to at least the tracking beamwidth. Furthermore, since cross-polarization discrimination varies with frequency, measurements across the whole transmit and receive bandwidths should be made at each polarization port.

2.- It should be noted that, when using operational satellites with circular polarization, the sense of polarization should be verified. Also, the available test frequencies at which the tests may be carried out may be limited.

D3. Method of measurement

The satellite needs to be operated so that measurements can be made under r.f. loop conditions at the earth station where the tests are to be carried out. Furthermore, the measurement configuration should permit independent measurements of cross-polarization discrimination of the antenna under transmit and receive conditions.

The preferred measurement arrangement is shown in Figure 1. The earth station radiates an unmodulated c.w. r.f. signal to the satellite and the "looped-back" signal is received by the earth station where the power (level) of the received signal is measured by means of a spectrum analyser. If a tunable down-converter is available, the spectrum analyser can alternatively be connected to the i.f. output of the down-converter.

Transmission parameters should be established in such a manner that both the satellite and earth station are operated in the linear region of their transfer characteristics.

The satellite needs to be operated in such a way that only the co-polarized transfer signal can pass through the transponder. The e.i.r.p. of the earth station and the measurement bandwidth of the spectrum analyser should be such that for the co-polarized measurement the carrier-to-noise ratio is not less than 45 dB. For linearly polarized systems, the polarization should be adjusted during transmission in the cross-polarized sense by rotating the earth station polarizer to achieve the best null. The polarizer setting should be maintained at this setting.

If the setting depends on the frequency, a setting should be used which gives the best cross-polarization discrimination across the whole frequency band.

D3.1 *Transmit cross-polarization discrimination*

The carrier is transmitted co-polarized to the satellite through high-power amplifier No. 1 and the power (level) of the received carrier is measured, on a "looped-back" basis, through low-noise amplifier No. 1. The earth station then radiates the same power in the cross-polarized mode through high-power amplifier No. 2. The cross-polarized component of the carrier is then received by low-noise amplifier No. 1.

Le découplage de polarisation à l'émission est égal au rapport exprimé en décibels entre les deux puissances mesurées précédemment.

D3.2 *Découplage de polarisation à la réception*

Une porteuse est émise en co-polarisation vers le satellite par l'intermédiaire de l'amplificateur de puissance n° 1, et les puissances des composantes reçues "en boucle", co-polaires et contra-polaires, sont mesurées à la sortie des amplificateurs à faible bruit n° 1 et 2, respectivement.

Le découplage de polarisation à la réception est égal au rapport, exprimé en décibels, des deux puissances précédentes ramenées aux deux sorties de réception du duplexeur de polarisation.

Notes 1.- Avant chaque mesure, il convient d'ajuster le pointage de l'antenne de façon à optimiser la transmission en mode co-polaire.

2.- Il convient que le rapport de puissance mesurée entre les sorties des deux amplificateurs à faible bruit soit corrigé pour la différence en gain entre les deux amplificateurs à faible bruit.

D4. *Présentation des résultats*

Les découplages de polarisation mesurés à l'émission et à la réception doivent être exprimés en décibels et présentés sous forme de table pour chaque fréquence de mesure. Il convient d'indiquer le domaine angulaire de rayonnement dans lequel la mesure est effectuée.

D5. *Détails à spécifier*

Lorsque ces mesures sont exigées, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) gamme de fréquences de mesure;
- b) type de polarisation (linéaire ou circulaire);
- c) domaine angulaire de rayonnement utilisé pour les mesures;
- d) découplage de polarisation minimal spécifié.

The power ratio, expressed in decibels between the two measurements, is the transmit cross-polarization discrimination.

D3.2 *Receive cross-polarization discrimination*

A carrier is transmitted co-polarized to the satellite through high-power amplifier No. 1 and the power of the received co-polarized and cross-polarized components are measured through low-noise amplifier No. 1 and low-noise amplifier No. 2, respectively, on a "looped-back" basis.

The power ratio expressed in decibels between measurements at the two receive ports of the orthogonal-mode transducer (OMT) is the receive cross-polarization discrimination.

Notes 1.- Before starting each measurement the antenna pointing should be optimized in terms of its co-polar response.

2.- The measured power ratio between the two low-noise amplifier outputs should be corrected for the difference in gains in the two low-noise amplifiers.

D4. **Presentation of results**

The measured transmit and receive cross-polarization discrimination ratios should be expressed in decibels and tabulated for each measurement frequency. The beamwidth within which the measurements were made should be stated.

D5. **Details to be specified**

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

- a) frequency range within which measurements are to be made;
 - b) type of polarization (linear or circular);
 - c) antenna beam angle within which measurements are to be made;
 - d) permitted minimum cross-polarization discrimination.
-

APPENDICE

PRECISION DE MESURE

1. Généralités

Lorsqu'on utilise une source imparfaite (satellite), le découplage de polarisation " X_m " entre deux accès d'une antenne à deux polarisations orthogonales est fonction du rapport axial de l'antenne de la station terrienne, du rapport axial de l'antenne du satellite et de l'écart angulaire entre les axes principaux des deux ellipses de polarisation. Cela est illustré, approximativement, par les équations suivantes, équation (1) pour la polarisation circulaire, équation (2) pour la polarisation linéaire:

$$X_m = \frac{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) + 4 r_e r_s + (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)}{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) - 4 r_e r_s - (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)} \quad (1)$$

$$X_m = \frac{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) \pm 4 r_e r_s + (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)}{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) \mp 4 r_e r_s - (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)} \quad (2)$$

où:

X_m est le rapport de découplage de polarisation mesuré

r_e est le rapport axial en tension de l'antenne de la station terrienne

r_s est le rapport axial en tension de l'antenne du satellite

α est l'écart angulaire entre les axes principaux de l'ellipse de polarisation de l'antenne de la station terrienne et de l'ellipse de polarisation de l'antenne du satellite

Les équations (1) et (2) sont déduites de la définition même du découplage de polarisation:

$$X_m = \frac{\text{puissance co-polaire}}{\text{puissance contra-polaire}} = \frac{\eta}{1 - \eta} \quad (3)$$

où:

η est l'efficacité de polarisation définie à la section un de la présente norme.

ANNEX

MEASUREMENT ACCURACY

1. General

The polarization discrimination " X_m " between related ports of an antenna for dual orthogonal polarization, when using an imperfect source (satellite), is a function of the axial ratio of the earth-station antenna, the axial ratio of the satellite antenna and of the tilt-angle difference between the main axes of the two polarization ellipses. This is illustrated by the following approximate equations for circular (1) and linear (2) polarization:

$$X_m = \frac{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) + 4 r_e r_s + (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)}{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) - 4 r_e r_s - (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)} \quad (1)$$

$$X_m = \frac{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) \pm 4 r_e r_s + (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)}{(1 + r_e^2)(1 + r_s^2) \mp 4 r_e r_s - (1 - r_e^2)(1 - r_s^2) \cos(2\alpha)} \quad (2)$$

where:

X_m is the measured polarization discrimination ratio

r_e is the voltage axial ratio of the earth station antenna

r_s is the voltage axial ratio of the satellite antenna

α is the tilt-angle difference between the major axes of the polarization ellipse of the satellite antenna and the ellipse of the earth station antenna

Equations (1) and (2) are derived from the basic definition of cross-polarization discrimination:

$$X_m = \frac{\text{co-polarized power}}{\text{cross-polarized power}} = \frac{\eta}{1 - \eta} \quad (3)$$

where:

η is the polarization efficiency defined in Section One of this standard.

Les polarisations circulaire et linéaire sont des cas limite de la polarisation elliptique. En pratique, la polarisation est dite circulaire lorsque le rapport axial est voisin de un et linéaire lorsque ce rapport est très grand (tendant vers l'infini).

Pour plus de clarté, on a présenté deux équations (1) et (2) au lieu d'une seule. En effet, en polarisation circulaire, le sens de polarisation des antennes d'émission et de réception est toujours le même pour un accès d'antenne donné. En polarisation linéaire par contre, il faut inclure un signe plus ou moins dans l'équation, le sens de polarisation n'étant pas toujours connu.

On doit prendre le signe du haut lorsque les antennes d'émission et de réception ont le même sens de polarisation, et le signe du bas lorsque ces deux sens sont différents.

2. Sources d'erreur

On trouvera ci-dessous des commentaires sur les principales sources d'erreur:

- a) En polarisation linéaire, l'erreur due à l'incertitude du signe plus ou moins dans l'équation (2) est faible lorsque les rapports axiaux sont très grands.
- b) En polarisation linéaire, l'écart angulaire peut être annulé en tournant le polariseur de la station terrienne pour aligner au mieux.
- c) En polarisation circulaire, l'écart angulaire donne lieu à des erreurs de mesure, à moins que l'on n'effectue des mesures de phase.
- d) Lorsque le découplage de polarisation des deux antennes est supérieur à 100 environ, soit 20 dB, le découplage de polarisation de l'antenne de station terrienne est borné comme indiqué ci-dessous:

$$\frac{1}{(1/\sqrt{X_m} + 1/\sqrt{X_s})^2} < X_e < \frac{1}{(1/\sqrt{X_m} - 1/\sqrt{X_s})^2} \quad (4)$$

où:

X_e est le découplage de polarisation de la station terrienne

X_s est le découplage de polarisation du satellite

X_m est le découplage de polarisation mesuré

Par exemple, si le découplage de polarisation de l'antenne du satellite est de 37 dB ($X_s = 5\,000$), et si la valeur mesurée est de 33 dB ($X_m = 2\,000$), le découplage de polarisation de l'antenne de la station terrienne est compris entre 28,8 dB ($X_e = 750$) et 41,7 dB ($X_e = 14\,805$).

Circular and linear polarizations are limiting cases of elliptical polarization. In practice, polarization is called circular when the axial ratio is near to one and linear when the axial ratio is very large (tending to infinity).

For clarity, equations (1) and (2) have not been stated as a single expression for the following reason. In the case of circular polarization, the sense of polarization of both transmit and receive antennas is always the same for a specified antenna port. For linear polarization, however, it is necessary to include an alternative sign in the equation because the polarization sense is not always known.

The upper sign is used when the transmit and receive antennas have the same polarization sense; the lower is used when the transmit and receive antennas have a different polarization sense.

2. Sources of error

The principal sources of measurement error are:

- a) In the case of linear polarization, the error due to uncertainty of the double sign in equation (2) becomes small when axial ratios are very large.
- b) For linear polarized antennas, the tilt-angle difference can be eliminated by rotating the earth station polarizer for best alignment.
- c) For circularly polarized antennas, the tilt-angle causes uncertainty in the measurement unless a phase measurement is made.
- d) When the cross-polarization discrimination of both antennas is greater than about 100, i.e. 20 dB, the cross-polarization discrimination of the earth station antenna may be within the following range:

$$\frac{1}{(1/\sqrt{X_m} + 1/\sqrt{X_s})^2} < X_e < \frac{1}{(1/\sqrt{X_m} - 1/\sqrt{X_s})^2} \quad (4)$$

where:

X_e is the earth station cross-polarization discrimination

X_s is the satellite cross-polarization discrimination

X_m is the measured cross-polarization discrimination

For example, if the cross-polarization discrimination of the satellite antenna is 37 dB ($X_s = 5\,000$), and the measured value is 33 dB ($X_m = 2\,000$) then the cross-polarization discrimination of the earth station antenna is assumed to lie between 28,8 dB ($X_e = 750$) and 41,7 dB ($X_e = 14\,805$).