NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60510-1-3

1980

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1988-10

Amendement 1

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

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

Section trois – Mesures dans la bande des fréquences intérmediaires

Amendment 1

Methods of measurement for radio equipment used in satellite earth stations

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

Section three – Measurements in the i.f. range

© IEC 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 H

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

PRÉFACE

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	Rapports de vote
12E(BC)69 12E(BC)99	12E(BC)94 12E(BC)110

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette modification.

Page 24

Ajouter les nouveaux articles suivants:

9. **Fréquence intermédiaire**

9.1 *Considérations générales*

La fréquence intermédiaire est mesurée à la sortie f.i. du matériel à l'essai, en l'absence de toute modulation intentionnelle.

9.2 *Méthode de mesure*

Le montage de mesure généralement utilisé pour mesurer la fréquence intermédiaire en l'absence de modulation est décrit à la figure 10. Le filtre n'est nécessaire qu'en présence de signaux parasites.

Le matériel à l'essai et les appareils de mesure doivent avoir atteint leur équilibre thermique avant d'effectuer la mesure, et les dispositifs d'étalement de spectre doivent être mis hors circuit.

La fréquence est alors lue sur un fréquencemètre de type compteur et ayant un temps d'intégration compatible avec la précision de mesure désirée.

On peut aussi utiliser l'imprimante indiquée à la figure 10 pour enregistrer plusieurs mesures successives du fréquencemètre. Une centaine de mesures suffit en pratique, mais le nombre de mesures à effectuer dépend de la présence éventuelle de bruit et, le cas échéant, si ce bruit module le signal ou s'il lui est superposé. Généralement, on s'assure de la fiabilité du résultat en effectuant les moyennes statistiques de séries de mesures enregistrées sur plusieurs intervalles de temps.

9.3 *Présentation des résultats*

Les lectures du fréquencemètre peuvent être enregistrées manuellement ou automatiquement, en fonction du temps. Le temps d'intégration du fréquencemètre et la précision de son pilote doivent être indiqués.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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 standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Reports on Voting
12E(CO)69 12E(CO)99	12E(CO)94 12E(CO)110

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

Page 25

Add the following new clauses:

9. Intermediate frequency

9.1 *General considerations*

The intermediate frequency is measured at an i.f. output port in the absence of any intended modulation.

9.2 *Method of measurement*

The general arrangement for measuring the unmodulated intermediate frequency is shown in Figure 10. The filter is required only if spurious signals are present.

Both the equipment under test and the test equipment itself should be allowed to attain thermal stability before making any measurements and energy-dispersal arrangements should be switched off.

The frequency is then read from a counter-type frequency meter having an averaging time appropriate to the required accuracy of measurement.

Alternatively, the printer shown in Figure 10 may be used to record the indications of the frequency meter for a number of counts. One hundred counts are sufficient for practical purposes but the exact number will depend upon whether or not noise is present, and if so whether it modulates the signal or is superimposed upon it. Generally, the analysis of a statistical series averaged over several measuring intervals will provide evidence of the repeatability of the results.

9.3 *Presentation of results*

The readings of the frequency meter may be recorded manually or automatically as a function of time. The integrating time of the frequency meter and the accuracy of its reference frequency should be stated.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.4 *Détails à spécifier*

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

a) valeur nominale de la fréquence intermédiaire;

b) tolérance admise, sur une durée spécifiée.

10. Caractéristiques de gain et de phase différentiels

10.1 *Considérations générales*

Dans les stations terriennes de télécommunication par satellite ayant une faible capacité (par exemple non supérieure à 432 canaux), les mesures des caractéristiques amplitude/fréquence (voir article 5) et des caractéristiques de temps de propagation de groupe/fréquence (voir article 8) entre les accès en fréquence intermédiaire d'un matériel à l'essai sont généralement suffisantes pour l'évaluation de la distorsion en bande de base introduite par ce matériel; certains effets de non-linéarité, notamment la conversion m.a./m.p. et les distorsions linéaires, peuvent être normalement négligés. Cependant, dans les systèmes de capacité supérieure, cette supposition n'est plus justifiée et, en plus de la caractéristique de temps de propagation de groupe/fréquence, les mesures du gain et de la phase différentiels peuvent aussi être exigées.

Note. – Quand on utilise des espacements entre canaux radioélectriques qui sont relativement petits en comparaison de la largeur de la bande de base transmise, il peut être nécessaire de mesurer le gain et la phase différentiels sur des systèmes de capacité inférieure à celle qui est mentionnée ci-dessus.

A partir des mesures du gain et de la phase différentiels, le bruit d'intermodulation dû au matériel à l'essai peut être calculé. Ce calcul est avantageux quand le bruit d'intermodulation est bas, du fait que la mesure à l'aide de bruit blanc n'est pas totalement significative lorsque le bruit, dû au couple modulateur-démodulateur utilisé pour effectuer la mesure, est plus grand que le bruit du matériel à l'essai.

Le gain différentiel (*GD*) et la phase différentielle (*PD*) sont essentiellement définis pour des matériels ayant des accès d'entrée et de sortie en bande de base selon la définition donnée dans la première partie, section quatre de cette publication: Mesures en bande de base.

Cette définition fondamentale, qui met en jeu la transmission simultanée d'un signal d'essai de faible amplitude et de fréquence élevée en bande de base et d'un signal de balayage de grande amplitude à basse fréquence à travers le matériel à l'essai, peut être étendue à un matériel à fréquence intermédiaire en utilisant un modulateur et un démodulateur de mesure tels que définis dans la deuxième partie de cette publication, section cinq: Modulateurs de fréquence (à l'étude), et section six: Démodulateurs de fréquence (à l'étude).

Des modulateurs et démodulateurs de mesure qui peuvent être considérés comme «idéaux» pour les besoins pratiques, c'est-à-dire qui ont des distorsions de gain et de phase différentiels beaucoup plus petites que celles du matériel à l'essai, sont incorporés dans des appareils de mesure du type «analyseur de faisceaux hertziens» disponibles dans le commerce.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

9.4 *Details to be specified*

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

a) the nominal value of the intermediate frequency;

b) the required tolerance over a specified time interval.

10. Differential gain and phase characteristics

10.1 *General considerations*

In satellite earth stations having low capacity (e.g., not greater than 432 channels) measurements of the amplitude/frequency characteristic (see Clause 5) and the group-delay/frequency characteristic (see Clause 8) between the i.f. terminals of an equipment under test are generally sufficient to assess the baseband distortion introduced by the equipment; non-linear effects, namely a.m. to p.m. conversion and linear distortions, may normally be neglected. However, in higher capacity systems, this assumption is no longer justified and, in addition to the group-delay/frequency characteristic, the measurement of differential gain and phase may also be required.

Note. – When using carrier spacings which are relatively small compared with the width of the transmitted baseband, it may be necessary to measure differential gain and phase on systems of lower capacity than stated above.

From the measurement of differential gain and phase, the intermodulation noise due to the equipment under test may be calculated. This calculation is advantageous when the intermodulation noise is low because a white noise measurement is not meaningful when the noise due to the modulator/demodulator pair used to make the measurement is higher than the noise from the equipment under test.

Differential gain (*DG*) and differential phase (*DP*) are primarily defined for equipment having baseband input and output terminals as given in Part 1 of this publication, Section Four – Measurements in the baseband.

This basic definition, involving the simultaneous transmission of a small-amplitude high-frequency test signal and a large-amplitude low-frequency sweep signal through the equipment under test at baseband, may be extended to i.f. equipment by using a measurement modulator and demodulator, as defined in Part 2 of this Publication, Section Five – Frequency modulators (under consideration), and Section Six – Frequency demodulators (under consideration).

Measurement modulators and demodulators which may be considered "ideal" for all practical purposes, i.e., which have *DG*/*DP* distortions much lower than those of the equipment under test, are incorporated in commercial "link analyzer" type instruments.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.2 *Influence des caractéristiques du matériel à l'essai et de la fréquence d'essai sur le gain et la phase différentiels*

De façon à faire une meilleure évaluation, sur les résultats des mesures, de l'influence des divers paramètres du matériel à l'essai et de leurs variations avec la fréquence, il peut être utile de connaître les relations entre les expressions du gain différentiel et de la phase différentielle, et les caractéristiques du matériel, telles que: courbe «amplitude/fréquence», courbe «temps de propagation de groupe/fréquence» et coefficient de conversion de modulation d'amplitude en modulation de phase.

Si le matériel à l'essai comporte un réseau linéaire dont la fonction de transfert dépend de la fréquence, suivi d'un réseau non linéaire entraînant une conversion m.a./m.p., les relations s'y rapportant sont données dans l'annexe A.

L'examen de ces relations permet de tirer des conclusions sur l'interprétation correcte à donner aux résultats des mesures du gain différentiel et de la phase différentielle, ainsi que sur le choix judicieux de la fréquence d'essai.

Ces conclusions peuvent être résumées comme suit:

10.2.1 *Signification des réponses GD et PD*

Pour des réseaux pratiques dont la caractéristique amplitude/fréquence est uniforme, la mesure de la phase différentielle (*PD*) révèle uniquement la caractéristique «temps de propagation de groupe/fréquence» du réseau linéaire, tandis que la mesure du gain différentiel (*GD*) évalue seulement l'effet combiné de la conversion m.a./m.p. du réseau non linéaire et de la pente de la caractéristique du réseau linéaire qui le précède. On peut le déduire des équations de l'annexe A dans lesquelles le deuxième terme dans l'expression de *PD* et le premier dans celle de *GD*, comprenant des dérivées de la réponse amplitude/fréquence, peuvent être négligés dans le cas de la réponse uniforme.

10.2.2 *Choix de la fréquence d'essai*

Dans les instruments employés pour les mesures de *GD*/*PD*, la fréquence d'essai peut être choisie pour s'adapter à des exigences diverses. On verra, à partir des équations de l'annexe A, que la contribution au *GD* est proportionnelle au carré de la fréquence d'essai, de sorte que des fréquences d'essai relativement élevées, habituellement dans la gamme de 1 MHz à 12 MHz, sont nécessaires pour obtenir une sensibilité suffisante. Cependant, on ne doit pas oublier qu'il peut se produire des effets de moyenne lorsque des fréquences d'essai élevées sont employées.

La *PD* est proportionnelle à la fréquence d'essai elle-même, en sorte que, pour obtenir une sensibilité adéquate, on peut employer des fréquences d'essai relativement basses, normalement dans la gamme de 100 kHz à 500 kHz. Ces fréquences d'essai plus basses permettent une meilleure définition. En raison des considérations précédentes, les résultats des mesures de *GD*/*PD* doivent toujours être présentés en indiquant la fréquence d'essai utilisée.

10.2.3 *Etalonnage de l'équipement d'essai*

Conformément à l'annexe A, $GD/0{,}002\ f_m^2$ et $PD/0{,}36\ f_m$ sont indépendants de la fréquence d'essai f_m. Pour des réseaux linéaires, sans conversion m.a./m.p. ($k = 0$), ces quantités sont la courbure, en ns^2, et le temps de propagation de groupe, en ns.

Dans certains cas, l'équipement d'essai, bien que mesurant le *GD* et la *PD*, peut être étalonné dans les unités précédentes en introduisant un changement de gain simultanément avec le changement de fréquence d'essai.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.2 *Dependence of differential gain and phase on the parameters of the equipment under test and on the test frequency*

In order to make a better assessment of the influence of the various parameters of the equipment under test and their variations with frequency on the results of the measurements, it may be useful to know the relationships between the expressions for differential gain and differential phase, and the equipment parameters, such as: amplitude/frequency curve, group-delay/frequency curve, and amplitude-modulation/phase-modulation conversion coefficient.

If the equipment under test comprises a linear network whose transfer function is frequency-dependent, followed by a non-linear network involving an a.m./p.m. conversion, the relationships concerned are given in Appendix A.

Examination of these relationships enables conclusions to be drawn for correct interpretation of the results of measurements of differential gain and differential phase, as well as for a judicious choice of the test frequency.

These conclusions may be summarized as follows:

10.2.1 *Significance of the DG and DP responses*

For practical networks exhibiting flat amplitude/frequency characteristics, the *DP* measurement reveals only the group-delay characteristic of the linear network, whilst the *DG* measurement assesses only the combined effect of the non-linear network a.m. to p.m. conversion and the group-delay slope characteristic of the linear network preceding it. This is seen from the equations in Appendix A where the second term in the *DP* expression and the first term in the *DG* expression, comprising derivatives of the amplitude/frequency characteristic, may be neglected in the case of a flat response.

10.2.2 *Choice of the test-frequency*

In the instruments used for *DG*/*DP* measurements, the test-signal frequency may be switch-selected to suit different requirements. It will be seen from the equations in Appendix A that the *DG* contribution is proportional to the square of the test-frequency; thus relatively high test-frequencies, normally in the range of 1 MHz to 12 MHz, are required to achieve sufficient sensitivity. However, averaging effects should be borne in mind when high test-frequencies are used.

The *DP* contribution is proportional to the test-frequency, so that, for adequate sensitivity, relatively low test-frequencies, normally in the range of 100 kHz to 500 kHz, may be used. These lower test-frequencies provide better resolution. Because of these considerations, the results of *DG*/*DP* measurements should always be presented together with a statement of the test-frequency used.

10.2.3 *Calibration of the test equipment*

Referring to Appendix A, the terms $DG/0.002\ f_m^2$ and $DP/0.36\ f_m$ are independent of the test-frequency f_m. For linear networks with no a.m. to p.m. conversion ($k = 0$), these quantities are the curvature, in ns^2, and the group-delay, in ns.

In some cases, the test equipment, although measuring the *DG* and the *DP*, can be calibrated in these units by introducing a change in gain simultaneously with the change in test-frequency.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Ainsi, pour une caractéristique donnée du matériel à l'essai, la réponse affichée sera rendue indépendante de la fréquence d'essai, à condition que cette dernière reste suffisamment basse pour éviter les effets de moyenne entre les bandes latérales.

L'étalonnage de l'équipement d'essai en nanosecondes, indépendamment de la fréquence d'essai, correspond à une pratique courante dans les analyseurs de faisceaux hertziens lorsque des fréquences d'essai suffisamment basses, jusqu'à 500 kHz environ, sont utilisées. Cependant, au-dessus d'environ 500 kHz, l'habitude est d'employer l'étalonnage en degrés ou en radians pour la phase différentielle.

On gardera présent à l'esprit que, quel que soit l'étalonnage, la caractéristique mesurée est toujours la phase différentielle (voir figure 11).

Pour des paires de réseaux linéaires et non linéaires, les quantités ci-dessus dépendent à la fois des contributions des parties linéaires et non linéaires et sont nommées «courbure équivalente», exprimée en nanosecondes au carré, et «temps de propagation de groupe équivalent», exprimé en nanosecondes.

10.3 *Méthode de mesure*

Un dispositif simplifié pour la mesure de *GD/PD* en f.i., est indiqué à la figure 11.

Le matériel à l'essai est raccordé à un modulateur de mesure, modulé en fréquence à la fois par le signal d'essai et par le signal de balayage. La sortie du matériel à l'essai est raccordée à un démodulateur de mesure. Le signal d'essai est extrait au moyen d'un filtre passe-bande accordé sur la fréquence d'essai.

La modulation d'amplitude et la modulation de phase du signal d'essai en sortie, dues à la seule distorsion du matériel à l'essai, sont détectées par des détecteurs d'enveloppe et de phase qui fournissent, respectivement, les signaux *GD* et *PD* à l'amplificateur de commande de déplacement vertical du spot du tube cathodique. Le déplacement horizontal est engendré à partir du signal de balayage démodulé prélevé, à travers un filtre passe-bas, à la sortie du démodulateur de mesure.

Notes 1. – Les éléments compris dans les rectangles en traits pointillés de la figure 11 font partie de matériels de mesure disponibles dans le commerce, souvent appelés «analyseurs de faisceaux hertziens».

Ces matériels fournissent, normalement, des possibilités supplémentaires permettant l'étalonnage des axes verticaux et horizontaux de la représentation oscilloscopique.

2. – Dans la position de mesure pour *PD* du commutateur de la figure 11, celle-ci présente le même dispositif que celui qui est décrit à l'article 8 pour la mesure du temps de propagation de groupe.

Cependant, dans le dispositif de l'article 8, la déviation horizontale provient directement du signal de balayage fourni par le générateur de balayage lui-même.

Cette méthode n'est pas utilisée dans les «analyseurs de faisceaux hertziens», car elle ne permettrait pas d'effectuer des mesures lorsque les parties émettrice et réceptrice du matériel de mesure sont situées dans des stations séparées.

10.4 *Présentation des résultats*

Il est préférable de présenter le gain et la phase différentiels sous forme de photographies de l'écran de l'oscilloscope, ou d'enregistrements effectués au moyen d'un traceur X–Y, avec les deux axes étalonnés de façon appropriée. Si possible, on présentera une seule photographie montrant à la fois les deux fonctions. En variante, les différences entre les valeurs extrêmes des caractéristiques seront indiquées avec rappel des limites de balayage appropriées.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Thus, for a given equipment under test, the displayed response will also be independent of the test-frequency, provided that the latter is low enough to avoid averaging between sidebands.

The calibration of the test equipment in nanoseconds, independently of the test-frequency, is a well-established practice in link analyzer type instruments when using sufficiently low test-frequencies up to about 500 kHz. However, above about 500 kHz, it is customary to use differential phase calibration in degrees or radians.

It should be borne in mind that, whatever the calibration, the measured parameter is always the differential phase (see Figure 11).

For cascaded pairs of linear and non-linear networks, the above quantities depend on the contributions of both the linear and the non-linear parts, and are called "equivalent curvature" measured in nanoseconds-squared and "equivalent group-delay" measured in nanoseconds.

10.3 *Method of measurement*

A simplified arrangement for measuring *DG/DP* at i.f. is shown in Figure 11.

The equipment under test is driven by a measurement modulator which is frequency-modulated by both the test-signal and the sweep-signal. The output of the equipment is demodulated by a measurement demodulator, and the test-signal component is extracted by a band-pass filter tuned to the test-frequency.

The amplitude and phase modulation of the output test-signal, which are due only to the distortion of the equipment under test, are detected by envelope and phase detectors which provide the *DG* and *DP* signals respectively for vertical deflection of the c.r.t. display. The horizontal deflection is generated by the demodulated sweep signal taken from a low-pass filter fed by the measurement demodulator.

Notes 1. – Commercial test equipment, frequently called a "link analyzer", provides the items within the dashed lines shown in Figure 11.

Such test equipment normally includes additional facilities (which are not shown) for calibrating the vertical and horizontal axes of the display.

2. – In the switch position for measuring *DP*, Figure 11 presents essentially the same arrangement as described in Clause 8 for the measurement of group-delay.

However, in the test arrangement given in Clause 8, the horizontal deflection is derived directly from the sweep signal of the generator part.

This method is not used in "link analyzer" instruments as it would not allow measurements to be made when transmitter and receiver parts of the test equipment are located at separate stations.

10.4 *Presentation of results*

Differential gain and phase measurements are presented preferably by photographs of the c.r.t. display or X–Y records with both axes appropriately calibrated. If possible, a single photograph showing both functions should be presented. Alternatively, the differences between extreme values of the characteristics may be stated together with the appropriate sweep limits.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.5 *Détails à spécifier*

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

a) Fréquence du signal d'essai.

b) Largeur de balayage en MHz crête à crête.

c) Distorsion permise pour le gain différentiel (%).

d) Distorsion permise pour la phase différentielle (degrés) ou le temps de propagation de groupe (ns).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

10.5 *Details to be specified*

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

a) Test-signal frequency.

b) Sweep width in MHz peak-to-peak.

c) Permitted differential gain distortion (%).

d) Permitted differential phase distortion (degrees) or group-delay distortion (ns).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Après la page 29

Ajouter les nouvelles figures suivantes:

After page 29

Add the new following figures:

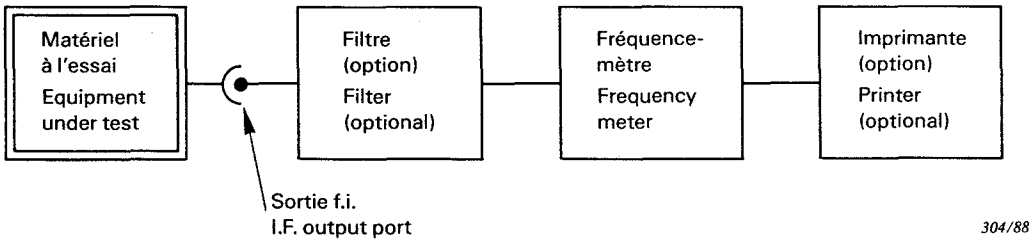

FIG. 10. – Montage de mesure de la fréquence intermédiaire.
Arrangement for measuring the intermediate frequency.

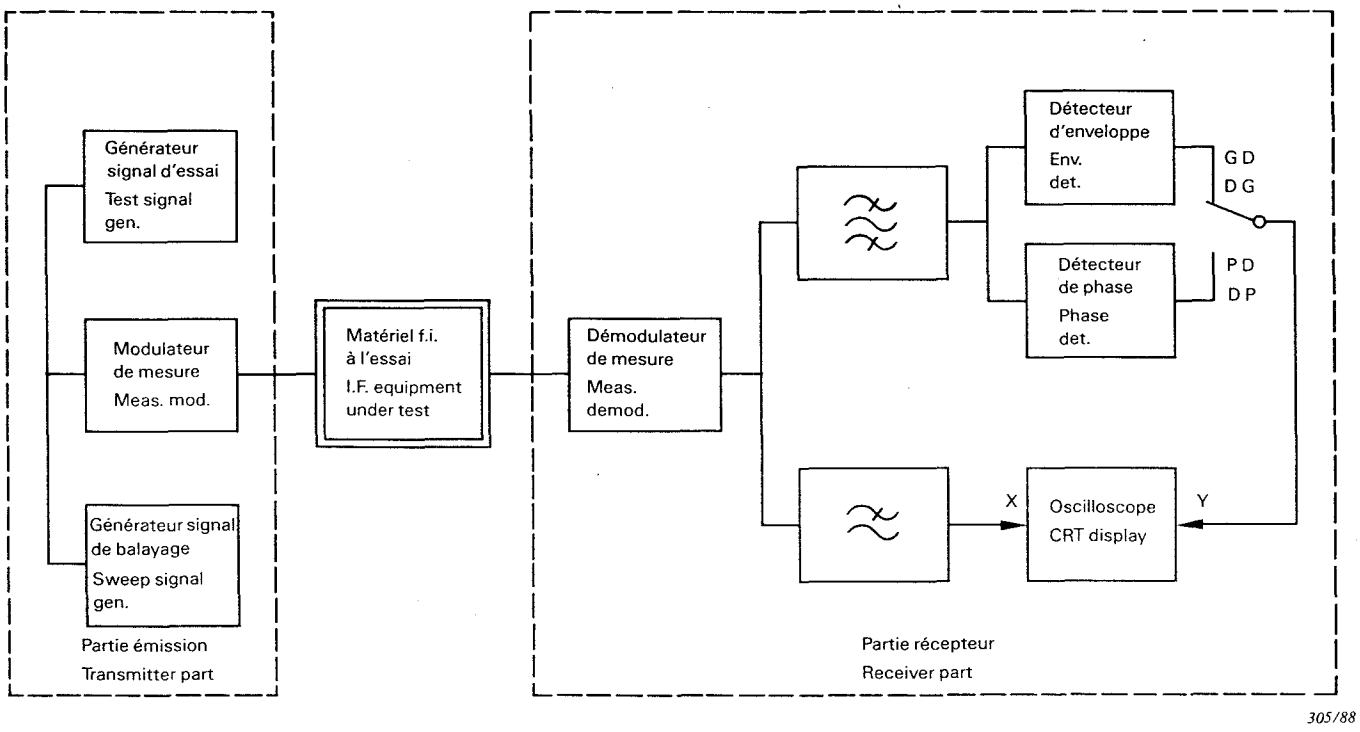

FIG. 11. – Dispositif simplifié pour la mesure du gain et de la phase différentiels d'un matériel f.i.
Simplified arrangement for measuring the differential gain and phase of i.f. equipment.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

– Page blanche –

– Blank page –

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Après la page 29

Ajouter la nouvelle annexe A après la nouvelle figure 11:

ANNEXE A

RELATIONS MATHÉMATIQUES POUR LE PARAGRAPHE 10.2

Pour une mise en série d'un réseau linéaire (ayant des variations d'amplitude et de temps de propagation de groupe) et d'un réseau non linéaire (présentant de la conversion m.a./m.p.), le *GD* et la *PD* sont donnés par les équations suivantes:

$$GD(\omega_c) = 0{,}002\, f_m^2\, [\gamma(\omega_c) - 24{,}1\, k\tau'(\omega_c)] \quad (1)$$

$$PD(\omega_c) = 0{,}36\, f_m\, [\tau(\omega_c) + 2{,}78\, k\alpha'(\omega_c)] \quad (2)$$

où:

$GD(\omega_c)$ est le gain différentiel exprimé en pourcentage;
$PD(\omega_c)$ est la phase différentielle exprimée en degrés;
ω_c est 2π fois l'écart de fréquence f_c par rapport au centre de bande exprimé en pulsations;
f_m est la fréquence d'essai en MHz;
$\gamma(\omega_c)$ est la caractéristique de courbure du réseau linéaire en ns^2;
$\tau(\omega_c)$ est le temps de propagation de groupe du réseau linéaire en ns;
$\tau'(\omega_c)$ est la pente du temps de propagation de groupe du réseau linéaire en ns/MHz;
$\alpha'(\omega_c)$ est la pente de gain du réseau linéaire en dB/MHz;
k est la conversion modulation d'amplitude/modulation de phase d'un réseau non linéaire en degrés/dB.

Notes 1. – Dans les formules ci-dessus, k est pris positif si un accroissement de l'amplitude provoque un accroissement du retard de phase du signal de sortie par rapport au signal d'entrée.

2. – La fonction de transfert d'un réseau linéaire est donnée par:

$$H(\omega_c) = \alpha(\omega_c)\, e^{-j\phi(\omega_c)}$$

où:

$\alpha(\omega_c)$ est la caractéristique amplitude/pulsation;
$\phi(\omega_c)$ est la caractéristique phase/pulsation.

Par définition:

$$\gamma(\omega_c) = d^2\alpha(\omega_c)/d\,\omega_c^2$$
$$\tau(\omega_c) = d\,\phi(\omega_c)/d\,\omega_c$$

Ces équations sont valables pour des fréquences d'essai suffisamment basses pour éviter les effets de moyenne entre les deux bandes latérales du signal d'essai et pour une conversion m.a./m.p. indépendante de la fréquence porteuse balayée.

On voit que les fonctions *GD*/*PD* sont exprimées par le produit de deux facteurs. Le premier facteur est une caractéristique du matériel de mesure, à savoir la fréquence d'essai. Le second facteur dépend du matériel à l'essai et est la somme de deux termes, le premier dérivant de la réponse en fréquence du réseau linéaire («réponse directe»), le second de l'effet combiné de la réponse en fréquence du réseau linéaire et de la conversion m.a./m.p. du réseau non linéaire («réponse couplée»).

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

After page 29

Add the following new Appendix A after the new Figure 11:

APPENDIX A

MATHEMATICAL RELATIONSHIPS FOR SUB-CLAUSE 10.2

For a cascaded connection of a linear network (exhibiting amplitude and group-delay variations) and a non-linear network (exhibiting a.m. to p.m. conversion), the *DG* and *DP* are given by the following equations:

$$DG(\omega_c) = 0.002\, f_m^2\, [\gamma(\omega_c) - 24.1\, k\tau'(\omega_c)] \quad (1)$$

$$DP(\omega_c) = 0.36\, f_m\, [\tau(\omega_c) + 2.78\, k\alpha'(\omega_c)] \quad (2)$$

where:

$DG(\omega_c)$ is the differential gain expressed as a percentage;
$DP(\omega_c)$ is the differential phase expressed in degrees;
ω_c is 2π times the swept carrier frequency deviation from band centre, f_c;
f_m is the test frequency in MHz;
$\gamma(\omega_c)$ is the curvature characteristic of the linear network in ns^2;
$\tau(\omega_c)$ is the group-delay characteristic of the linear network in ns;
$\tau'(\omega_c)$ is the slope of the group-delay characteristic of the linear network in ns/MHz;
$\alpha'(\omega_c)$ is the slope of the amplitude characteristic of the linear network in dB/MHz;
k is the a.m. to p.m. conversion coefficient of the non-linear network in degrees/decibel.

Notes 1. – In the above formulae, k is considered as positive if an increase in amplitude tends to increase the phase lag of the output signal with respect to the input signal.

2. – The transfer function of a linear network is given by:

$$H(\omega_c) = \alpha(\omega_c)\, e^{-j\phi(\omega_c)}$$

where:

$\alpha(\omega_c)$ is the amplitude characteristic;
$\phi(\omega_c)$ is the phase characteristic.

By definition:

$$\gamma(\omega_c) = d^2\alpha(\omega_c)/d\,\omega_c^2$$
$$\tau(\omega_c) = d\,\phi(\omega_c)/d\,\omega_c$$

These equations are valid for test frequencies which are small enough to avoid the averaging effect between the two test-signal sidebands, and for a.m. to p.m. conversion which is independent of the swept carrier frequency.

It is seen that the *DG*/*DP* functions are expressed as products of two factors. The first factor is a parameter of the measuring equipment, namely the test-frequency. The second factor is governed by the equipment under test and is the sum of the two terms, the first of which derives from the frequency response of the linear network ("direct response"), and the second from the combined effect of the linear network frequency response and the non-linear network a.m. to p.m. conversion ("coupled response").

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 33.060.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND