

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Modification n° 1

Août 1984
à la

Amendment No. 1

August 1984
to

Publication 96-1
1971

Câbles pour fréquences radioélectriques

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure

Radio-frequency cables

Part 1: General requirements and measuring methods

Les modifications contenues dans le présent document ont été approuvées suivant la Règle des Six Mois.

Les projets de modifications, discutés par le Sous-Comité 46A du Comité d'Etudes n° 46, furent diffusés en mars 1982 pour approbation suivant la Règle des Six Mois, sous forme de document 46A(Bureau Central)107.

The amendments contained in this document have been approved under the Six Months' Rule.

The draft amendments, discussed by Sub-Committee 46A of Technical Committee No. 46, were circulated for approval under the Six Months' Rule in March 1982, as Document 46A(Central Office)107.



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60096-1:1971/AMD1:1984

Withdrawn

Après le paragraphe 5.3.5 de l'annexe, ajouter les nouveaux paragraphes suivants:

5.4 Méthode d'essai triaxiale adaptée pour la mesure de l'impédance de transfert et de l'impédance de couplage capacitif jusqu'à 1 000 MHz

5.4.1 Dispositif d'essai

Le dispositif d'essai triaxial adapté est illustré schématiquement sur la figure 1, page 8, et consiste en deux systèmes coaxiaux adaptés par des transformateurs d'adaptation à chaque extrémité. Le système coaxial intérieur est l'échantillon de câble coaxial en essai. Le système extérieur est constitué par l'écran du câble et par un écran auxiliaire rigide ou souple tressé et disposé étroitement autour de la gaine du câble. Il est également possible d'harmoniser les vitesses de propagation des systèmes coaxiaux extérieur et intérieur en remplaçant la gaine du câble en essai par un tube de polystyrène par exemple.

Les coffrets d'adaptation sont faits de matériau conducteur électrique. Pour ces sections de câble, de nombreux tores de ferrite (par exemple 70 tores par adaptateur) sont placés autour des extrémités du câble en essai afin de réduire au minimum le courant circulant sur la surface externe de l'échantillon en essai vers les extrémités des coffrets d'adaptation. Comme l'indique la figure 1, l'échantillon en essai est relié au dispositif d'adaptation au moyen d'un connecteur. En variante, les dispositifs d'adaptation peuvent être placés directement autour de l'échantillon qui est relié directement à la sortie U_2 du coffret d'adaptation. La conception des dispositifs d'adaptation est réalisée de manière à rendre maximale l'impédance entre l'écran de l'échantillon de câble et le coffret d'adaptation dans la bande de fréquences considérée. La dimension des dispositifs d'adaptation et les caractéristiques des tores de ferrite déterminent la limite inférieure de fréquence du dispositif d'essai.

Le système coaxial extérieur est terminé à chaque extrémité par des résistances d'une valeur appropriée pour adapter la ligne coaxiale extérieure à l'équipement de mesure. La boucle dans le dispositif d'adaptation supprime la nécessité de couper de façon précise l'échantillon à une longueur donnée.

5.4.2 Mesure de l'impédance de transfert Z_T

Les tensions $U_1(l)$ et $U_2(l)$ indiquées sur la figure 1 sont mesurées au moyen d'un voltmètre approprié. L'impédance de transfert peut alors être calculée à partir de l'équation (à condition que $|Z_T| \gg |Z_F|$):

$$\left| Z_T \right| = \frac{2Z_{01}}{l} \left| \frac{U_2(l)}{U_1(l)} \right| F$$

où:

Z_T = impédance de transfert, en ohms par mètre

Z_{01} = résistance d'adaptation équivalente du système extérieur, en ohms

l = longueur de l'écran en essai, en mètres

$U_1(l)$ = tension de sortie du système extérieur, en volts

$U_2(l)$ = tension de sortie du système intérieur, en volts

F = un facteur qui tient compte de la réponse en fréquence

After Sub-clause 5.3.5 of the appendix, add the following new sub-clauses:

5.4 Terminated triaxial test method for measurements of transfer impedance and capacitive coupling impedance up to 1000 MHz

5.4.1 Test arrangement

The terminated triaxial test arrangement is illustrated diagrammatically in Figure 1, page 8, and consists of two coaxial systems terminated with balun transformers at both ends. The inner coaxial system is the coaxial cable sample being tested. The outer system consists of the screen of the cable and of an auxiliary flexible and braided or solid screen placed tightly around the jacket of the cable. It is also possible to match the propagation velocities of the outer and inner coaxial systems by replacing the jacket of the cable under test with, for example, polystyrene tube.

The balun boxes are made of electrical conducting material. In these cable sections, many ferrite toroids, (e.g. 70 toroids per balun) are placed around the ends of the cable under test in order to minimize the current flow along the outer surface of the test sample towards the ends of the balun boxes. As shown in Figure 1, the test sample is attached to the balun section via a connector. Alternatively, the balun sections may be placed directly around the test sample which is connected directly to the U_2 port of the balun box. The design of the balun sections has as its object the maximizing of the impedance between the screen of the cable sample and the balun box over the frequency range under consideration. The size of the balun sections and the characteristics of the ferrite toroids determine the lower frequency limit of the test arrangement.

The outer coaxial system is terminated at both ends with resistances of a suitable value to match the outer coaxial line together with the measuring equipment. The loop in the balun section eliminates the need for precisely cutting the sample to a given length.

5.4.2 Measuring the transfer impedance Z_T

The voltages $U_1(l)$ and $U_2(l)$ denoted in Figure 1 are measured by means of a suitable voltmeter. The transfer impedance may then be calculated from the equation (provided $|Z_T| \gg |Z_F|$):

$$\left| Z_T \right| = \frac{2Z_{01}}{l} \left| \frac{U_2(l)}{U_1(l)} \right| F$$

where:

- Z_T = transfer impedance, in ohms per metre
- Z_{01} = effective matching resistance of the outer system, in ohms
- l = length of screen under test, in metres
- $U_1(l)$ = output voltage of the outer system, in volts
- $U_2(l)$ = output voltage of the inner system, in volts
- F = a factor which allows for frequency response

Sa valeur peut être calculée à partir de la relation:

$$F = \frac{l \sqrt{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\beta_1 - \beta_2)^2}}{\sqrt{(1 - e^{(\alpha_1 - \alpha_2)l})^2 \cos^2(\beta_1 - \beta_2) + (e^{(\alpha_1 - \alpha_2)l} \sin(\beta_1 - \beta_2))^2}}$$

où:

α_1 = affaiblissement du système extérieur, en népers par mètre

α_2 = affaiblissement du système intérieur, en népers par mètre

β_1 = constante de phase du système extérieur, en radians par mètre

β_2 = constante de phase du système intérieur, en radians par mètre

5.4.3 Détermination des effets de l'impédance de couplage capacitif Z_F

L'impédance de couplage capacitif est directement proportionnelle à la fréquence. En raison de l'influence importante des réflexions dans le système extérieur sur les valeurs mesurées de Z_F aux hautes fréquences, Z_F doit être mesurée à une fréquence f_0 où l'impédance de transfert est inductive (c'est-à-dire $f_0 > 5$ MHz) et la longueur du système doit être telle que:

$$l \leq \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{20}$$

où λ_1 et λ_2 sont les longueurs d'ondes dans les systèmes extérieur et intérieur.

Les tensions $U_2(0)$, $U_2(l)$ et $U_1(l)$ indiquées sur la figure 1, sont mesurées à l'aide d'un voltmètre approprié. L'impédance de couplage capacitif Z_{F0} à la fréquence f_0 peut ensuite être calculée à partir de l'équation:

$$\left| Z_{F0} \right| = \left| \frac{|U_2(0)| \pm |U_2(l)|}{U_1(l)} \right| \frac{Z_{01}}{l}$$

où le signe $-$ s'applique lorsque $|Z_T| > |Z_F|$

et le signe $+$ s'applique lorsque $|Z_T| < |Z_F|$.

La valeur de l'impédance de couplage capacitif peut ensuite être calculée pour toute fréquence à partir de l'équation:

$$\left| Z_F \right| = \frac{f}{f_0} \left| Z_{F0} \right|$$

La valeur de l'impédance de transfert peut donc être calculée à partir de l'équation (pour les fréquences > 5 MHz):

$$\left| Z_T \right| = \left| 2 \left| \frac{U_2(l)}{U_1(l)} \right| \frac{Z_{01}}{l} F \pm |Z_F| \right|,$$

où le signe $+$ s'applique, lorsque à la fréquence f_0 :

$$|U_2(0)| > |U_2(l)| \text{ et } |Z_T| > |Z_F|$$

et le signe $-$ dans tous les autres cas.

The value may be calculated from the relation:

$$F = \frac{l \sqrt{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\beta_1 - \beta_2)^2}}{\sqrt{(1 - e^{(\alpha_1 - \alpha_2)l})^2 \cos^2(\beta_1 - \beta_2)l + (e^{(\alpha_1 - \alpha_2)l} \sin(\beta_1 - \beta_2)l)^2}}$$

where:

α_1 = attenuation of the outer system, in nepers per metre

α_2 = attenuation of the inner system, in nepers per metre

β_1 = phase constant of the outer system, in radians per metre

β_2 = phase constant of the inner system, in radians per metre

5.4.3 Determining the effects of capacitive coupling impedance Z_F

The capacitive coupling impedance is directly proportional to the frequency. Because of the strong effect of the reflections in the outer system on the measured Z_F values at high frequencies, Z_F shall be measured at a frequency f_0 where the transfer impedance is inductive (i.e. $f_0 > 5$ MHz) and the system length shall be such that:

$$l \leq \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{20}$$

where λ_1 and λ_2 are the wavelengths of the outer and inner systems.

The voltages $U_2(0)$, $U_2(l)$ and $U_1(l)$ denoted in Figure 1, are measured with a suitable voltmeter. The capacitive coupling impedance Z_{F0} at frequency f_0 may then be calculated from the equation:

$$|Z_{F0}| = \left| \frac{|U_2(0)| \pm |U_2(l)|}{U_1(l)} \right| \left| \frac{Z_{01}}{l} \right|$$

where the $-$ sign applies, when $|Z_T| > |Z_F|$
and the $+$ sign applies, when $|Z_T| < |Z_F|$.

The value of the capacitive coupling impedance may then be calculated at any frequency from the equation:

$$|Z_F| = \frac{f}{f_0} |Z_{F0}|$$

Now the value of the transfer impedance may be calculated from the equation (at frequencies > 5 MHz):

$$|Z_T| = \left| 2 \left| \frac{U_2(l)}{U_1(l)} \right| \left| \frac{Z_{01}}{l} F \pm |Z_F| \right| \right|$$

where the $+$ sign applies, when at the frequency f_0 :

$$|U_2(0)| > |U_2(l)| \text{ and } |Z_T| > |Z_F|$$

and the $-$ sign in all other cases.

- Notes 1. — Pour la plupart des câbles pour fréquences radioélectriques $|Z_T| > |Z_F|$. Cependant, s'il existe un doute sur les cas où cela s'applique, la phase de la tension $U_2(0)$ ou $U_2(l)$ (celle qui est la plus petite) est mesurée par rapport à celle de la tension $U_1(l)$. Si cette phase est d'environ 90° , $|Z_T| > |Z_F|$, si elle est d'environ -90° , $|Z_T| < |Z_F|$.
Lors de la mesure de la phase, les câbles de mesure, y compris les câbles situés à l'intérieur des coffrets, devront avoir une longueur électrique égale.
2. — Les affaiblissements de réflexion des systèmes d'adaptation du circuit extérieur devraient être meilleurs que 20 dB à la fréquence f_0 . Pour les fréquences plus élevées, les affaiblissements de réflexion des systèmes d'adaptation des circuits extérieur et intérieur devraient être suffisamment bons pour que les mesures ne soient pas perturbées par les réflexions.
3. — Il convient de prendre des précautions qui diffèrent selon la valeur de l'impédance de transfert à mesurer. Celles-ci sont à l'étude.

BIBLIOGRAPHIE

Les équations données proviennent d'une publication (en finnois) de L. Halme: Ligne de transmission et protection électromagnétique, éditée par Otakustantamo, ESPOO (Finlande) 1980.

Notes 1. — For most R.F. cables $|Z_T| > |Z_F|$. However, if there is any doubt whether this applies, the phase of the voltage $U_2(0)$ or $U_2(l)$ (whichever voltage is smaller) should be measured relative to the voltage $U_1(l)$. If this phase is about 90° , $|Z_T| > |Z_F|$, if about -90° , $|Z_T| < |Z_F|$. When measuring the phase, the measuring cables, including the cables inside the boxes, should have an equal electrical length.

2. — The return losses of the terminations in the outer circuit should be better than 20 dB at frequency f_0 . At higher frequencies, the return losses of the terminations in the outer and inner circuits should be so high that the measurements are not disturbed by the reflections.
3. — Precautions should be taken which vary with the value of transfer impedance to be measured. These are under consideration.

BIBLIOGRAPHY

The equations are taken from a publication (in Finnish) by L. Halme: Line Transmission and Electromagnetic Screening, published by Otakustantamo, ESPOO (Finland) 1980.