

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

C.I.S.P.R.

Modification N° 1

Avril 1980
à la

Amendment No. 1

April 1980
to

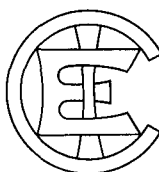
Publication 8B
1975

Deuxième complément à la Publication 8 du C.I.S.P.R. (1969)
Rapports et Questions à l'étude du C.I.S.P.R.

Second supplement to C.I.S.P.R. Publication 8 (1969)
Reports and Study Questions of the C.I.S.P.R.

La modification contenue dans la présente publication a été approuvée lors de la réunion du C.I.S.P.R. tenue à La Haye en 1979.

The amendment contained in this publication was approved at the C.I.S.P.R. meeting held in The Hague in 1979.



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

RAPPORT N° 47/1

**MESURE DE L'EFFICACITÉ D'ÉCRAN DES CÂBLES COAXIAUX
À UNE OU DEUX TRESSSES
DANS LA GAMME DES ONDES MÉTRIQUES**

(La Haye, 1979)

1. Introduction

Il est utile de pouvoir comparer l'efficacité d'écran des câbles coaxiaux dans la gamme des ondes métriques. La méthode décrite dans la Publication 96-1 de la CEI (publiée en 1971) doit être appliquée dans la pratique avec des précautions particulières en raison de la faible longueur de l'échantillon à mesurer. Les comparaisons faites entre les résultats obtenus par la méthode de la CEI et ceux obtenus par les méthodes de la pince absorbante et de rayonnement décrites ci-après montrent qu'il existe entre eux une bonne corrélation. L'expérience montre également que ces dernières méthodes sont en général d'une application plus facile que celle de la CEI.

2. Méthode de la pince absorbante

2.1 Dispositif d'essai (figure 1, page 10)

Un générateur soigneusement blindé G alimente un échantillon de câble Ca de 3 m à 5 m de longueur, bouclé sur une résistance R, également blindée, de valeur égale à son impédance caractéristique.

On note l'indication du récepteur de mesure RM connecté à la pince absorbante PA tandis que l'on déplace lentement la pince le long du câble.

Le manchon de ferrite Fg réduit l'influence de la cage de Faraday et affaiblit la valeur des ondes stationnaires sur le câble. Ce manchon, de 50 cm de longueur, est constitué d'anneaux toroïdaux analogues à ceux utilisés dans la pince.

L'affaiblisseur T, de 50 Ω , 10 dB, est nécessaire pour l'étalonnage; pour l'essai des câbles, on peut le remplacer par un adaptateur si l'impédance du câble diffère de celle du générateur.

Pendant la mesure, l'indication du récepteur est influencée à la fois par les défauts locaux d'homogénéité de l'écran et par un effet que nous qualifions de global, résultant de tous les effets élémentaires le long de la partie du câble TA en amont de la pince.

Pour la mesure de l'efficacité d'écran, on ne tient compte que de l'effet global. L'influence directe des effets locaux sur le transformateur (1) est réduite d'une part par un effet partiel d'écran dû à la présence d'un cylindre en un métal non magnétique en plusieurs parties et d'autre part par le centrage du câble à l'intérieur des anneaux de ferrite (figure 2, page 10).

Replace Report No. 47 by the following:

REPORT No. 47/1

MEASUREMENT OF THE SHIELDING EFFICIENCY OF COAXIAL CABLES HAVING 1 OR 2 BRAIDS IN THE METRIC WAVELENGTH RANGE

(The Hague, 1979)

1. Introduction

It is useful to be able to compare the shielding efficiency of coaxial cables in the metric wavelength range. The method described in IEC Publication 96-1 (published in 1971) must be applied with special care in practice because of the short length of the sample to be measured. Comparisons between the results obtained with the IEC method and those obtained with the absorbing clamp and the radiation methods described below on various cables have shown that good correlation exists between them. Experience has also shown that the latter methods are generally easier to use than the IEC method.

2. Method of the absorbing clamp

2.1 Test arrangement (Figure 1, page 10)

A carefully shielded generator G feeds a cable sample Ca of 3 m to 5 m length terminated by a resistance R also shielded, equal to its characteristic impedance.

The indication of the measuring receiver RM connected to the absorbing clamp PA is noted while the clamp is slowly moved along the cable.

The ferrite tube Fg reduces the influence of the Faraday shield and attenuates the magnitude of standing waves on the cable. This tube of length 50 cm is constructed of toroidal rings similar to those used in the clamp.

The 50 Ω , 10 dB attenuator T is required for calibration; in testing cables it can be replaced with an adaptor if the cable impedance is different from that of the generator.

During the measurement, the receiver indication is affected both by local inhomogeneities of the shield and by an effect which we designate (global) resulting from all the elementary effects along the section of cable TA located ahead of the clamp.

For the measurement of the shielding efficiency, only the (global) effect has to be considered. The direct influence of local effects of the transformer (1) is reduced on the one hand by a partial shielding effect due to a non-magnetic metal cylinder divided into sections, and on the other hand by centring the cable within the ferrite toroids (Figure 2, page 10).

2.2 Définition de l'efficacité d'écran

L'efficacité d'écran Dpa d'un câble coaxial est exprimée par la différence, en dB, entre les indications maximales du récepteur dB(μ V) observées quand on déplace la pince le long du câble (Vpm max.) et, à des fins de comparaison, quand on la déplace le long d'un fil isolé non blindé (Vpg max.). Le câble coaxial et le fil de référence utilisés pour l'étalonnage sont alimentés, l'un après l'autre, par un générateur de 50 Ω ayant dans les deux cas la même f.é.m.

On a alors: $Dpa(dB) = Vpg \text{ max. } dB(\mu V) - Vpm \text{ max. } dB(\mu V)$

Le fil de référence, de même longueur que l'échantillon de câble à l'essai, est relié à la broche centrale du connecteur coaxial de sortie de l'affaiblisseur T (50 Ω , 10 dB) cet affaiblisseur servant à éliminer la désadaptation du générateur.

Les valeurs obtenues pour Vpg max. dépendent de la présence du ferrite Fg, des dimensions du boîtier de l'affaiblisseur et, pour les fréquences inférieures, du déplacement limité de la pince. Les conditions d'essai doivent être les mêmes pour l'étalonnage et pour l'essai des câbles.

2.3 Précautions à prendre pour les mesures sur les câbles à double écran

Si l'efficacité d'écran du câble est supérieure à 70 dB, on doit prendre les précautions suivantes:

- le câble reliant le connecteur sur la paroi de l'enveloppe blindée à l'affaiblisseur T doit avoir une qualité de blindage au moins égale à celle du câble à l'essai, ce qui s'obtient de préférence avec un conducteur extérieur massif;
- tous les connecteurs coaxiaux du circuit excité par le générateur et plus particulièrement ceux qui sont à l'entrée et à la sortie de l'affaiblisseur ne doivent pas présenter de fuites sensibles.

Pour les câbles dont l'efficacité du blindage est comprise entre 80 dB et 100 dB, on utilisera avantageusement le montage de la figure 4, page 12, où l'échantillon de câble est branché directement au connecteur de traversée de la cabine blindée.

Lorsque l'efficacité du blindage dépasse 100 dB, la disposition de la figure 5, page 12, s'impose: l'échantillon de câble pénètre à l'intérieur de la cabine blindée à travers une plaque de passage soudée sur le manteau du câble. Les connecteurs aux extrémités du câble seront soudés sur le manteau. La terminaison R sera pourvue d'un blindage supplémentaire pouvant être réalisé à partir d'une toile métallique, simple ou double, formant un sachet ligaturé sur le manteau; l'effet de ce blindage pourra, si nécessaire, encore être complété par un tube de ferrite.

2.4 Exigences imposées au blindage des éléments autres que le câble en essai

Les fuites éventuelles sur les éléments autres que le câble en essai peuvent être repérées au moyen d'une boucle magnétique (voir figure 6, page 13); l'intensité du champ obtenu sera comparée avec le champ produit par les défauts locaux du câble. Vers l'atténuateur T (figure 1, page 10), les fuites ne devraient pas dépasser en intensité le niveau des défauts locaux du câble. Vers la résistance terminale R et vers la traversée de la paroi de la cabine (figures 1, 4 et 5), on pourra tolérer des fuites plus élevées d'environ 10 dB, ceci à cause des atténuations apportées respectivement par la pince absorbante et le tube de ferrite Fg.

2.2 Definition of shielding efficiency

The shielding efficiency D_{pa} of a coaxial cable is expressed in dB as the difference of the highest indication of the receiver $\text{dB}(\mu\text{V})$ observed when the clamp is moved along the cable ($V_{pm} \text{ max.}$) and, for comparison purposes, when the clamp is moved along an insulated unshielded wire ($V_{pg} \text{ max.}$). The coaxial cable and the reference wire utilized for the calibration are fed in sequence by a 50Ω generator having, in both cases, the same e.m.f.

$$\text{Then: } D_{pa}(\text{dB}) = V_{pg} \text{ max. dB}(\mu\text{V}) - V_{pm} \text{ max. dB}(\mu\text{V})$$

The reference wire, of the same length as the sample of cable under test, is connected to the centre pin of the coaxial output connector of the attenuator T (50Ω , 10 B): this attenuator is used to eliminate generator mismatching.

The values obtained for $V_{pg} \text{ max.}$ depend on the presence of the ferrite F_g , on the dimensions of the attenuator case, and, for the lower frequencies, on the limited distance of motion of the clamp. The test conditions should be the same for calibration and cable test.

2.3 Precautions to be observed for measurement of double shielded cables

If the shielding efficiency of the cable is higher than 70 dB, the following precautions are necessary:

- the cable connecting the feedthrough connector at the wall of the shielded enclosure and the attenuator T should have a shielding quality at least as high as the cable under test, preferably made with a solid outer conductor;
- all the coaxial connectors in the circuit excited by the generator and especially those at the input and output of the attenuator should have no detectable leakage.

For cables with shielding efficiency between 80 and 100 dB it is proposed to use the arrangement in Figure 4, page 12, where the cable sample is linked directly to the feedthrough connector of the screened room.

With shielding efficiency above 100 dB, the arrangement in Figure 5, page 12, is used, where the cable sample reaches into the screened room through a gate plate soldered on to the cable sheath. The connectors at the cable ends are also soldered on to the sheath. Termination R is provided with extra shielding, consisting of a single or double bag of wire gauze tied to the sheath. If necessary, a ferrite sleeve can be used to further increase the shielding effect.

2.4 Shielding requirements for components other than the cable under test

Any leakage on components other than the cable under test can be located by means of a magnetic loop (see Figure 6, page 13). The intensity of the field obtained is compared with the field produced by the local cable faults. Towards attenuator T (Figure 1, page 10) the level of leakage should not exceed that produced by the local cable faults. Towards both the terminating resistance R and the feedthrough connector of the screened room (Figures 1, 4 and 5) leakage may be about 10 dB higher because of attenuation from the absorbing clamp and ferrite sleeve F_g respectively.

Les exigences ci-dessus déterminent la limite supérieure d'utilisation de chacun des dispositifs d'essai.

2.5 *Extension de la gamme de fréquences*

La pince absorbante est utilisable entre 30 MHz et 1 000 MHz avec blindage du transformateur de mesure selon la figure 2, page 10. Cette même gamme de fréquences est par conséquent aussi valable pour la mesure de l'efficacité d'écran des câbles coaxiaux.

L'étalonnage du montage de mesure se fera avec le dispositif de la figure 1, page 10, un fil de référence non blindé étant relié à la broche centrale du connecteur de sortie de l'atténuateur T (voir paragraphe 2.2). Les mêmes coefficients d'étalonnage seront utilisés pour les trois dispositifs d'essai, selon les figures 1, 4 et 5, pages 10 et 12.

Signalons encore pour mémoire que le diamètre maximal des câbles pouvant être essayés par cette méthode est de 18 mm environ, valeur limitée par les dimensions du canal de la pince absorbante.

3. **Méthode de rayonnement**

3.1 *Dispositif d'essai (figure 3, page 11)*

Le câble à l'essai est disposé horizontalement à 1,5 m au-dessus du sol et connecté directement à l'une de ses extrémités à un voltmètre sélectif dont l'impédance d'entrée R_i est à peu près égale à l'impédance caractéristique Z_0 du câble. L'autre extrémité du câble est bouclée sur une charge adaptée.

La longueur efficace du câble doit être modifiée de façon qu'il reste accordé sur la fréquence de mesure. Ceci peut se faire au moyen d'un filtre d'arrêt, résonnant en quart d'onde et disposé autour du câble à l'essai. On règle la position du filtre d'arrêt pour obtenir l'indication maximale de l'appareil de mesure. Le champ électromagnétique est produit par un doublet demi-onde alimenté par un générateur de signaux étalons et disposé parallèlement au câble à l'essai à une distance D du câble et à une hauteur h au-dessus du sol.

3.2 *Définition de l'efficacité d'écran*

L'efficacité d'écran est donnée par le rapport, en dB, de la tension V_0 induite dans un fil de référence non blindé, remplaçant le câble à l'essai et accordé par le filtre d'arrêt à la tension V induite dans le câble à l'essai.

Comme il s'agit d'une méthode de substitution, elle peut être appliquée à l'intérieur, l'influence des réflexions des murs sur les résultats étant négligeable.

3.3 *Précautions à prendre pour les mesures sur les câbles à blindage multiple*

Pour obtenir une sensibilité élevée et une bonne reproductibilité des résultats, particulièrement dans les mesures sur les câbles à blindage multiple, on doit prendre les précautions suivantes:

- la réflexion du sol est stabilisée par un grillage en fils conducteurs ou une plaque métallique recouvrant la surface réfléchissante entre l'antenne rayonnante et le câble à l'essai.

The above requirements determine the upper limits of use for each of the test arrangements.

2.5 Available frequency range

The absorbing clamp with shielding of the measuring transformer as shown in Figure 2, page 10, can be used between 30 MHz and 1 000 MHz. Therefore, the same frequency range is available for shielding efficiency measurement of coaxial cables.

Calibration of the test arrangement is as shown in Figure 1, page 10, by means of an unshielded reference wire connected to the centre pin of the output connector of attenuator T (see Sub-clause 2.2). The same calibration factors are used for the three test arrangements in Figures 1, 4 and 5, pages 10 and 12.

Finally, it should be remembered that the cross-section of the typical absorbing clamp enables only cables up to about 18 mm in diameter to be tested by this method.

3. Radiation method

3.1 Test arrangement (Figure 3, page 11)

The cable under test is situated horizontally 1.5 m above ground and connected at one end directly to a selective voltmeter, having an input impedance R_i about equal to the characteristic impedance Z_0 of the cable. The other end of the cable is terminated with a matched load.

The virtual length of the cable shall be conveniently changed in order to keep it tuned to the operating frequency. This goal can be achieved by means of a so-called "stop-filter", resonant at $\lambda/4$ and located around the cable under test. The position of the "stop-filter" is chosen for the maximum reading on the measuring set. The electromagnetic field is generated by a $\lambda/2$ dipole fed by a standard signal generator and situated parallel to the cable under test at a distance D from the cable and at a height h above the ground.

3.2 Definition of shielding efficiency

The shielding efficiency is given by the ratio, expressed in dB, between the voltage V_0 induced in a reference unscreened wire, substituting for the cable under test and tuned by the stop-filter, and the voltage V induced in the cable under test.

Since it is a substitution measurement, this method can be used indoors, the influence of the wall reflections on the results being negligible.

3.3 Precautions to be observed for measurement of multi-shielded cables

In order to obtain a high sensitivity and a good reproducibility of the results, especially when a multi-shielded cable is measured, the following precautions should be observed:

- the reflection of the floor shall be stabilized by a conducting wire mesh or metallic sheet covering the reflecting area between the radiating antenna and the cable under test.

- la longueur matérielle du câble à l'essai, ainsi que celle du fil de référence, doivent être choisies de façon que le câble ne dépasse pas l'extrémité B du filtre d'arrêt pour ne pas capter des signaux indésirables. Il est également avantageux de maintenir le câble légèrement tendu horizontalement à l'aide d'un fil non conducteur et d'un poids (voir figure 3).
- la position de l'antenne rayonnante par rapport au câble (paramètres D et h de la figure 3) est réglée pour obtenir le champ maximal à proximité du câble en essai.
- la résistance de contact qui existe entre la tresse du câble et la terre du dispositif de mesure et qui est due au connecteur du câble peut influencer les résultats. On doit veiller à ce que la résistance de contact soit très faible par rapport à l'impédance de transfert de surface du câble. Il peut être difficile de satisfaire à cette condition quand on mesure une efficacité d'écran très élevée (câbles à trois tresses ou à écran continu).*

3.4 Corrélation entre l'efficacité d'écran et l'impédance de transfert de surface

L'efficacité d'écran V_0/V donnée par la méthode de rayonnement et l'impédance de transfert linéique Z_i donnée par la méthode de la CEI sont reliées par la formule théorique suivante:

$$Z_i = \frac{4\pi}{\lambda} \frac{R_i Z}{R_i + Z} \frac{1}{V_0/V}$$

où λ = la longueur d'onde dans l'espace libre correspondant à la fréquence de mesure,

R_i = l'impédance d'entrée du dispositif de mesure, et

Z = l'impédance du fil de référence accordé en quart d'onde ($Z = 37,5 \Omega$).

Références

- (1) C.I.S.P.R.(Suisse)340, juin 1971, voir aussi « Bulletin Technique PTT », n° 5, 1971, pages 303 à 305 (PTT suisses).
- (2) Rapport de la réunion de l'IEEE, 1971, Philadelphie - Nano.

* La résistance de contact limite la valeur mesurable maximale de l'efficacité d'écran; d'un autre côté, la méthode peut fournir l'efficacité d'écran réelle du câble avec ses connecteurs et la réduction de l'efficacité d'écran du câble provoquée par les connecteurs.

- the physical length of the cable under test (and that of the reference wire) shall be chosen in such a way that the cable does not protrude from the end B of the stop filter so that unwanted signals are not picked up. It is also advisable to keep the cable moderately stretched horizontally by a non-conducting wire and a weight (see Figure 3).
- the relative position of the radiating antenna with respect to the cable (parameters D and h of Figure 3) shall be adjusted for maximum field strength near the cable under test.
- the contact resistance, present between the cable braid and the measuring set ground and due to the cable connector, can influence the results. Care shall be taken to assure that the contact resistance be very small compared with the surface transfer impedance of the cable. This condition may be difficult to obtain when a very high shielding efficiency is measured (cables with three braids or continuous screen).*

3.4 Correlation between the shielding efficiency and the surface transfer impedance

The shielding efficiency V_0/V given by the radiation method and the transfer impedance per unit length Z_1 given by the IEC method are related by the following theoretical formula:

$$Z_1 = \frac{4\pi}{\lambda} \frac{R_i Z}{R_i + Z} \frac{1}{V_0/V}$$

where λ = the free space wavelength corresponding to the operating frequency,

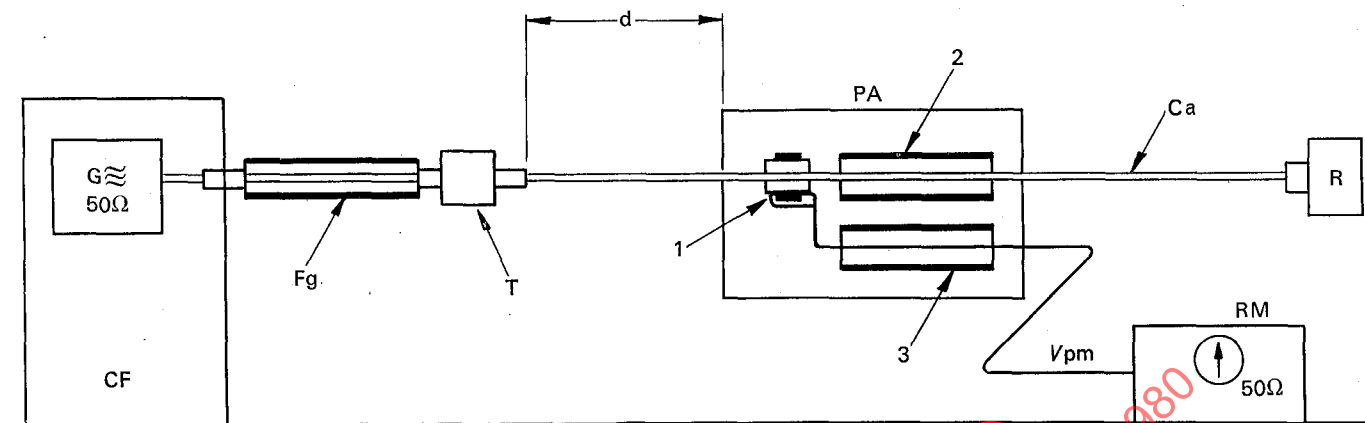
R_i = the input impedance of the measuring set and

Z = the impedance of the $\lambda/4$ tuned reference wire ($Z = 37.5 \Omega$)

References

- (1) C.I.S.P.R.(Suisse)340, June 1971, see also "Bulletin Technique PTT", No. 5, 1971, pp. 303-305 (Swiss PTT).
- (2) Report of the IEEE Meeting, 1971, Philadelphia - Nano.

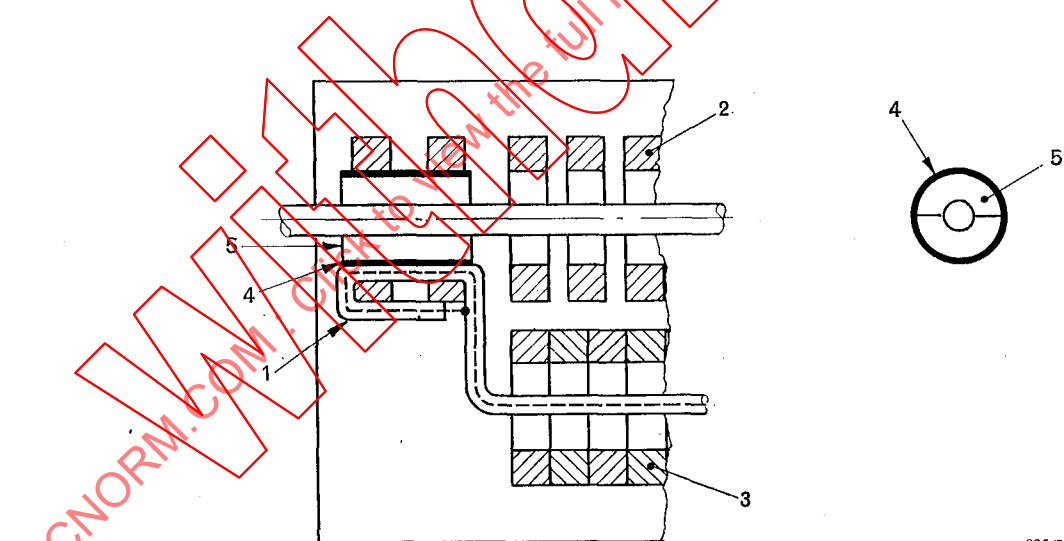
* The contact resistance limits the maximum measurable value of the shielding efficiency; on the other hand, the method can give the actual shielding efficiency of the cable with its connectors and the degradation of the shielding efficiency of the cable caused by the connectors.



024/75

- | | |
|---|--|
| G = générateur de haute fréquence | G = high frequency generator |
| CF = cage de Faraday | CF = screened room |
| Fg = manchon de ferrite (50 cm) | Fg = ferrite sleeve (50 cm) |
| T = affaiblisseur 10 dB, 50 Ω, ou adaptateur $Z_0/50 \Omega$ (longueur avec connecteurs = 15 cm, diamètre = ~ 2 cm) | T = attenuator 10 dB, 50 Ω, or adaptor $Z_0/50 \Omega$ (length with connectors = 15 cm, diameter = ~ 2 cm) |
| Ca = échantillon de câble (impédance caractéristique = Z_0 , longueur de 3 m à 5 m) | Ca = cable sample (characteristic impedance = Z_0 , length = 3 m to 5 m) |
| R = résistance terminale ($R = Z_0$) | R = terminating resistance ($R = Z_0$) |
| PA = pince absorbante (1 = transformateur de courant à ferrite, 2 et 3 = manchons de ferrite) | PA = absorbing clamp (1 = ferrite current transformer, 2 and 3 = ferrite sleeves) |
| RM = récepteur de mesure | RM = measuring receiver |

FIGURE 1

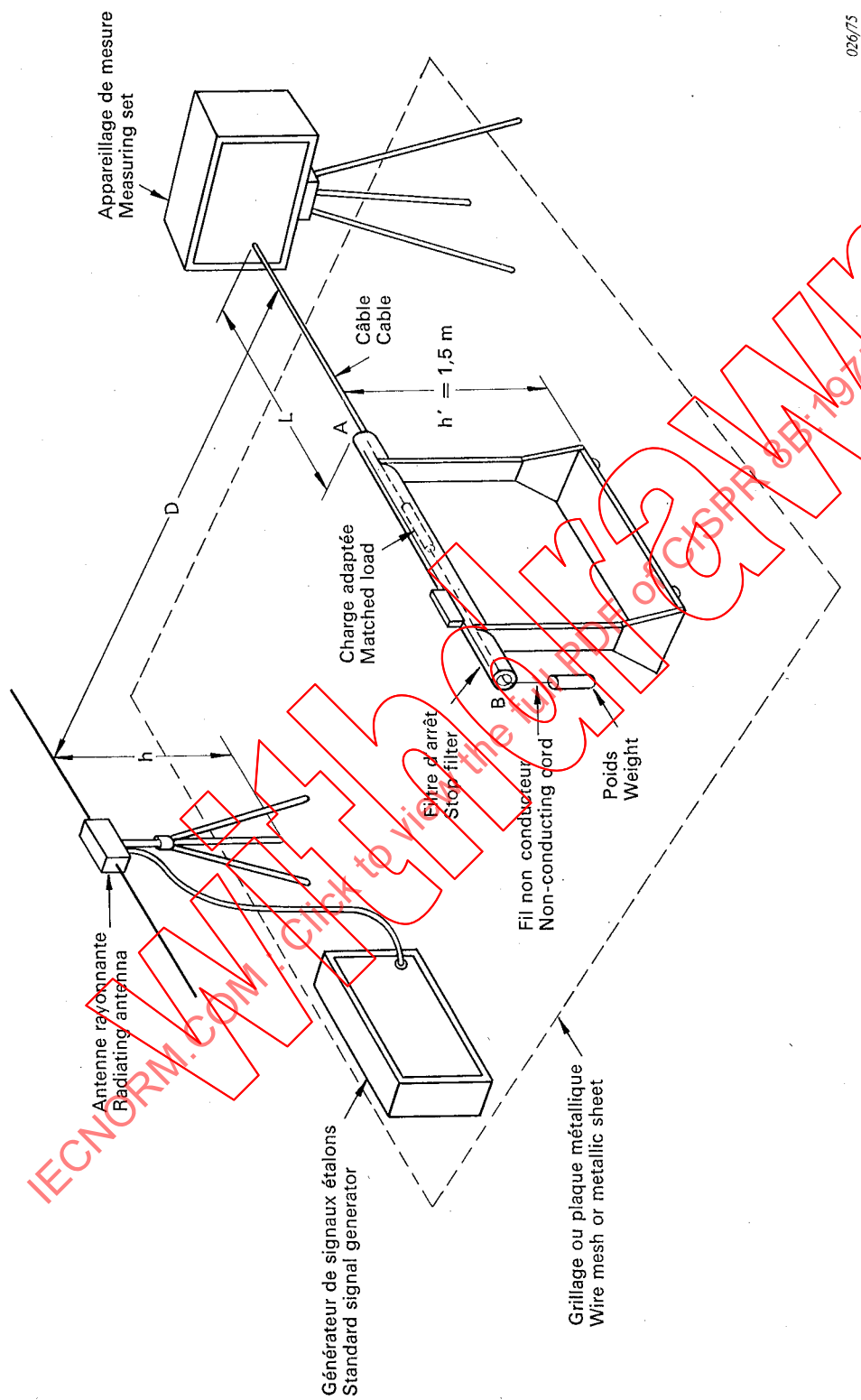


025/75

- 4 = cylindre métallique en deux parties (longueur 50 mm ± 0,3 mm)
- 5 = matière isolante utilisée pour centrer le câble

- 4 = metal cylinder in two halves (length 50 mm ± 0.3 mm)
- 5 = insulating material to centralize the cable

FIGURE 2



026/73

FIG. 3. — Dispositif d'essai pour la méthode de rayonnement.
Test arrangement for radiation method.