

Amendement 1

**Spécifications des méthodes et des appareils
de mesure des perturbations radioélectriques
et de l'immunité aux perturbations
radioélectriques –**

**Partie 1-2:
Appareils de mesure des perturbations radio-
électriques et de l'immunité aux perturbations
radioélectriques – Matériels auxiliaires –
Perturbations conduites**

Amendment 1

**Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –**

**Part 1-2:
Radio disturbance and immunity measuring
apparatus – Ancillary equipment –
Conducted disturbances**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CIS/A/503/FDIS	CIS/A/521/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 30

5.2 Sonde de tension

Ajouter le titre du nouveau paragraphe 5.2.1 comme suit:

5.2.1 Sonde de tension à haute impédance

Insérer, immédiatement après le titre du nouveau paragraphe 5.2.1, le texte existant du paragraphe 5.2.

Ajouter le nouveau paragraphe suivant:

5.2.2 Sonde de tension à couplage capacitif

Les tensions perturbatrices asymétriques des câbles peuvent être mesurées sans contact électrique direct avec le conducteur source et sans modification du circuit, en utilisant une pince de couplage capacitif. L'utilité de cette méthode est évidente: des systèmes au câblage complexe, des circuits électroniques, etc., peuvent être mesurés sans interrompre le fonctionnement normal, ni modifier la configuration de l'appareil en essai, et sans avoir besoin de couper le câble afin d'insérer un dispositif de mesure. La sonde de tension à couplage capacitif est réalisée de façon à pouvoir se refermer commodément autour du conducteur à mesurer.

La sonde de tension capacitive est utilisée pour les mesures des perturbations conduites dans la gamme de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz avec une réponse quasi plate sur la gamme de fréquences considérée. Le facteur de division en tension, qui est défini par le rapport de la tension perturbatrice sur le câble et la tension d'entrée au récepteur de mesure, dépend du type de câble. Il convient que celui-ci soit étalonné sur une gamme de fréquences spécifiée pour chaque type de câble par la méthode décrite à l'Annexe G.

FOREWORD

This amendment has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods.

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

FDIS	Report on voting
CIS/A/503/FDIS	CIS/A/521/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 31

5.2 Voltage probe

Add the title of new subclause 5.2.1 as follows:

5.2.1 High impedance voltage probe

Insert, immediately after the title of new subclause 5.2.1, the existing text of subclause 5.2.

Add the following new subclause:

5.2.2 Capacitive voltage probe

The asymmetrical disturbance voltages of cables can be measured without making direct conductive contact with the source conductor and without modification of its circuit by the use of a clamp-on capacitive coupling device. The usefulness of this method is self-evident; complex wiring systems, electronic circuits, etc. may be measured without interruption of the normal operation or configuration of the EUT or the need to cut the cable to insert a measuring device. The capacitive voltage probe is constructed so that it may be conveniently clamped around the conductor to be measured.

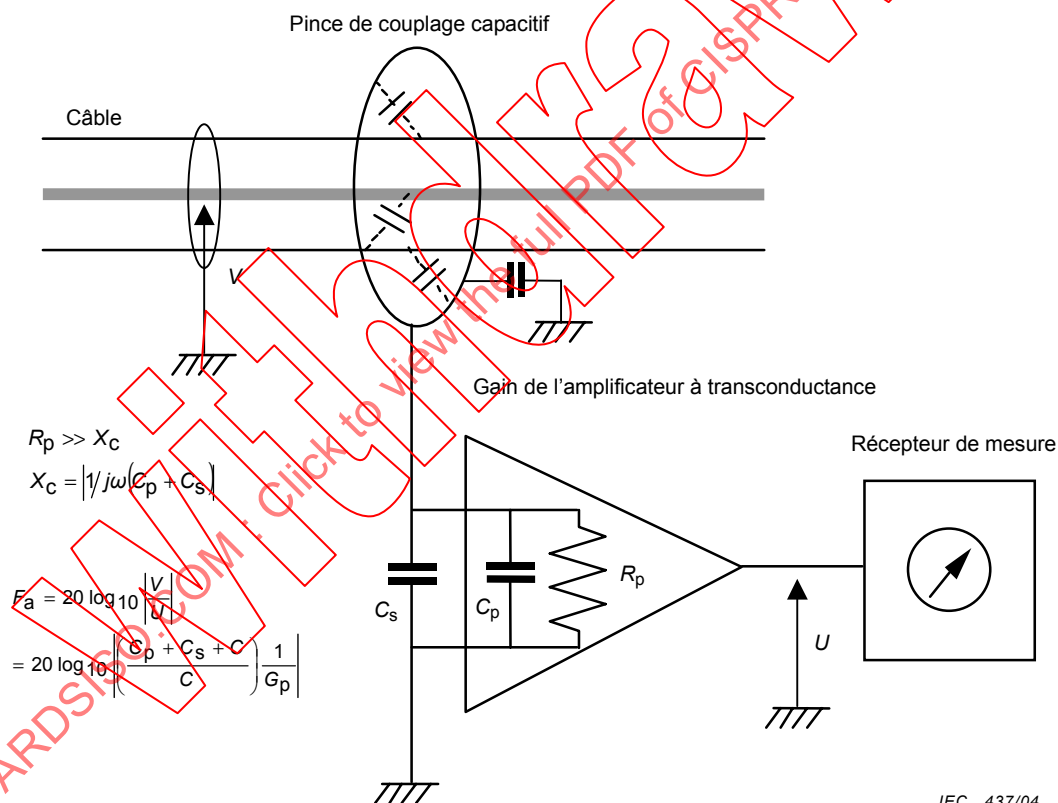
The capacitive voltage probe is used for measurements of conducted disturbances in the frequency range 150 kHz to 30 MHz with an almost flat frequency response in the frequency range of interest. The voltage division factor, which is defined as the ratio of the disturbance voltage on the cable to the input voltage at the measuring receiver, depends on the type of cable. This parameter should be calibrated over a specified frequency range for each cable type, using the method described in Annex G.

Il peut être nécessaire d'ajouter du blindage supplémentaire à la sonde de tension à couplage capacitif afin d'atteindre une isolation suffisante par rapport au signal asymétrique (de mode commun) présent dans l'environnement du câble (voir "Influence du champ électrique" en 5.2.2.2). L'Annexe G contient un exemple de réalisation et une méthode de mesure pour l'isolation.

Cette sonde de tension à couplage capacitif peut être utilisée pour mesurer les perturbations au niveau des ports de télécommunication. Le niveau mesurable minimal atteint typiquement 44 dB(μV).

5.2.2.1 Construction

La sonde de tension à couplage capacitif doit être construite de manière à permettre la mesure de la tension sans déconnecter le câble à mesurer. La Figure 11 présente un circuit utilisé pour réaliser des mesures de tension entre un câble et une masse de référence. La sonde se compose d'une pince de couplage capacitif et d'un amplificateur à transconductance dont la résistance d'entrée R_p doit être suffisamment grande, comparée à la réactance X_c pour obtenir une réponse plate en fréquence.



Légende

- G_p Gain de l'amplificateur à transconductance
- C Capacité entre le câble et la pince
- C_s Capacité entre la sonde et la masse
- C_p Capacité de l'amplificateur à transconductance
- R_p Résistance de l'amplificateur à transconductance
- V Tension perturbatrice
- U Tension à l'entrée du récepteur de mesure

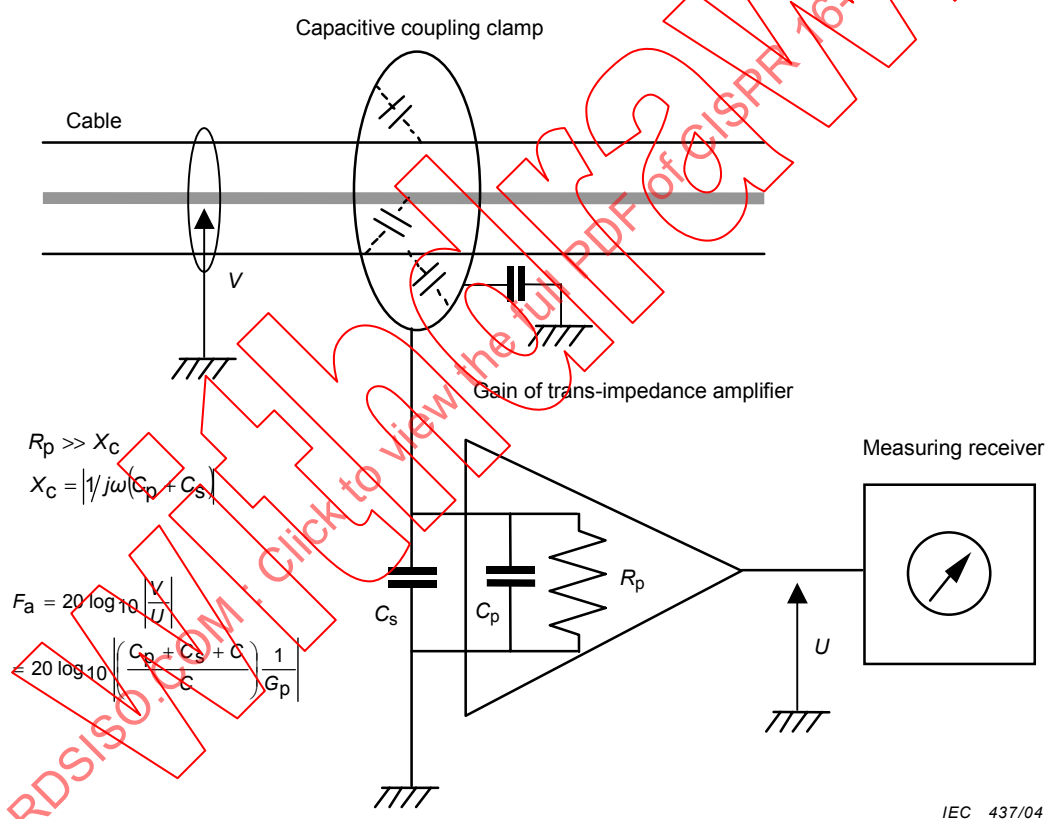
Figure 11 – Circuit utilisé pour réaliser des mesures de tension entre un câble et la masse de référence

The capacitive voltage probe may need additional shielding to provide sufficient isolation from the asymmetrical (common mode) signal around the cable (see "Influence of electric field" in 5.2.2.2). Annex G contains an example of the construction and a method of measurement for the isolation.

This capacitive voltage probe can be used to measure the disturbances at telecommunication ports. The minimum measurable level is typically up to 44 dB(μV).

5.2.2.1 Construction

The capacitive voltage probe shall be constructed so as to enable the measurement of the voltage without disconnecting the cable under measurement. Figure 11 shows a circuit that is used to make voltage measurements between a cable and a reference ground. The probe consists of a capacitive coupling clamp which is connected to a trans-impedance amplifier. The input resistance R_p of this amplifier shall be large enough compared to the reactance X_c to obtain a flat frequency response.



Key

- G_p Gain of trans-impedance amplifier
- C Capacitance between the cable and the clamp
- C_s Capacitance between probe and ground
- C_p Capacitance of trans-impedance amplifier
- R_p Resistance of trans-impedance amplifier
- V Disturbance voltage
- U Voltage at the input of the measuring receiver

Figure 11 – Circuit used to make voltage measurement between a cable and a reference ground

L'Annexe G contient des instructions pour la réalisation et la vérification types de sondes de tension à couplage capacitif.

5.2.2.2 Exigences

Capacité shunt additionnelle:	Inférieure à 10 pF entre la borne de mise à la terre de la sonde de tension capacitive et le câble en essai.
Réponse en fréquence:	Le facteur de division en tension, $F_a = 20 \log_{10} V/U $ en dB (voir Figure 11), est étalonné dans une gamme de fréquences spécifiée.
Réponse en impulsions:	Maintenir la linéarité pour l'impulsion déterminée par la méthode des Annexes B et C de la CISPR 16-1-1 pour la bande B.
Influence du champ électrique: (influence due au couplage électrostatique avec d'autres câbles près de la sonde)	L'indication de tension est réduite de plus de 20 dB lorsqu'un câble est retiré de la sonde de tension à couplage capacitif. La méthode de mesure est décrite à l'Annexe G.
Ouverture ou entrebâillement de la sonde: (entrebâillement lorsque les électrodes coaxiales s'ouvrent au niveau de l'encoche (voir Figure G.1))	Au moins 30 mm.

Page 32

Figure 6 – Dispositif pour la mesure de tensions perturbatrices RF sur le réseau d'alimentation

Modifier le titre existant de la Figure 6 comme suit:

Figure 6 – Dispositif pour la mesure de tensions RF sur le réseau d'alimentation (voir 5.2.1)

Page 120

Ajouter, après l'Annexe F, la nouvelle Annexe G suivante:

Annex G provides instructions for the typical construction and verification of the capacitive voltage probe.

5.2.2.2 Requirements

Added shunt capacitance:	Less than 10 pF between the grounding terminal of capacitive voltage probe and the cable under test.
Frequency response:	Voltage division factor, $F_a = 20 \log_{10} V/U $ in dB (see Figure 11), is calibrated over a specified frequency range.
Pulse response:	Maintain linearity for the pulse determined by the method in Annexes B and C of CISPR 16-1-1 for band B.
Influence of electric field: (influence caused by electrostatic coupling with other cables near the probe)	The voltage indication is reduced by more than 20 dB when a cable is removed from the capacitive voltage probe. The measurement method is described in Annex G.
Capacitive voltage probe aperture or opening: (aperture when the two coaxial electrodes open at the slot (see Figure G.1))	At least 30 mm

Page 33

Figure 6 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains

Change the existing title of Figure 6 to read as follows:

Figure 6 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains (see 5.2.1)

Page 121

Add, after Annex F, the new Annex G as follows:

Annexe G (informative)

Réalisation et évaluation de la sonde de tension à couplage capacitif (paragraphe 5.2.2)

G.0 Introduction

La présente annexe fournit un exemple de méthode d'étalonnage de la sonde de tension à couplage capacitif (CVP). D'autres méthodes d'étalonnage sont possibles si leur incertitude est considérée comme équivalente à celle de la méthode exposée dans la présente annexe.

G.1 Considérations physiques et électriques à propos de la sonde de tension à couplage capacitif

La Figure G.1 présente la configuration d'une sonde de tension à couplage capacitif. Elle est composée de deux électrodes coaxiales, une borne de mise à la masse, une gaine de maintien du câble et un amplificateur à transconductance. L'électrode extérieure est utilisée comme blindage électrostatique afin de réduire l'erreur de mesure causée par le couplage électrostatique provenant des câbles installés à proximité.

Le circuit équivalent de la sonde est représenté sur la Figure G.2. Lorsqu'une tension est présente entre le câble et la masse, une tension induite est produite entre l'électrode intérieure et l'électrode extérieure par effet d'induction électrostatique. Cette tension est détectée par un amplificateur d'entrée à haute impédance et est convertie en faible impédance par un amplificateur à transconductance. La sortie est mesurée par un récepteur de mesure.

G.2 Détermination de la réponse en fréquence du facteur de division en tension

La Figure G.3 présente le montage d'essai utilisé pour déterminer la réponse en fréquence de la sonde de tension à couplage capacitif. La sonde est vérifiée conformément aux procédures suivantes.

- a) Préparer le même type de câble que celui utilisé pour l'appareil en essai (EUT).

NOTE S'il arrive que plusieurs types de câbles peuvent être utilisés avec la sonde, un assortiment représentatif de types de câbles doit être étalonné et la dispersion des résultats doit être quantifiée. Le facteur de division en tension (F_d) peut être estimé en utilisant l'équation (G.3); cependant, il est recommandé de mesurer F_d pour chaque câble.

- b) Placer le dispositif d'étalonnage sur le plan de masse de référence, comme indiqué à la Figure G.3.

- c) Raccorder les deux extrémités du câble aux accès intérieurs du dispositif d'étalonnage (accès-1, accès-2) (voir Figure G.3).

- d) Installer la sonde dans le dispositif d'étalonnage et ajuster la position du câble pour qu'il passe par le centre.

Attention: Si l'extrémité des plaques du dispositif d'étalonnage est trop proche des extrémités de la sonde de tension, la capacité parasite est augmentée, ce qui peut compromettre l'étalonnage aux fréquences élevées. Si les plaques d'extrémité du dispositif d'étalonnage sont trop éloignées des extrémités de la sonde de tension, une onde stationnaire peut commencer à se former dans le dispositif d'étalonnage aux fréquences élevées. Ces ondes stationnaires peuvent compromettre l'étalonnage.

- e) Raccorder la borne de masse de la sonde à la borne de masse intérieure du dispositif d'étalonnage. Raccorder la borne de masse extérieure du dispositif d'étalonnage au plan de masse de référence. Il convient que le ruban de mise à la masse présente une inductance faible, soit aussi court que possible, et soit tenu à l'écart de l'ouverture de la sonde de tension.

Annex G (informative)

Construction and evaluation of capacitive voltage probe (subclause 5.2.2)

G.0 Introduction

This annex provides an example of a method for the calibration of the capacitive voltage probe (CVP). Other calibration methods can be used if their uncertainty is considered to be equivalent to that of the method shown in this annex.

G.1 Physical and electrical considerations for capacitive voltage probe

Figure G.1 shows the configuration of a capacitive voltage probe. It is made up of two coaxial electrodes, a grounding terminal, a cable fixture, and a trans-impedance amplifier. The outer electrode is used as an electrostatic shield to reduce the measurement error caused by electrostatic coupling from cables running alongside.

The equivalent circuit of the probe is shown in Figure G.2. When a voltage exists between the cable and the ground, an induced voltage occurs between the inner electrode and the outer electrode as a result of electrostatic induction. This voltage is detected by a high impedance input amplifier and converted to low impedance by a trans-impedance amplifier. The output is measured by a measuring receiver.

G.2 Determination of the frequency response of the voltage division factor

Figure G.3 shows the test set-up used to determine the frequency response of the capacitive voltage probe. The probe is verified according to the following procedures.

- a) Prepare the same type of cable which is used with the equipment under test (EUT).

NOTE If several types of cable are used with the probe, a representative variety of cable types shall be used in the calibration and the spread of results determined. The voltage division factor (F_a) can be estimated by using equation (G.3), however, it is recommended to measure the F_a for each cable.

- b) Place the calibration fixture on the reference ground plane, as shown in Figure G.3.
- c) Connect both ends of the cable to the inner ports of the calibration fixture (port-1, port-2) (see Figure G.3).
- d) Place the probe in the calibration unit and adjust the position of the cable to pass through the centre.

Caution: If the end of plates of the calibration fixture are too close to the ends of the voltage probe, the stray capacitance is increased, which can adversely affect the calibration at higher frequencies. If the end plates of the calibration fixture get too far from the ends of the voltage probe, a standing wave may be formed within the calibration fixture at higher frequencies. These standing waves can adversely affect the calibration.

- e) Connect the grounding port of the probe to the inner grounding port of the calibration fixture. Connect the outer grounding port of the calibration fixture to the reference ground plane. The grounding strip should have low inductance, be as short as possible and kept away from the voltage probe aperture.

- f) Raccorder un générateur de signaux, dont l'impédance de sortie est de 50 Ω , au connecteur extérieur de l'accès-1 par l'intermédiaire d'un atténuateur de 10 dB.
- g) Raccorder un appareil de mesure de niveau, dont l'impédance d'entrée est de 50 Ω , au connecteur extérieur de l'accès-2, et reboucler la sortie de la sonde sur 50 Ω . Mesurer le niveau V sur une gamme de fréquences déterminée.
- h) Raccorder l'appareil de mesure de niveau au connecteur de sortie de la sonde et reboucler l'accès-2 extérieur sur 50 Ω . Mesurer le niveau U sur une gamme de fréquences déterminée.
- i) Calculer le facteur de division en tension $F_a = 20 \log_{10}|V/U|$ en dB à partir des valeurs mesurées.

G.3 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence des champs électriques extérieurs

G.3.1 Influence du champ électrique extérieur

L'influence du champ électrique extérieur se manifeste par voie de couplage électrostatique avec d'autres câbles près de la sonde. La Figure G.4 présente les modèles de couplage électrostatique et leurs circuits équivalents. La tension de mode commun V_x sur le câble #2 et la tension V sur le câble #1 apparaissent au niveau de l'entrée de la sonde de tension à haute impédance via les capacités C_x et C , comme indiqué à la Figure G.4(a). Un blindage électrostatique doit être utilisé afin de réduire le couplage électrostatique dû à C_x . Cependant, l'influence du champ électrique extérieur dû au couplage électrostatique entre l'électrode externe et l'autre câble (C_x') persiste, à cause de l'imperfection du blindage électrostatique, comme représenté sur la Figure G.4(b). Le paragraphe G.3.2 donne la procédure de mesure permettant d'estimer l'influence du couplage électrostatique entre l'électrode externe et l'autre câble. De plus, il convient de rappeler que la tension V est affectée par V_x , sauf si $|Z_s| \ll |1/(j\omega C_c)|$.

G.3.2 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence du champ électrique extérieur

L'influence du champ électrique extérieur résultant du couplage électrostatique dû à l'imperfection du blindage électrostatique est mesurée à l'aide du montage d'essai de la Figure G.5. La procédure de mesure est la suivante;

- a) Mesurer le facteur de division de tension, $F_a = 20 \log_{10}|V/U|$, à l'aide de la méthode de l'Article G.2.
- b) Placer la sonde de tension à couplage capacitif à côté du câble à une distance, "s", égale à 1 cm (voir Figure G.5).
- c) Raccorder la borne de masse de la sonde à la borne de masse intérieure du dispositif d'étalonnage. Raccorder la borne de masse extérieure du dispositif d'étalonnage au plan de masse de référence.
- d) Raccorder un générateur de signaux dont l'impédance de sortie est de 50 Ω au connecteur extérieur de l'accès-1 par l'intermédiaire d'un atténuateur de 10 dB.
- e) Raccorder un appareil de mesure de niveau dont l'impédance d'entrée est de 50 Ω au connecteur extérieur de l'accès-2, et reboucler la sortie de la sonde sur 50 Ω . Mesurer le niveau V_s sur une gamme de fréquences déterminée.
- f) Raccorder l'appareil de mesure de niveau au connecteur de sortie de la sonde et reboucler l'accès-2 extérieur sur 50 Ω . Mesurer le niveau U_s sur une gamme de fréquences déterminée.
- g) La réduction de l'influence est définie par $F_s = F_a/(V_s/U_s)$, à partir des valeurs mesurées.

- f) Connect a signal generator, with an output impedance of $50\ \Omega$, to the outer port of the port-1 through a 10 dB attenuator.
- g) Connect a level meter, with an input impedance of $50\ \Omega$, to the outer port of port-2 and terminate the output port of the probe in $50\ \Omega$. Measure the level V over a specified frequency range.
- h) Connect the level meter to the output port of the probe and terminate the outer port of the port-2 by $50\ \Omega$. Measure the level U over a specified frequency range.
- i) Calculate the voltage division factor $F_a = 20 \log_{10}|V/U|$ in dB from the measured values.

G.3 Method of measurement to determine the influence of external electric fields

G.3.1 Influence of external electric field

The influence of the external electric field appears via electrostatic coupling with other cables close to the probe. Figure G.4 shows the electrostatic coupling models and their equivalent circuits. Both the common-mode voltage V_x on cable #2 and the voltage V on cable #1 appear at the input terminal of the high impedance voltage probe through the capacitance C_x and C as shown in Figure G.4 (a). An electrostatic shield shall be used to reduce the coupling due to C_x . However, the influence of the external electric field due to the electrostatic coupling between the outer electrode and other cable (C_x') still remains because of the imperfection of the electrostatic shield, as shown in Figure G.4 (b). Subclause G.3.2 shows the measurement procedure for evaluating the influence of the electrostatic coupling between outer electrode and other cable. Furthermore, it should be noted that the voltage V is affected by the V_x unless $|Z_s| \ll |1/(j\omega C_c)|$.

G.3.2 Method of measurement to determine the influence of the external electric field

The influence of an external electric field caused by electrostatic coupling due to limited electrostatic shielding is measured using the test set-up shown in Figure G.5. The measurement procedure is as follows;

- a) Measure the voltage division factor, $F_a = 20 \log_{10}|V/U|$, using the method in Clause G.2.
- b) Place the capacitive voltage probe beside the cable, at a distance "s" equal to 1 cm (see Figure G.5).
- c) Connect the grounding port of the probe to the inner grounding port of the unit. Connect the outer grounding port of the unit to the reference ground plane.
- d) Connect a signal generator with a $50\ \Omega$ output impedance to the outer port of the port-1 through a 10 dB attenuator.
- e) Connect a measuring receiver with a $50\ \Omega$ input impedance to the outer port of the port-2 and terminate the output port of the probe by $50\ \Omega$. Measure the level V_s over a specified frequency range.
- f) Connect the measuring receiver to the output port of the probe and terminate the outer port of the port-2 by $50\ \Omega$. Measure the level U_s over a specified frequency range.
- g) The reduction of the influence is defined as $F_s = F_a/(V_s/U_s)$ from the measured values.

G.4 Réponse en impulsion

La sonde de tension à couplage capacitif est conçue comme faisant partie intégrante du dispositif de mesure incluant le récepteur de mesure de perturbations. Elle n'affecte pas les performances du récepteur de mesure décrites à l'Article 4. La réponse de la sonde aux impulsions doit être mesurée, étant donné que la sonde de tension à couplage capacitif contient un circuit actif. La réponse est mesurée à l'aide du générateur d'impulsions décrit aux Annexes B et C de la CISPR 16-1-1 pour la bande B.

NOTE Il est difficile de mesurer la réponse en impulsion en utilisant un générateur d'impulsions. On peut vérifier les performances de réponse en impulsion de la sonde, pour la mesure de la linéarité, en utilisant une source CW (onde entretenue) dont la valeur crête de l'amplitude du signal de sortie est la même que la valeur crête des impulsions du générateur d'impulsions. Cela est rendu possible par le fait que la sonde ne contient pas de détecteur ni de filtre passe-bande. Il peut être exigé de l'atténuateur qu'il minimise l'amplitude du signal réfléchi en raison de l'utilisation du câble coaxial entre le générateur de signaux et le dispositif d'essai. S'il n'est pas indispensable de stabiliser la réponse en fréquence, l'atténuateur n'est pas nécessaire.

La réponse en impulsions du générateur d'impulsions est de 0,316 (mVs) de 0,15 MHz à 30 MHz, comme indiqué au Tableau B.1 de la CISPR 16-1-1. Le spectre du signal du générateur d'impulsions est essentiellement constant jusqu'à 30 MHz. La largeur de l'impulsion, τ , est approximativement donnée par

$$\tau = 1/(\pi f_m) \quad (G.1)$$

où f_m est égal à 30 MHz. Nous obtenons ensuite τ égal à 0,0106 μ s.

L'amplitude de l'impulsion, A , est donnée par

$$A = 0,316/\tau = 29,8 \text{ V} \quad (G.2)$$

Cela montre qu'il convient que la sonde de tension à couplage capacitif reste linéaire jusqu'à 30 V.

La linéarité est testée en mesurant le facteur de division en tension, F_a , lorsque l'amplitude du générateur de signaux est augmentée jusqu'à 30 V.

G.5 Dépendance du facteur de division en tension

Le facteur de division en tension de la sonde de tension à couplage capacitif dépend de la position du câble et du rayon du câble dans l'électrode intérieure de la sonde de tension à couplage capacitif. Bien que l'étalonnage du facteur pour chaque type de câble soit nécessaire pour la mesure des perturbations, il peut être difficile, pour tout type de câble, de calculer le facteur de division en tension. Une étude a été faite pour évaluer l'influence de la configuration du câble sur le facteur de division en tension.

Des investigations ont été menées sur les dépendances du facteur de division en tension, en réalisant des mesures et une analyse théorique. La Figure G.6 présente la dispersion du facteur de division en tension lorsque la position du câble varie dans l'électrode. Sur la Figure G.6, " a " est le rayon du câble, " b " est le rayon intérieur de l'électrode intérieure, " c " est le rayon intérieur de l'électrode extérieure (blindage électrostatique), et " g " est la distance entre le centre de l'électrode intérieure et le centre du câble. Pour l'expérience, le câble est remplacé par une tige de cuivre. L'axe horizontal indique le rapport de séparation, $g/(b-a)$. La ligne continue représente les résultats de calcul obtenus à partir de la variation de capacité entre l'électrode intérieure et le câble, et les points représentent les valeurs mesurées. Il en résulte que les données de mesure correspondent bien aux données calculées. Toutefois, la sensibilité de la sonde de tension à couplage capacitif ne dépend pas de la variation de la position du câble dans l'électrode intérieure jusqu'à un rapport de séparation de 0,8. Ainsi, afin de réduire les erreurs de mesure, le câble en essai doit être ajusté afin de passer par le centre de la sonde.

G.4 Pulse response

The capacitive voltage probe is constructed as part of the measuring system which includes the disturbance receiver. It does not affect the performance of the measuring receiver described in Clause 4. The probe response to pulses shall be measured since the capacitive voltage probe contains an active circuit. The response is measured using the pulse generator as described in Annexes B and C of CISPR 16-1-1 for band B.

NOTE It is difficult to measure the pulse response using a pulse generator. The pulse capability of the probe is tested to measure the linearity using a CW signal whose peak value is the same as the peak value of the pulse. This can be accomplished because the probe does not contain a detector and band-pass filter. The attenuator may be required to minimize the amplitude of the reflected signal, due to the use of coaxial cable between the signal generator and the test fixture. If it is not necessary to stabilize the frequency response, the attenuator is not needed.

The impulse response of the pulse generator is 0,316 (mVs) from 0,15 MHz to 30 MHz as shown in Table B.1 of CISPR 16-1-1. The spectrum of the pulse generator signal is practically constant up to 30 MHz. The pulse width, τ , is approximately given by

$$\tau = 1/(\pi f_m) \quad (\text{G.1})$$

where f_m is 30 MHz. Then, we get τ of 0,0106 μs .

The amplitude of the pulse, A , is given by

$$A = 0,316/\tau = 29,8 \text{ V} \quad (\text{G.2})$$

This indicates that the capacitive voltage probe should maintain linearity up to 30 V.

The linearity is tested by measuring the voltage division factor, F_a , when the amplitude of the signal generator is varied up to 30 V.

G.5 Voltage division factor dependence

The voltage division factor of the capacitive voltage probe depends on the radius and the position of the cable under test in the inner electrode of the CVP. Although the value of the voltage division factor is needed for disturbances measurements, calculation of the factor for any type of cable may be difficult. An investigation was performed to evaluate the influence of the cable configuration on the voltage division factor.

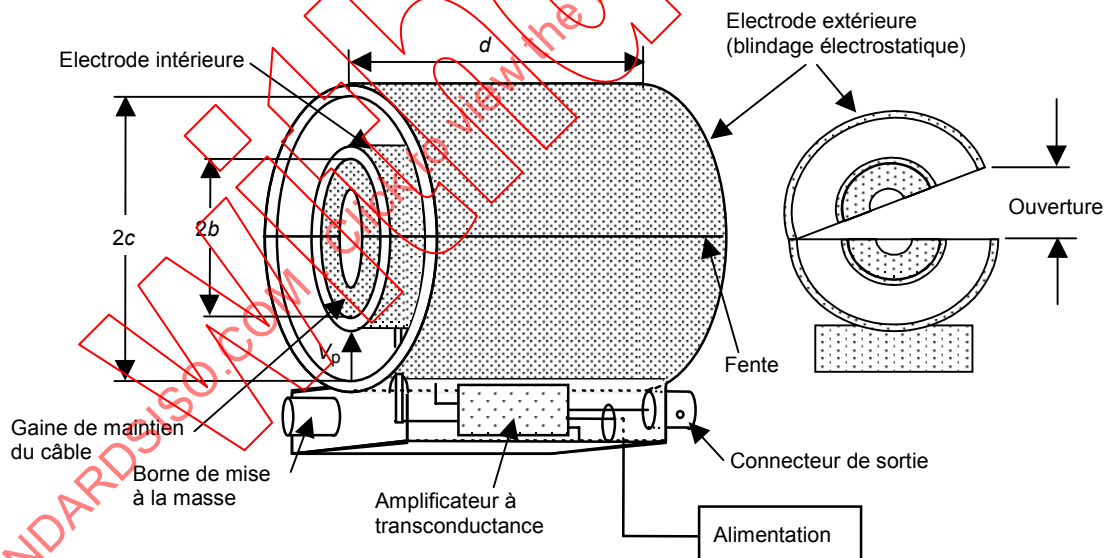
The voltage division factor dependencies were investigated using measurements and a theoretical analysis. Figure G.6 shows the voltage division factor deviation when the cable position changes in the electrode. In Figure G.6, “ a ” is the radius of the cable, “ b ” is the inner radius of the inner electrode, “ c ” is the inner radius of the outer electrode (electrostatic shield), and “ g ” is the distance between the centre of the inner electrode and the centre of the cable. The cable is replaced with a copper rod in the experiment. The horizontal axis indicates the separation ratio, $g/(b-a)$. The solid line represents the calculation results obtained from capacitance variation between the inner electrode and cable, and the dots are the measured values. As a result, the measurement data agrees well with the calculated data. The sensitivity of the capacitive voltage probe, however, does not depend on the variation of the cable position in the inner electrode up to a separation ratio of 0,8. Thus, in order to minimize measurement errors, the cable under test shall be adjusted to pass the centre of the probe.

La Figure G.7 montre la dépendance du rayon du câble. L'axe vertical indique la variation du facteur de division en tension F_a . La ligne continue représente les résultats calculés à l'aide des équations suivantes:

$$F_a = \frac{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{b}{a}} d \right\}}{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{b}{a_{\text{ref}}}} d \right\}} \quad (\text{G.3})$$

où ϵ est la constante diélectrique, a_{ref} est le rayon du câble utilisé à titre de référence, et les autres constantes sont définies à la Figure G.1. On obtient C_p , la capacité de l'amplificateur à transconductance, à partir de la mesure.

Le tracé des valeurs montre les résultats de mesure pour plusieurs câbles. Le rayon équivalent de chaque câble est évalué par rapport à la surface de chaque conducteur compris dans le câble, et comparé à la surface d'une tige de cuivre. On a fait varier le nombre de conducteurs dans le câble de 1 à 12. La figure montre que les résultats calculés correspondent bien au résultat de mesure obtenu avec une tige de cuivre. Ainsi, l'écart entre les résultats de mesures pour un câble réel et la valeur calculée est de l'ordre de 2 dB. Ce résultat montre que le facteur de division en tension peut être calculé approximativement par l'équation (G.3) en fonction de la surface de chaque câble.



IEC 438/04

Attention:

- 1) La gaine de maintien du câble est utilisée pour centrer le câble en essai à l'intérieur de la sonde. Cet élément peut se comporter comme un diélectrique, qui augmentera la capacité entre le câble en essai et l'électrode intérieure de la sonde de tension.
- 2) L'isolation par rapport au champ électrique extérieur est nécessaire pour éviter tout couplage entre les cordons d'alimentation et les circuits de la sonde de tension.

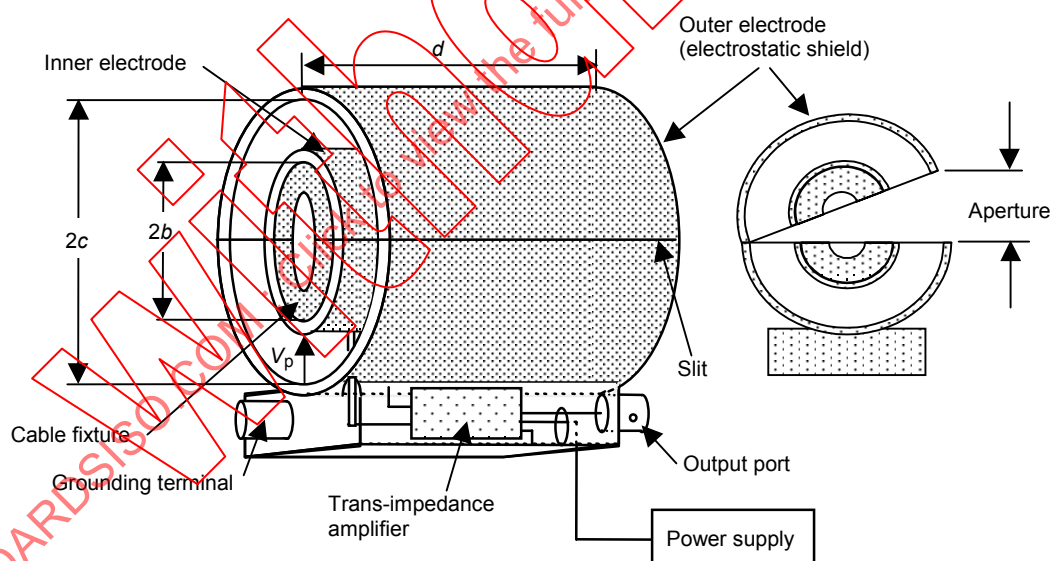
Figure G.1 – Configuration d'une sonde de tension à couplage capacitif

Figure G.7 shows the cable radius dependence. The vertical axis shows the deviation of the voltage division factor F_a . The solid line shows the calculated results using the following equations:

$$F_a = \frac{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{b}{a}} d \right\}}{\left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi\epsilon}{\log_e \frac{b}{a_{\text{ref}}}} d \right\}} \quad (\text{G.3})$$

where ϵ is dielectric constant, a_{ref} is the cable radius used for reference, and the other constants are defined in Figure G.1. C_p , the gain of the trans-impedance amplifier, is obtained from the measurement.

The plotted values show the measurement results for several cables. The equivalent radius of each cable is evaluated with respect to the surface area of each wire included in the cable and compared to the surface area of a copper rod. The number of wires in the cable was changed from 1 to 12. The figure indicates that the calculated results agree well with the measured result using the copper rod. Thus the deviation between the measured results for actual cable and the calculated value is within 2 dB. This result shows that the voltage division factor can be approximately calculated by Equation (G.3) using the surface area of each cable.

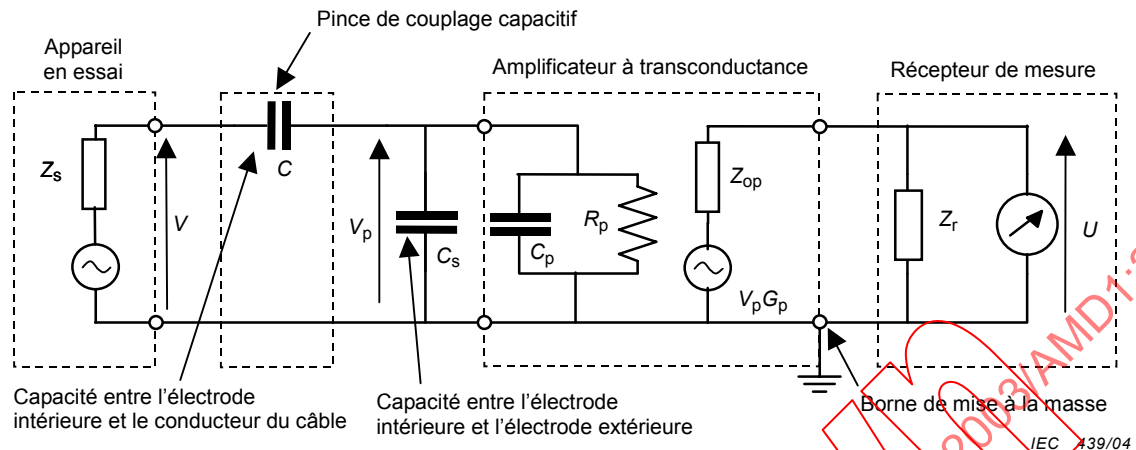


IEC 438/04

Caution:

- 1) Cable fixture is used to centre the cable under test inside the probe. This item can act as a dielectric, which will increase capacitance between the cable under test and the voltage probe inner electrode.
- 2) Isolation from the external electric field is needed to keep pickup on the power supply leads from coupling into the voltage probe circuitry.

Figure G.1 – Configuration of a capacitive voltage probe



Valeurs typiques pour la configuration illustrée à la Figure G.1

b 25 mm	C_p 5 pF
c 55 mm	R_p 1 M Ω
d 100 mm	$ Z_s \ll 1/(j\omega C) $
C 8 pF (Le diamètre du câble est de 26 mm)	$R_p \gg 1/(j\omega(C_s + C_p)) $
C_s 7 pF	$Z_{op} = Z_r = 50 \Omega$

Les valeurs typiques ne sont pas des valeurs requises/spécifiées, et les autres combinaisons cohérentes avec les «caractéristiques» de 5.1.2 sont acceptables.

Figure G.2 – Circuit équivalent de la sonde de tension à couplage capacitif

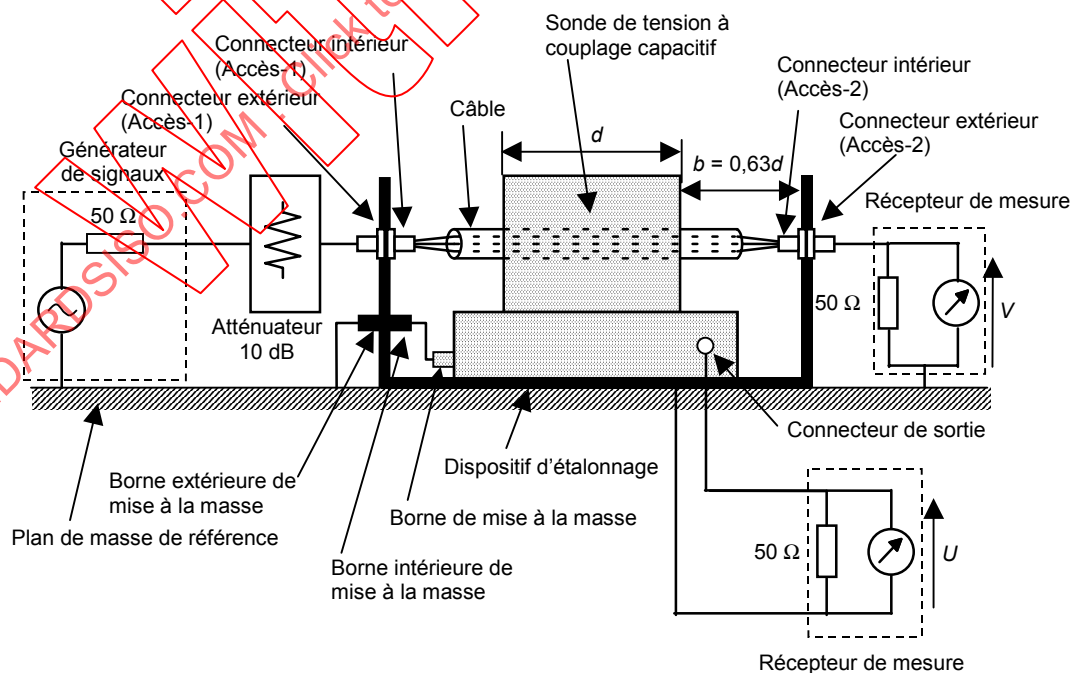
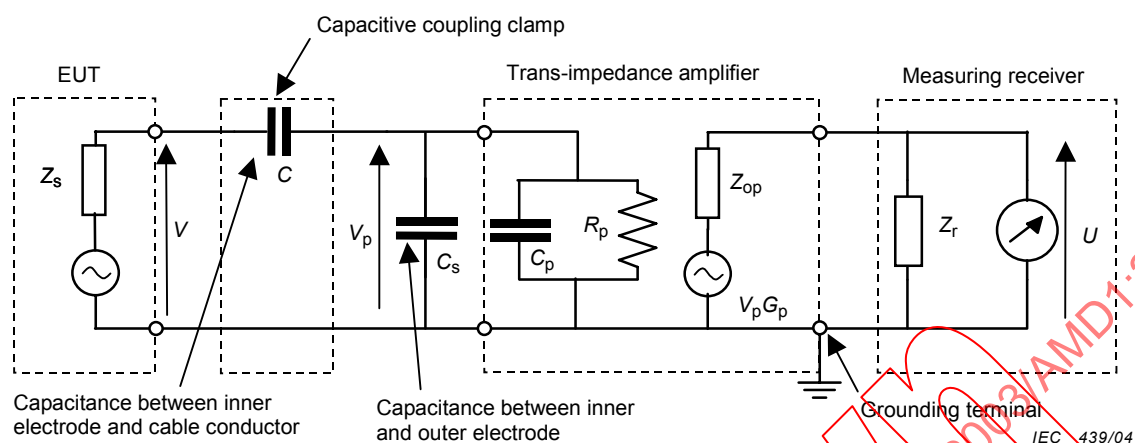


Figure G.3 – Montage d'essai pour étalonner la réponse en fréquence



Typical values for the configuration shown in Figure G.1

b 25 mm

c 55 mm

d 100 mm

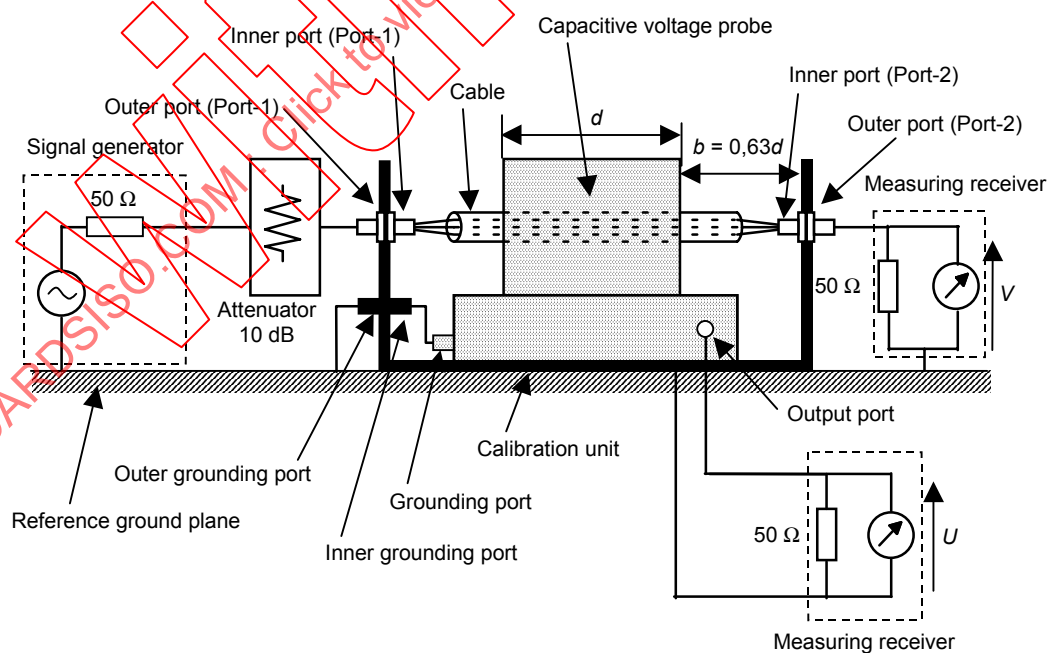
C 8 pF

(Cable diameter is 26 mm)

 $C_s = 7 \text{ pF}$ ~~$C_n = 5 \text{ pF}$~~ ~~$R_p = 1 \text{ M}\Omega$~~
$$|Z_{\alpha}| \leq |1/(i\alpha C)|$$
~~$$|Z_s| \ll |1/(j\omega C)|$$
$$R_p \gg |1/(j\omega(C_s + C_p))|$$~~
$$Z_{op} = Z_r = 50 \, \Omega$$

Typical values are not required/specified values, and other combinations consistent with "Characteristics" of 5.1.2 are acceptable.

Figure G.2 – Equivalent circuit of the capacitive voltage probe



IEC 440/04

Figure G.3 – Test set-up to calibrate frequency response