

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

AMENDMENT 2
AMENDEMENT 2

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

AMENDMENT 2
AMENDEMENT 2

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-83220-681-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, of IEC technical committee CISPR: International special committee on radio interference.

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

FDIS	Report on voting
CISPR/A/1023/FDIS	CISPR/A/1029/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 this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

2 Normative references

Replace the existing reference to CISPR 16-1-2 by the following new reference:

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*
 Amendment 1:2004
 Amendment 2:2006

3 Definitions

Add, after definition 3.34 added by Amendment 1, the new terms and definitions 3.35 and 3.36 as follows:

3.35

total common mode impedance

TCM impedance

impedance between the cable attached to the EUT port under test and the reference ground plane

NOTE The complete cable is seen as one wire of the circuit and the ground plane as the other wire of the circuit. The TCM wave is the transmission mode of electrical energy, which can lead to radiation of electrical energy if the cable is exposed in the real application. Vice versa, this is also the dominant mode, which results from exposure of the cable to external electromagnetic fields.

3.36

asymmetric artificial network

AAN

network used to measure (or inject) asymmetric (common mode) voltages on unshielded symmetric signal (e.g. telecommunication) lines while rejecting the symmetric (differential mode) signal

NOTE 1 An AAN is an AN (artificial network) that provides a simulation of the asymmetric load realized by the telecommunication network.

NOTE 2 The term "Y-network" is a synonym for AAN.

NOTE 3 The AAN can also be used for immunity testing, where the receiver measurement port becomes the disturbance injection port.

6.4 Operating conditions of the EUT

Replace the existing title of this subclause by the following new title.

6.4 EUT arrangement and measurement conditions

6.4.1 General

Replace the existing title and text of this subclause as follows:

6.4.1 EUT arrangement

6.4.1.1 General

Where not specified in the product standard, the EUT shall be configured as described in the following paragraphs.

The EUT shall be installed, arranged and operated in a manner consistent with typical applications. Where the manufacturer has specified or recommended an installation practice, such practice shall be used in the test arrangement, where possible. This arrangement shall be typical of the normal installation practice. Interface cables, loads and devices shall be connected to at least one of each type of interface port of the EUT, and where practical, each cable shall be terminated in a device typical of actual usage.

Where there are multiple interface ports of the same type, additional interconnecting cables, loads and devices may need to be added to the EUT depending upon the results of preliminary tests. The number of additional cables or wires of the same type should be limited to the condition where the addition of another cable or wire does not significantly affect the emission level, i.e. varies by less than 2 dB, provided that the EUT remains compliant. The rationale for the selection of the configuration and loading of ports shall be included in the test report.

Interconnecting cables should be of the type and length specified in the individual equipment requirements. If the length can be varied, the length shall be selected to produce maximum disturbance.

If shielded or special cables are used during the tests to achieve compliance, a note shall be included in the instruction manual advising of the need to use such cables.

Excess lengths of cables shall be bundled at the approximate centre of the cable with the bundles 30 cm to 40 cm in length. If it is impractical to do so because of cable bulk or stiffness, the disposition of the excess cable shall be precisely noted in the test report.

Where there are multiple interface ports all of the same type, connecting a cable to just one of that type of port is sufficient, provided it can be shown that the additional cables would not significantly affect the results.

Any set of results shall be accompanied by a complete description of the cable and equipment orientation so that results can be repeated. If specific conditions of use are required to meet the limits, those conditions shall be specified and documented, for example cable length, cable type, shielding and grounding. These conditions shall be included in the instructions to the user.

Equipment that is populated with multiple modules (such as drawers and plug-in cards) shall be tested with a mix and number representative of that used in a typical installation. The number of additional boards or plug-in cards of the same type should be limited to the condition where the addition of another board or plug-in card does not significantly affect the emission level, i.e. varies by less than 2 dB, provided that the EUT remains compliant. The rationale used for selecting the number and type of modules should be stated in the test report.

A system that consists of a number of separate units shall be configured to form a minimum representative configuration. The number and mix of units included in the test configuration shall normally be representative of that used in a typical installation. The rationale used for selecting units should be stated in the test report.

One module of each type shall be operational in each equipment evaluated in an EUT. For an EUT comprising a system, one of each type of equipment that can be included in the possible system configuration shall be included in the EUT.

The results of an evaluation of EUTs having one of each type of module can be applied to configurations having more than one of each of those modules.

NOTE It has been found that disturbances from identical modules are generally not additive in practice.

The EUT position relative to the reference ground plane shall be equivalent to that occurring in use. Therefore, floor-standing equipment is placed on, but insulated from, a reference ground plane, and tabletop equipment is placed on a non-conductive table.

Equipment designed for wall-mounted operation shall be tested as tabletop EUT. The orientation of the equipment shall be consistent with normal installation practice.

Combinations of the equipment types identified above shall also be arranged in a manner consistent with normal installation practice. Equipment designed for both tabletop and floor standing operation shall be tested as tabletop equipment unless the usual installation is floor standing, then that arrangement shall be used.

The ends of signal cables attached to the EUT that are not connected to another unit or auxiliary equipment (AuxEq) shall be terminated using the correct terminating impedance defined in the product standard. If no product standard can be applied to the particular configuration, the termination shall be defined by the EUT manufacturer and noted in the test report.

Cables or other connections to auxiliary equipment located outside the test site shall drape to the floor, and then be routed to the place where they leave the test site.

Installation of AuxEq shall be in accordance with normal installation practice. Where this means that the AuxEq is located on the test site, it shall be arranged using the same conditions applicable for the EUT (for example, distance from the ground plane and insulation from the ground plane if floor standing, layout of cabling).

6.4.1.2 Arrangement of tabletop equipment

Equipment intended for tabletop use shall be placed on a non-conductive table. The size of the table will nominally be 1,5 m by 1,0 m but may ultimately be dependent on the horizontal dimensions of EUT.

Intra-unit cables shall be draped over the back of the table. If a cable hangs closer than 0,4 m from the horizontal ground plane (or floor), the excess shall be folded at the cable centre into a bundle no longer than 0,4 m, such that the part of the bundle closest to the horizontal reference ground plane is at least 0,4 m above the plane.

Cables shall be positioned as for normal usage.

If the mains port input cable is less than 0,8 m long (including power supplies integrated in the mains plug), an extension cable shall be used such that the external power supply unit is placed on the tabletop. The extension cable shall have similar characteristics to the mains cable (including the number of conductors and the presence of a ground connection). The extension cable shall be treated as part of the mains cable.

In the above arrangements, the cable between the EUT and the power accessory shall be arranged on the tabletop in the same manner as other cables connecting components of the EUT.

6.4.1.3 Arrangement of floor-standing equipment

The EUT shall be placed on the horizontal reference ground plane, orientated for normal use, but separated from metallic contact with the reference ground plane by up to 15 cm of insulation.

The cables shall be insulated (by up to 15 cm) from the horizontal reference ground plane. If the equipment requires a dedicated ground connection, then this shall be provided and bonded to the horizontal reference ground plane.

Intra-unit cables (between units forming the EUT or between the EUT and any auxiliary equipment) shall drape to, but remain insulated from, the horizontal reference ground plane. Any excess cable shall either be folded at the cable centre into a bundle no longer than 0,4 m or arranged in a serpentine fashion. If an intra-unit cable length is not long enough to drape to the horizontal reference ground plane but drapes closer than 0,4 m, then the excess shall be folded at the cable centre into a bundle no longer than 0,4 m. The bundle shall be positioned such that it is either 0,4 m above the horizontal reference ground plane or at the height of the cable entry or connection point if this is within 0,4 m of the horizontal reference ground plane.

For equipment with a vertical cable riser, the number of risers shall be typical of installation practice. Where the riser is made of non-conductive material, a minimum spacing of at least 0,2 m shall be maintained between the closest part of the equipment and the nearest vertical cable. Where the riser structure is conductive, the minimum spacing of 0,2 m shall be between the closest parts of the equipment and riser structure.

6.4.1.4 Arrangement for combinations of tabletop and floor-standing equipment

Intra-unit cables between a tabletop unit and a floor-standing unit shall have the excess cable folded into a bundle no longer than 0,4 m. The bundle shall be positioned such that it is either 0,4 m above the horizontal reference ground plane or at the height of the cable entry or connection point if this is within 0,4 m of the horizontal reference ground plane.

Add, after the existing Subclause 6.4.6, the new subclauses:

6.4.7 Operation of multifunction equipment

Multifunction equipment that is subjected simultaneously to different clauses of a product standard and/or different standards shall be tested with each function operated in isolation, if this can be achieved without modifying the equipment internally. The equipment thus tested shall be deemed to have complied with the requirements of all clauses/standards when each function has satisfied the requirements of the relevant clause/standard.

For equipment that it is not practical to test with each function operated in isolation, or where the isolation of a particular function would result in the equipment being unable to fulfil its primary function, or where the simultaneous operation of several functions would result in saving measurement time, the equipment shall be deemed to have complied if it meets the provisions of the relevant clause/standard with the necessary functions operated.

6.4.8 Determination of EUT arrangement(s) that maximizes emissions

Initial testing shall identify the frequency that has the highest disturbance relative to the limit. This identification shall be performed whilst operating the EUT in typical modes of operation and with cable positions in a test arrangement that is representative of typical installation practice.

The frequency of highest disturbance with respect to the limit shall be found by investigating disturbances at a number of significant frequencies. This provides confidence that the probable frequency of maximum disturbance has been found and that the associated cable, EUT arrangement and mode of operation has been identified.

For initial testing, the EUT should be arranged in accordance with the product standards as appropriate.

6.4.9 Recording of measurement results

Of those disturbances above $(L - 20 \text{ dB})$, where L is the limit level in $\text{dB}(\mu\text{V})$ or $\text{dB}(\mu\text{A})$, the disturbance levels and the frequencies of at least the six disturbances having the smallest margin to the limit L shall be recorded.

In addition, the test report shall include the value of the measurement instrumentation uncertainty corresponding to the used test setup, calculated as per the requirements of CISPR 16-4-2.

7.3.1 General

Replace the existing Note by the following new Note:

NOTE Some standards use the terms impedance stabilization network (ISN) for ANs for emission measurements on telecommunication ports (i.e. AANs or Y-networks).

7.3.3 Voltage probes

Replace the existing first paragraph of this subclause by the following new paragraph:

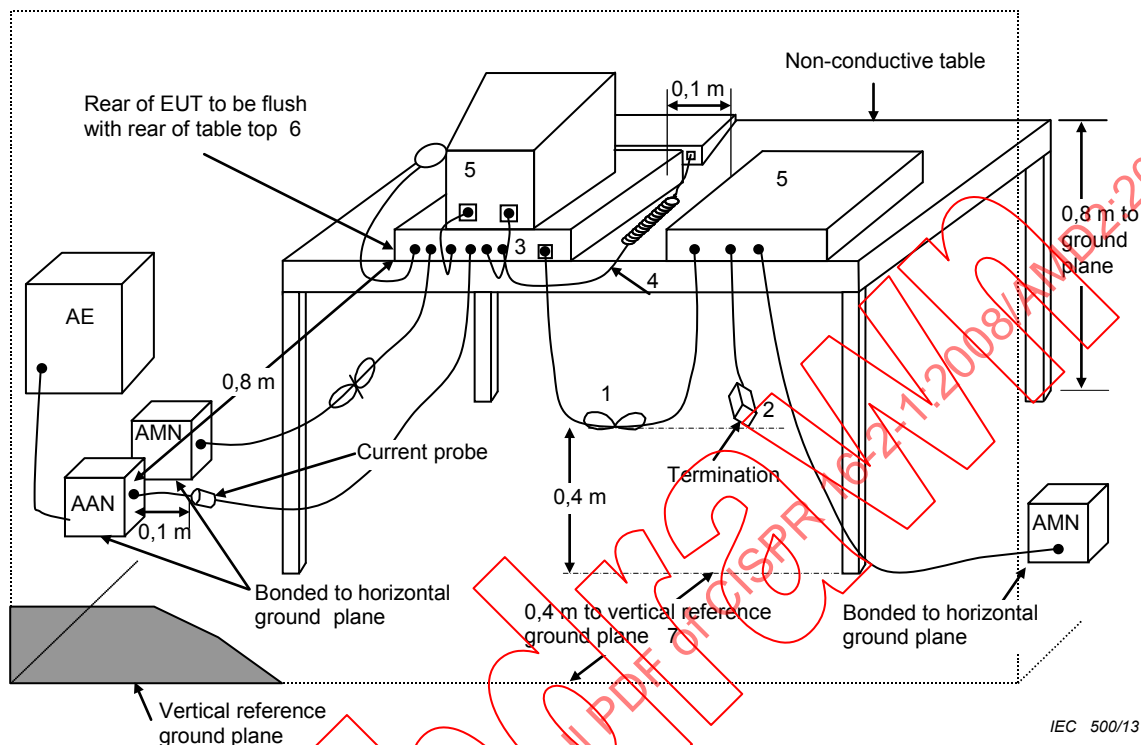
For specifications of voltage probes, see CISPR 16-1-2.

7.4.1 Arrangement of the EUT and its connection to the AN

Replace, in the fifth dashed item of the list of this subclause, the abbreviation "ISNs" by the new abbreviation "AANs."

Figure 6 – Test configuration: table-top equipment for conducted disturbance measurements on power mains

Replace the existing figure and notes, modified by Amendment 1, by the following:



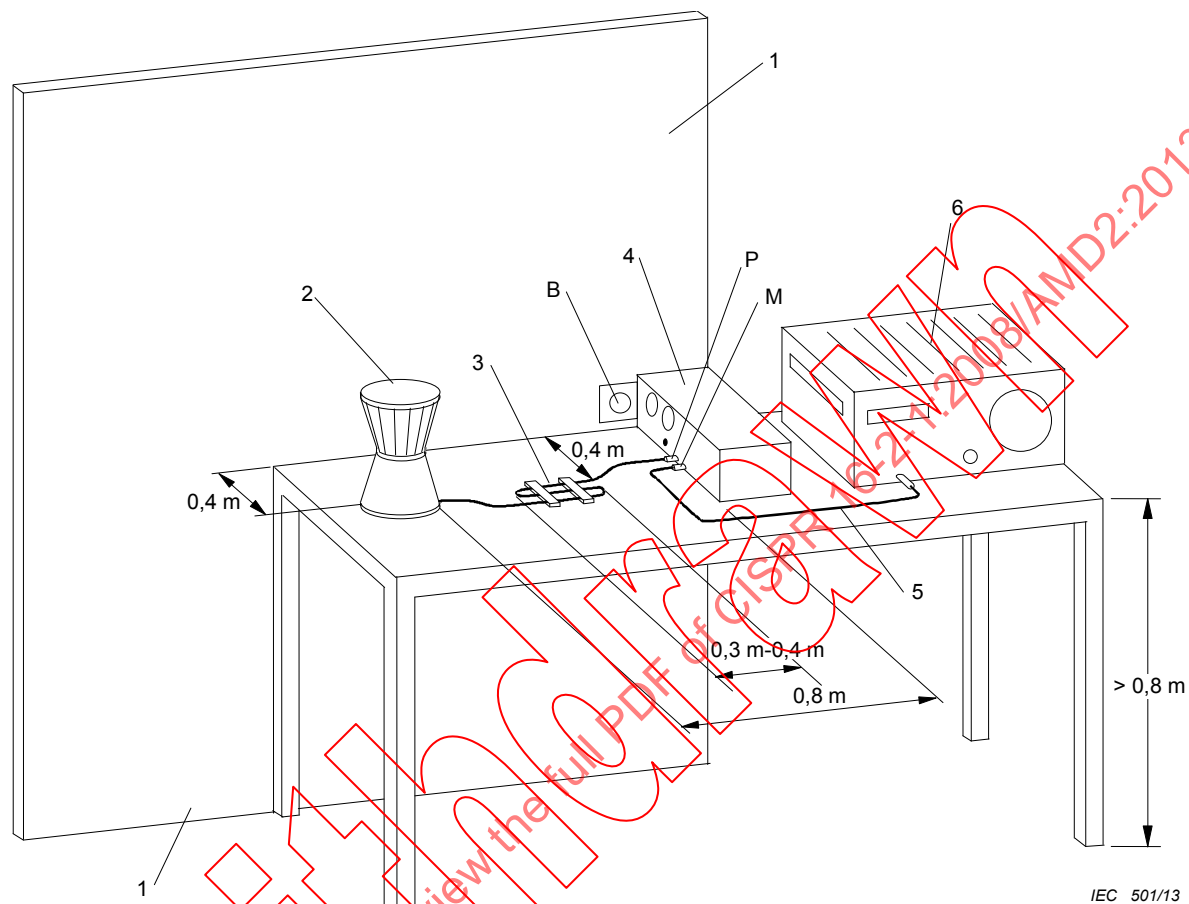
- 1 Interconnecting cables that hang closer than 40 cm to the ground plane shall be folded back and forth forming a bundle 40 cm long or less, hanging approximately in the middle between the ground plane and the table. The minimum bend radius of the cable shall not be exceeded. If the bend radius causes the bundle length to exceed 40 cm, the bend radius shall determine the bundle length.
- 2 I/O cables that are connected to a peripheral shall be bundled in the centre. The end of the cable may be terminated if required using correct terminating impedance. The total length shall not exceed 1 m – if possible.
- 3 EUT is connected to one AMN. Measurement terminals of AMNs and AANs must be terminated with 50 Ω if not connected to the measuring receiver. AMNs are placed directly on the horizontal ground plane 0.8 m from the EUT and 40 cm from vertical ground plane if the vertical ground plane is the reference ground plane (see also Figure 7 a)). Alternatively (as shown in Figure 7 b)), AMNs are placed on the vertical ground plane 0.8 m from the EUT, if the horizontal ground plane is the reference ground plane, which is 40 cm below the EUT. To reach the 0.8 m distance, the AMNs may have to be moved to the side. All associated equipment is connected to a second AMN if this second AMN is capable of supplying the necessary power. In cases where a single AMN is not capable of supplying the necessary power, several AMNs may be used to supply the associated equipment.
- 4 Cables of hand-operated devices, such as keyboards, mice, etc., shall be placed as close as possible to the host.
- 5 Non-EUT components being tested.
- 6 Rear of EUT, including peripherals, shall all be aligned and flush with rear of table-top.
- 7 Rear of table-top shall be at a distance of 40 cm from a vertical conducting plane that is bonded to the floor ground plane.

Tolerances of cable lengths and distances are as practical as possible.

Figure 6 – Test configuration: table-top equipment for conducted disturbance measurements on power mains

Figure 8 – Optional example test configuration for an EUT with only a power cord attached

Replace the existing figure and notes by the following:



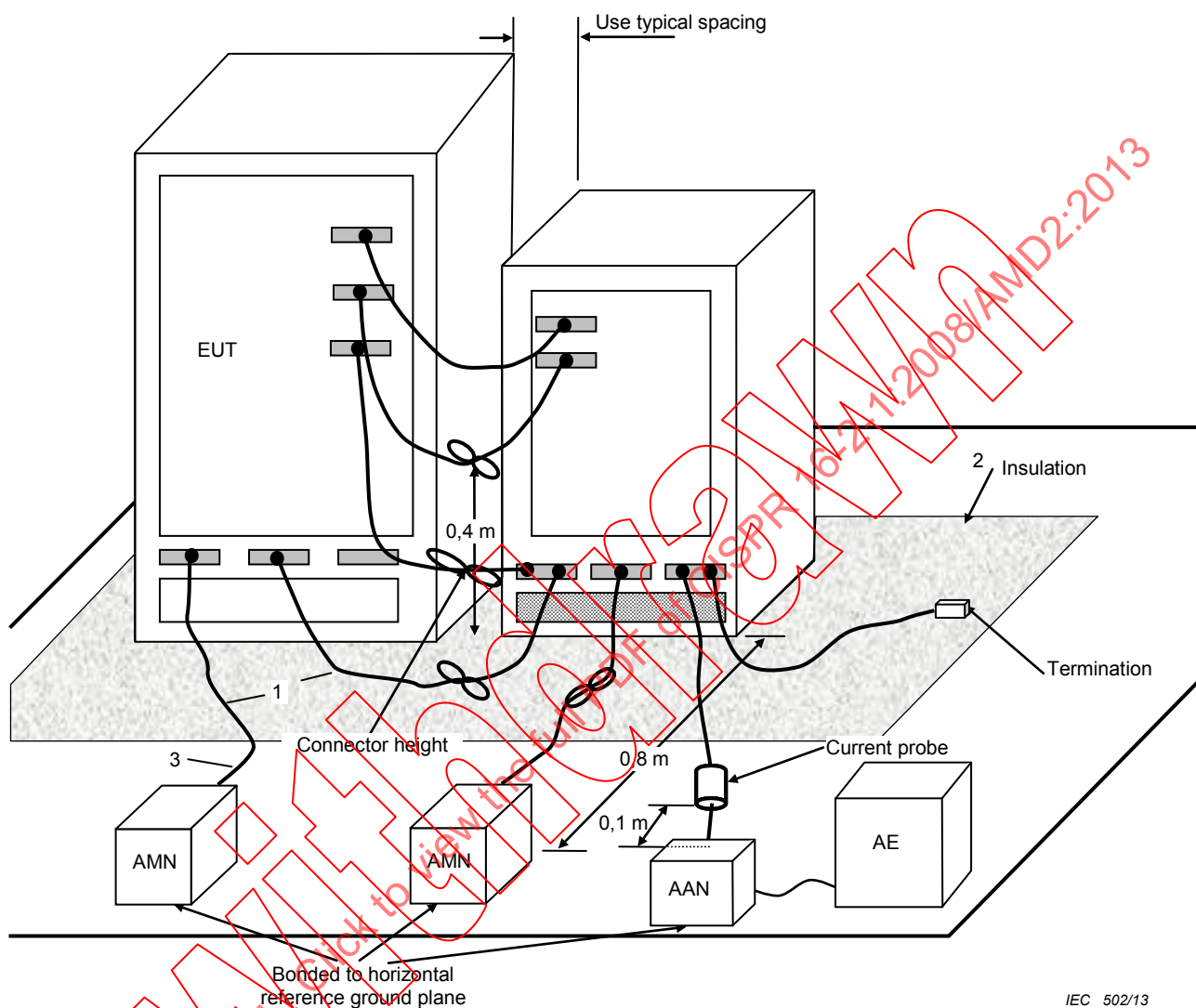
- 1 Metallic wall 2 m × 2 m
- 2 EUT
- 3 Excess power cord (e.g., 0,02 m × 0,3 m forming a meander)
- 4 AMN
- 5 Coaxial cable
- 6 Measuring receiver
- B Reference ground connection
- M Measuring receiver input
- P Power to EUT

Tolerances of cable lengths and distances are as practical as possible.

Figure 8 – Optional example test configuration for an EUT with only a power cord attached

Figure 9 – Test configuration: floor-standing equipment (see 7.4.1 and 7.5.2.2)

Replace the existing figure and notes by the following:



IEC 502/13

- 1 Excess cables shall be bundled in the centre or shortened to appropriate length.
- 2 The EUT and cables shall be insulated (up to 15 cm) from the ground plane.
- 3 The EUT is connected to one AMN. The AMN can be placed on top of or immediately beneath the ground plane.
All other equipment is powered from the second AMN.

Tolerances of cable lengths and distances are as practical as possible.

Figure 9 – Test configuration: floor-standing equipment (see 7.4.1 and 7.5.2.2)

Add, after the existing Annex F added by Amendment 1, the following new Annexes G, H and I as follows:

Annex G (informative)

Guidance for measurements on telecommunications ports

G.1 Limits

The disturbance voltage (or current) limit is defined for a TCM load impedance of $150\ \Omega$ (as seen by the EUT at the AE port during the measurement). This standardisation is necessary in order to obtain reproducible measurement results, independent of the indeterminate TCM impedance at the AE and the EUT.

NOTE 1 The common mode disturbances created from the wanted signal can be controlled at the design stage of the interface technology by giving proper consideration to the factors explained in CISPR/TR 16-3.

In general, the TCM impedance seen by the EUT at the AE port is not defined unless an AAN/CDN is used. If the AE is located outside the shielded room, the TCM impedance seen by the EUT at the AE port can be determined by the TCM impedance of the feed-through filter between the measurement set-up and the outside world. A Π -type filter has a low TCM impedance, whilst a T-type filter has a high TCM impedance.

NOTE 2 CDNs are described in IEC 61000-4-6.

AAN/CDNs do not exist for all types of cables used by EUTs. Therefore it is also necessary to define alternative test methods that do not use AAN/CDNs (i.e. “non-invasive” test methods).

Only the cable attached to the EUT port under test is shown in the figures of Annex H. Normally, there are several other cables (or ports) present at the EUT. At least the connection to the mains terminal is represented in most cases. The TCM impedance of these other connections (including a possible ground connection), and the presence or absence of these connections during the test, can influence the measurement result significantly, in particular for small EUTs. Therefore, the TCM impedance of the non-measured connections should be specified for the test of small EUTs. In addition to the port under test, it is sufficient to have at least two additional ports connected to a TCM impedance of $150\ \Omega$ (normally by using an AAN or CDN, with the RF measurement port terminated with $50\ \Omega$ load) to reduce this influence effect to a negligible amount.

Coupling devices for unshielded balanced pairs should also simulate the typical LCL (longitudinal conversion loss) of the lowest cabling category (worst LCL) specified for the telecom port under test. The intent of this requirement is to account for the transformation of the symmetrical signal into a CM (common mode) signal, which might contribute to the radiation when the EUT is in the end-use application. Asymmetry is built-in to an AAN to yield the specified LCL; this asymmetry may enhance or cancel the asymmetry of the EUT. To establish the worst case emissions and optimize test repeatability, consideration should therefore be given to repeating the testing with the LCL imbalance on each wire of a balanced pair when using the appropriate AAN.

Because imbalance on each balanced pair may contribute to the total common mode conducted emission, all combinations of imbalance on all balanced pairs should be considered. For a single balanced pair, this is a relatively minor impact on test effort – i.e. the two wires are reversed. However, for two balanced pairs, the number of LCL loading combinations is four (i.e. test configurations). For four balanced pairs, the number of loading combinations grows to sixteen. Such numbers will have a significant impact on test time and test documentation. Such testing should be undertaken with care, and properly documented if implemented.

The RF measurement port of an AAN/CDN not connected to the measuring receiver shall be terminated in a 50 Ω load.

Table G.1 summarizes the advantages and disadvantages of the methods described in Annex H.

Table G.1 – Summary of advantages and disadvantages of the methods described in the specific subclauses of Annex H

	Subclause H.5.2 (AAN)	Subclause H.5.3 (150 Ω load and cable shield)	Subclause H.5.4 (current probe and CVP)
Advantages	Smallest measurement uncertainty (Possible only if AAN/CDNs with appropriate transmission properties are available) LCL shall be known and shall be taken into account	– Non-invasive (except for the removal of the insulation of the shielded cable) – Always applicable for shielded cables – Small measurement uncertainty for higher frequencies	Non-invasive
Disadvantages	– Not applicable in all cases (needs appropriate AAN/CDNs) – Invasive (needs appropriate cable connections) – Needs an individual AAN/CDN for each cable type (results in a high number of different AAN/CDNs) – No isolation to symmetric signals from the AE is provided by an AAN	– Increased measurement uncertainty for very low frequencies (< 1 MHz) – Destruction of the cable insulation is necessary – Reduced isolation against disturbances from the AE side (compared to H.5.2) – Does not assess the interference potential that arises from the conversion of the symmetric signal into a common mode signal due to the limited LCL of the cable network to which the EUT port will be connected	– No isolation against disturbances from the AE side (compared to H.5.2) – Does not assess the interference potential that arises from the conversion of the symmetric signal into a common mode signal due to the limited LCL of the cable network to which the EUT port will be connected

G.2 Combination of current probe and capacitive voltage probe (CVP)

The method described in H.5.4 has the advantage of being applicable in a non-invasive way to all types of cables. However, unless the TCM impedance seen by the EUT at the AE connection is 150 Ω , the method of H.5.4 in general will show a result which is too high, but never too low (i.e. worst case estimation of the emission).

G.3 Basic ideas of the capacitive voltage probe

The set-up of Figure H.3 uses a capacitive voltage probe to measure the CM voltage. There are two approaches to the construction of a capacitive voltage probe. For either approach, if a TCM impedance of 150 Ω is present, the capacitance of the capacitive voltage probe to the cable attached to the EUT port under test will appear as a load in parallel with the 150 Ω TCM impedance.

NOTE 1 A CVP does not simulate the differential to common mode conversion that takes place in telecommunication networks (but which an AAN does), and therefore a CVP cannot be used to measure the converted common mode voltage. For the same reason, a combination of a CVP and a current probe cannot replace the AAN.

The TCM impedance tolerance is $\pm 20 \Omega$ over the frequency range of 0,15 MHz to 30 MHz. If the capacitive voltage probe loading acts to reduce the 150Ω TCM impedance at most down to 130Ω , the capacitance of the capacitive voltage probe to the cable attached to the EUT port under test should be $< 5 \text{ pF}$ at 30 MHz (the worst case frequency). At 30 MHz, 5 pF is an impedance of approximately $-j1\,061 \Omega$, which in parallel with 150Ω yields a combined TCM of approximately 148Ω . Refer to Figure G.2 of CISPR 16-1-2:2003, Amendment 1 (2004) for further background information.

The first approach to construction of a capacitive voltage probe is to have the probe be a single device that relies on physical distance from the cable attached to the EUT port under test to achieve the $< 5 \text{ pF}$ loading. This style of capacitive voltage probe is described in 5.2.2 of CISPR 16-1-2:2003, Amendment 1 (2004).

The second approach to construction of a CVP uses a capacitive coupling device in close proximity to the cable attached to the EUT port under test (the device is actually in physical contact with the insulation of the cable attached to the EUT port under test). A standard oscilloscope-type voltage probe having an impedance $> 10 \text{ M}\Omega$, with a probe capacitance $< 5 \text{ pF}$, is placed in series with the capacitive coupling device. The theory is that the probe capacitance in series with the capacitance of the capacitive coupling device will present only the probe capacitance to the cable attached to the EUT port under test. In practice, given the physical size of the capacitive coupling device, it is possible to have a large stray capacitance in parallel with the probe capacitance. If this occurs, the total capacitive loading will be greater than that of the probe itself, and the requirement to have loading $< 5 \text{ pF}$ may be violated. If this technique is employed, the capacitive loading should be verified by measurement, i.e. not rely only on theory.

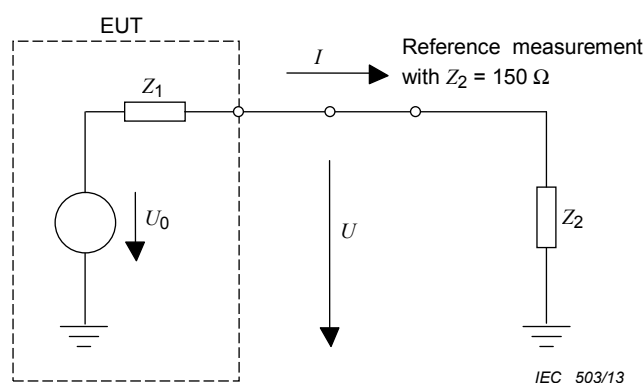
This capacitance measurement can be made with any capacitance meter that can operate over the 150 kHz to 30 MHz frequency range. The capacitance is measured between the cable attached to the EUT port under test (all wires in the cable are connected together at the connection point to the meter) and the reference ground plane. The same type of cable used in the conducted disturbance measurement should be used for this capacitance measurement.

NOTE 2 The uncertainty of this method is lowest if the length of cable between the EUT and AE is less than 1,25 m. Significantly longer cables are subject to standing waves, which can adversely affect voltage and current measurements.

G.4 Combination of current limit and voltage limit

If the TCM impedance is not 150Ω , the measurement of the voltage or the current alone is not acceptable, because of a very high measurement uncertainty due to the undefined and unknown TCM impedances. However, if both voltage and current are measured with limits on current and voltage applied simultaneously, the result is a worst case estimation of the disturbance, as explained below.

The basic circuit for which the limits are defined is shown in Figure G.1. This circuit is the reference for which the limits expressed in terms of current and voltage are derived; any other measurement should be compared to this basic circuit. In Figure G.1, Z_1 is an unknown parameter of the EUT; Z_2 is 150Ω in the reference measurement.



**Figure G.1 – Basic circuit for considering the limits
with a defined TCM impedance of 150 Ω**

If the measurement is performed without specifying the TCM impedance seen by the EUT, the simplified circuit is as shown in Figure G.2, where the TCM impedance Z_2 seen by the EUT is defined by the AE, and can have any value. Therefore, Z_1 as well as Z_2 are unknown parameters of the measurement.

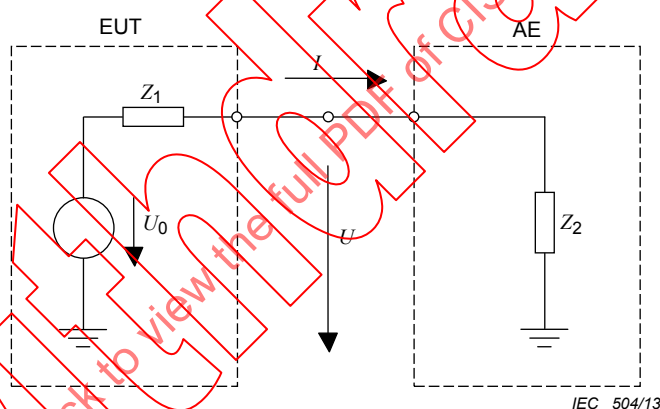


Figure G.2 – Basic circuit for the measurement with unknown TCM impedance

If the measurement is performed using the circuit of Figure G.1, the current limit and the voltage limit are equivalent. The relation between current and voltage will always be 150 Ω, and either can be used to determine compliance. However, this is not the case if Z_2 is not 150 Ω (i.e. see Figure G.2).

It is important to note that compliance with the limit is not solely determined by the source voltage U_0 . The interference voltage measured should use a standardized Z_2 of 150 Ω, and depends on Z_1 , Z_2 and U_0 together. For example, with the set-up from Figure G.1, the voltage limit value can be reached with an EUT containing a high impedance Z_1 and a high source voltage U_0 , or with a lower U_0 combined with a lower impedance Z_1 .

In the more general case of Figure G.2, where Z_2 is not defined, it is not possible to measure the exact value of the interference voltage. Because Z_1 and U_0 are not known, it is not possible to derive the interference voltage, even if the value of Z_2 is known (or is measured or calculated from I and U). For example, if an EUT with disturbance above the limit is evaluated only by measuring the voltage in a test set-up with low Z_2 ($Z_2 < 150 \Omega$) at the AE side, the EUT might still seem to comply with the limits. In contrast, if the same EUT is measured only

by measuring the current in a test set-up with high Z_2 (for example by adding ferrites), the EUT might again seem to comply with the limits.

However, it can be shown that if the current limit and the voltage limit are applied simultaneously, an EUT with disturbance results exceeding the limits will always be identified by exceeding either the current limit (if Z_2 is $< 150 \Omega$) or the voltage limit (if Z_2 is $> 150 \Omega$).

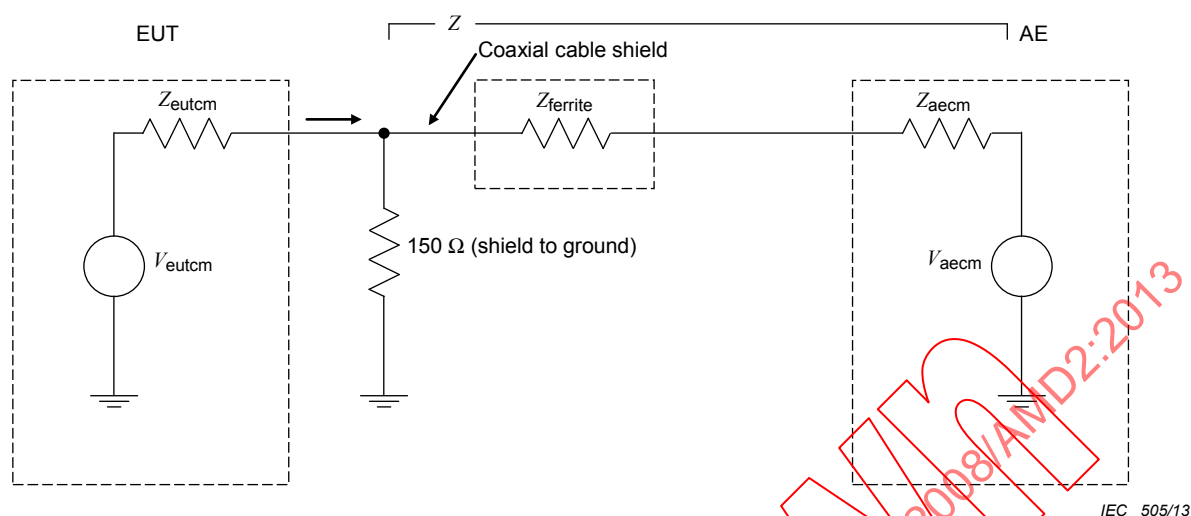
If the TCM impedance of the AE (Z_2) differs significantly from 150Ω , it is possible that an EUT which would comply with the limits if measured with $Z_2 = 150 \Omega$ may be deemed non-compliant. However, it will never happen that an EUT not complying with the limits is deemed to be compliant. A measurement according to H.5.4 is therefore a worst case estimation of the disturbance. If an EUT exceeds the limit with the H.5.4 method, it is possible the EUT would comply with the limits if it could be measured with $Z_2 = 150 \Omega$.

G.5 Adjusting the TCM impedance with ferrites

In some cases (i.e. if the TCM impedance at the AE side is originally lower than 150Ω), it is possible to adjust the impedance by adding ferrites on the cable attached to the EUT port under test. Subclause H.5.5 requires measurement of the TCM impedance, and adjustment of the ferrites at each frequency to be measured, until the TCM impedance is $150 \Omega \pm 20 \Omega$. Therefore, the method is relatively complicated and time-consuming if applied for the full frequency spectrum. If the TCM impedance at the AE side is originally higher than 150Ω , there is no way to adjust the impedance to 150Ω by adding ferrites or shifting the position of the ferrites for frequencies below 30 MHz (other methods to adjust the TCM impedance for specific frequencies could be used instead).

G.6 Ferrite specifications for use with methods of Annex H

Subclause H.5.3 defines a test set-up for measuring the common mode conducted disturbance on the shield of a coaxial cable. A load impedance of 150Ω is connected between the coaxial shield and the reference ground plane, as shown in Figure H.2. Ferrites are shown placed over the coaxial shield between the 150Ω load and the AE. The following paragraphs present methods for verifying that the ferrites are satisfying the requirements of H.5.3.



Key

V_{eutcm}	common mode voltage generated by the EUT
Z_{eutcm}	common mode source impedance of the EUT
V_{aecm}	common mode voltage generated by the AE
Z_{aecm}	common mode source impedance of the AE
$Z_{ferrite}$	impedance of the ferrites
Z	combined impedance of the 150 Ω load, $Z_{ferrite}$, and Z_{aecm}

Figure G.3 – Impedance layout of the components used in Figure H.2

Figure G.3 shows all of the basic impedances involved in Figure H.2. The ferrites are specified in H.5.3 to provide high impedance such that the common mode impedance towards the right of the 150 Ω resistor shall be sufficiently large so as to not affect the measurement (Z in Figure G.3).

The previous paragraph infers that the combined series impedance of $Z_{ferrite}$ and Z_{aecm} should not load down the 150 Ω resistor. The general approach in the CISPR 16 series is for tolerance of $\pm 20\ \Omega$ on 150 Ω common mode loads over the frequency range of 0,15 MHz to 30 MHz. Combining these two concepts, the combined series impedance of $Z_{ferrite}$ and Z_{aecm} in parallel with the 150 Ω resistor (Z in Figure G.3) should be no lower than 130 Ω. This in turn implies that this relationship should hold regardless of the value of Z_{aecm} .

In order to establish the impedance characteristics of the ferrites, only two cases need to be considered, i.e. Z_{aecm} = open circuit, and Z_{aecm} = short circuit. If the ferrites can be selected to satisfy these requirements, any value of Z_{aecm} will be acceptable.

- Case 1: Z_{aecm} = open circuit

The combined series impedance of $Z_{ferrite}$ and Z_{aecm} is also an open circuit. An open circuit in parallel with the 150 Ω load yields 150 Ω. $Z_{ferrite}$ can be of any value.

- Case 2: Z_{aecm} = short circuit

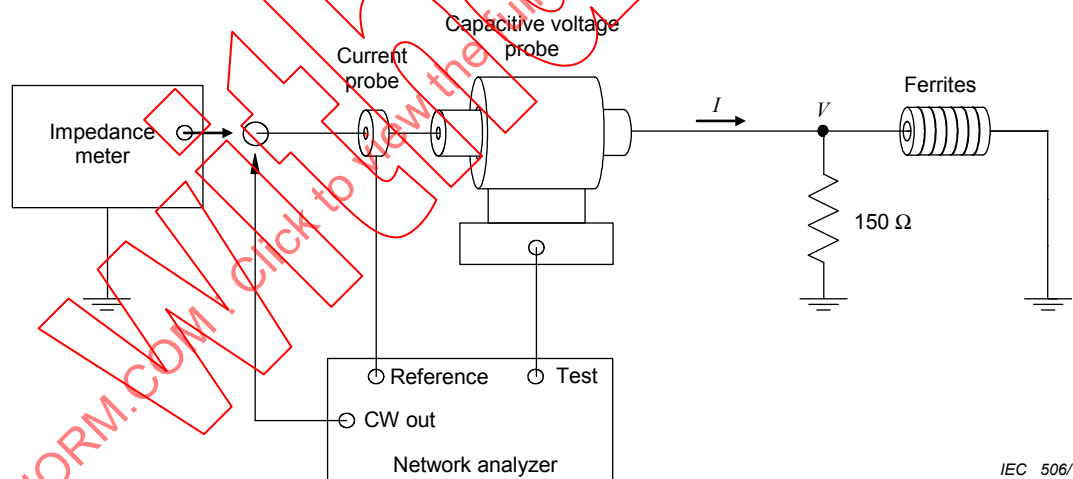
The combined series impedance of $Z_{ferrite}$ and Z_{aecm} is equal to $Z_{ferrite}$. The value of $Z_{ferrite}$ in parallel with the 150 Ω resistor shall then be no lower than 130 Ω. In equation form:

$$\frac{150Z_{\text{ferrite}}}{150 + Z_{\text{ferrite}}} \geq 130 \Omega$$

Solving for Z_{ferrite} yields a value of 975Ω . This implies that the ferrites selected for this application shall have a minimum impedance of 975Ω over the frequency range of 0,15 MHz to 30 MHz. For a given set of ferrites, the minimum impedance ($j\omega L$) will occur at the minimum frequency of 0,15 MHz.

Combining the two conditions described above, it is seen that the second condition at 0,15 MHz sets the minimum requirements for the impedance of the ferrites. Any value of impedance for the ferrites above this value would be acceptable.

In order to establish that the selected ferrites will accomplish the intended function, use of the test set-up shown in Figure G.4 is suggested. A traditional impedance meter/ analyzer can be used to measure the impedance between point Z (I and V in Figure G.4) and the reference ground. Another approach is to measure the individual voltage and current at point Z then calculate the impedance. At a minimum, the impedance measurement should be made at 0,15 MHz. However, it is advisable to measure the impedance across the entire 0,15 MHz to 30 MHz range, to ensure that any stray capacitance associated with the ferrites and the coaxial cable does not degrade the ferrite impedance. This effect is of concern because laboratory data have shown that it is unlikely that the desired impedance can be achieved with only a single pass of the coaxial cable through the ferrites – i.e. multiple passes through the ferrites are necessary. This arrangement increases the chances of stray capacitance adversely affecting the impedance of the ferrites. It has been demonstrated that in the laboratory the desired impedance versus frequency can be achieved.



IEC 506/13

Figure G.4 – Basic test set-up to measure combined impedance of the 150 Ω and ferrites

Annex H (normative)

Specifics for conducted disturbance on telecommunication ports

H.1 General

The purpose of this annex is to define methods of measurement of the unwanted common mode emission at the telecommunication ports of an EUT. Various measurement procedures can be used, as summarized in Table H.1.

Where there are multiple similar ports on an EUT, it shall be shown by pre-scanning or some other technique that the ports are similar in their emissions performance, and that the conducted disturbance on the selected port is representative of the other similar ports.

Table H.1 – Telecommunication port disturbance measurement procedure selection

	Cable type	Number of pairs	Example AANs	Measurement type	Procedures
1	Balanced, unscreened	1 (2 wires) 2 (4 wires) 3 (6 wires) 4 (8 wires)	Figure I.1 Figure I.2 Figure I.3 Figure I.3	Voltage	H.5.2
2	Balanced, unscreened	1 (2 wires) 2 (4 wires) 3 (6 wires) 4 (8 wires) > 4 (> 8 wires)	Not applicable	Voltage and current	H.5.4 Adjustment of the matching network (CMAD) may be required to achieve the specified impedance.
3	Screened or coaxial	Not applicable	Figure I.10 Figure I.8	Voltage	H.5.2
4	Screened or coaxial	Not applicable	Not applicable	Current or voltage	H.5.3
5	Unbalanced cables	Not applicable	Not applicable	Voltage and current	H.5.4 Adjustment of the matching network (CMAD) may be required to achieve the specified impedance.
6	Unbalanced mains	Not applicable	Relevant AMN	Voltage	The AMN shall be used as a voltage probe.

Further details:

- a) Where used, an AAN shall satisfy all the requirements defined in H.2.
- b) Where used, the current probe shall satisfy the requirements defined in H.3 and the voltage probe shall satisfy the requirements defined in H.4.
- c) When measuring the mains terminal emission voltages, the mains voltage shall be supplied to the EUT via the AMN used.
- d) The procedure described in H.5.2 gives results with the lowest measurement uncertainty.
- e) Each EUT unscreened symmetrical telecommunication port shall be tested with the example AAN applicable to the total number of balanced pairs in that EUT port (for example, a four-pairs EUT port shall use the example AAN shown in Figures I.3, I.6 or I.7), provided that at least one pair is used for balanced telecommunication and is independent of how the other pairs in the cable are used.
- f) The AANs shown in Figures I.2 and I.3 can be used for any number of pairs up to the maximum; remaining AANs from Annex I are appropriate only for use with the stated number of pairs in the cable.

H.2 Characteristics of AANs

Measurement of common mode (asymmetric mode) current or voltage emissions at wired network ports for attachment of unscreened balanced pairs shall be performed with the wired network port connected by a cable to an AAN; thus, the AAN shall define the common mode termination impedance seen by the wired network port during the disturbance measurements.

The AAN (as calibrated including all appropriate adapters required to connect to the EUT and AE) shall have the following properties:

- The common mode termination impedance in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz shall be $150 \Omega \pm 20 \Omega$, phase angle $0^\circ \pm 20^\circ$.
- The AAN shall provide sufficient isolation against emissions from an AE or load connected to the wired network port being measured. The attenuation of the AAN, for common mode emissions originating from the AE, shall be such that the measured level of these emissions at the measuring receiver input shall be at least 10 dB below the relevant emission limit.

The preferred isolation is:

- 150 kHz to 1,5 MHz, isolation > 35 dB to 55 dB, increasing linearly with the logarithm of the frequency;
- 1,5 MHz to 30 MHz, isolation > 55 dB.

NOTE Isolation is the decoupling of common mode emission originating in an AE and subsequently appearing at the EUT port of the AAN. Certain parameters of the test system are considered in determining the adequate requirement for emission levels.

- The AAN shall meet the longitudinal conversion loss (a_{LCL}) requirements from 150 kHz to 30 MHz stated in Table H.2. Actual LCL values to simulate different cable categories are defined in Table H.2.

Table H.2 – a_{LCL} values

Cable type	a_{LCL} dB	Tolerance dB
Cat 3 (or better)	$a_{LCL} = 55 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3
Cat 5 (or better)	$a_{LCL} = 65 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 for $f < 2$ MHz $-3 / +4,5$ for $2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$
Cat 6 (or better)	$a_{LCL} = 75 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 for $f < 2$ MHz $-3 / +6$ for $2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$

NOTE 1 The equations provide the variation of LCL (a_{LCL}) in dB with frequency f in MHz.

NOTE 2 LCL versus frequency is an approximation of the LCL of typical unscreened balanced cables in representative environments. The specification for category 3 is considered representative of the LCL of typical telecommunication access networks.

- The insertion loss, or other deterioration of the signal quality in the wanted signal frequency band caused by the presence of the AAN, shall not significantly affect the normal operation of the EUT.
- The voltage division factor (F_{AAN}) shall be ± 1 dB from 150 kHz to 30 MHz. The AAN voltage division factor is calculated as follows:

$$F_{\text{AAN}} = 20 \lg \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \text{ dB}$$

where V_{cm} is the common mode voltage appearing across the common mode impedance presented to the EUT by the AAN, and V_{mp} is the resulting receiver voltage measured directly at the voltage measuring port. The voltage division factor shall be added to the receiver voltage measured directly at the voltage measuring port and the result compared with the voltage limits as applicable. The voltage division factor is a calibrated quantity with an uncertainty and no tolerance.

H.3 Characteristics of current probe

The current probe shall have a uniform frequency response without resonances (over the frequency range of interest), and shall be capable of operating without saturation effects caused by the operating currents in the primary winding.

During measurements of currents, where an AAN is used to terminate the line, a current probe is inadequate for determining the converted common mode, and therefore shall not be used.

The insertion impedance of the current probe shall not be larger than 1Ω (see 5.1 of CISPR 16-1-2:2003).

H.4 Characteristics of capacitive voltage probe

The capacitive voltage probe defined in 5.2.2 of CISPR 16-1-2:2003, Amendment 1 (2004) shall be used.

H.5 Procedures for common mode measurements

H.5.1 General

This clause describes the measurement procedures that can be used to measure the CM conducted disturbance of wired network ports. Depending on the cable type, different procedures can be used, each with its advantages and disadvantages (see also Annex G).

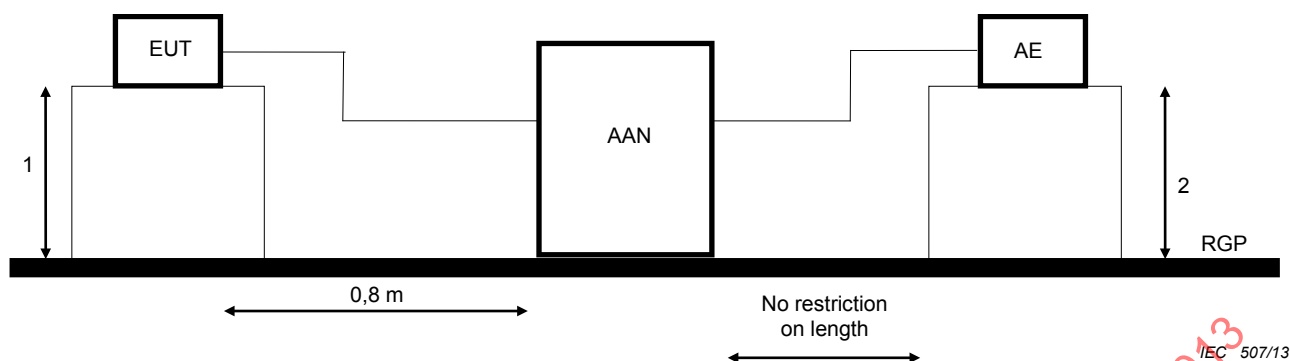
H.5.2 Measurement procedure using AANs

Measurement is made at wired network ports using AANs with longitudinal conversion losses as defined in Table H.2. The EUT shall not exceed the applicable limits when measured with the AAN according to the cable category specified by the equipment documentation provided to the user.

When disturbance voltage measurements are performed, an AAN providing a voltage measuring port suitable for connection to a measuring receiver, while satisfying the wired network port common mode termination impedance requirements, shall be used.

For unscreened cables containing balanced pairs, the AAN according to H.2 shall be used. The LCL values of the AAN shall be within the tolerance in Table H.2 of an AAN appropriate to the cable category connected to the EUT.

- a) Arrange the EUT as per Figure H.1.
- b) Measure the voltage at the measurement port of the AAN, then correct the reading by adding the AAN voltage division factor (F_{AAN}) defined in list item e) of H.2, then compare to the limit.



Key

- 1 Distance to the horizontal RGP: 40 cm for tabletop equipment; up to 15 cm for floor standing equipment. Alternatively, tabletop EUT can be 40 cm from a vertical RGP.
- 2 Distance to the RGP is not critical if the AAN provides sufficient isolation against emissions from an AE.

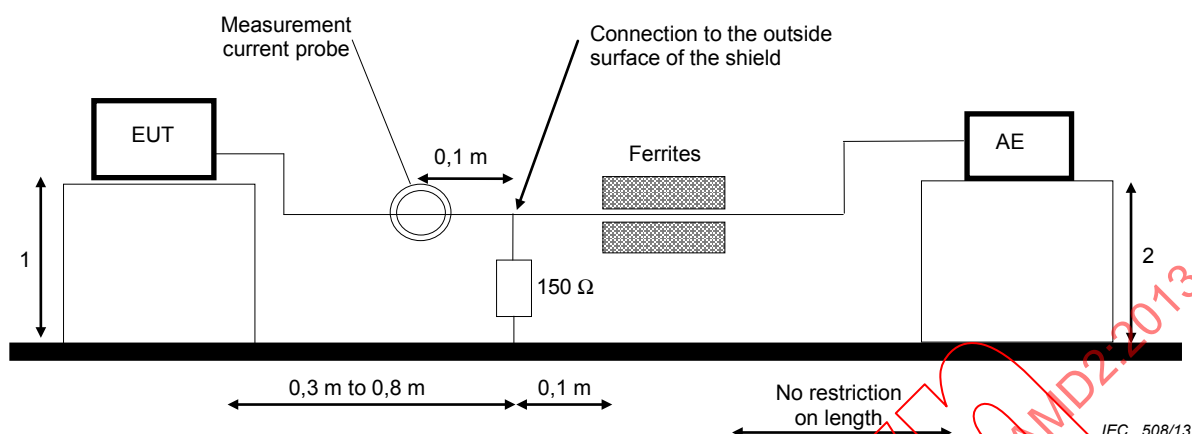
Figure H.1 – Measurement set-up using an AAN

H.5.3 Measurement procedure using a 150 Ω load connected to the outside surface of the cable screen

This procedure can be used for all types of coaxial cables, metallic screens or strength members on fibre optic cables or shielded multi-pair cables.

- a) Arrange the EUT as per Figure H.2.
- b) Break the external protective insulation (exposing the shield), and connect a 150 Ω resistor using an electrical connection from the cable screen to the RGP (through the 150 Ω resistor). The length of this electrical connection shall be $\leq 0,3$ m from the outside surface of the screen to the RGP.
- c) Apply a ferrite tube or clamp between the 150 Ω connection and AE.
- d) Measure the current with a current probe and compare to the current limit. The common mode impedance towards the right of the 150 Ω resistor shall be sufficiently large so as not to affect the measurement. Use the method of H.5.5 to measure this impedance, which should be much larger than 150 Ω so as not to affect the measurement for frequencies emitted by the EUT.

Voltage measurement may also be performed in parallel with the 150 Ω resistor with a high impedance probe, or by using a "50 Ω to 150 Ω adaptor" (described in IEC 61000-4-6 as a 150 Ω load) and applying the appropriate correction factor (9,5 dB in case of the "50 Ω to 150 Ω adaptor").



Key

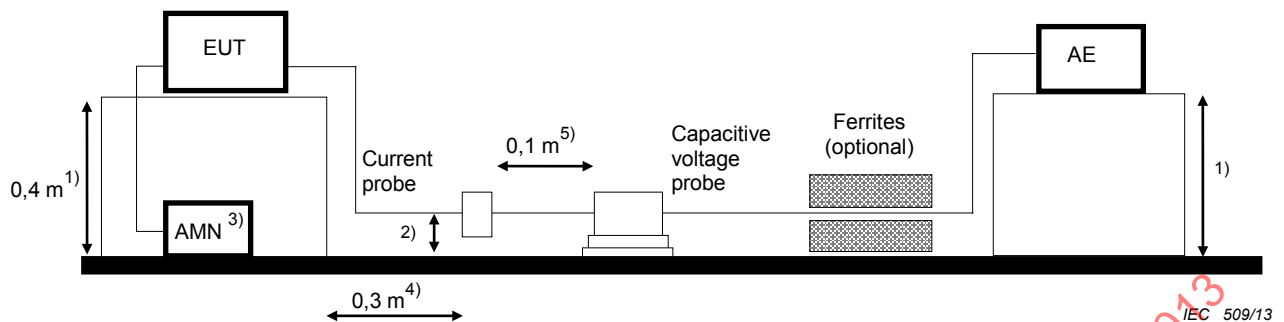
- 1 Distance to the horizontal RGP: 40 cm for tabletop equipment; up to 15 cm for floor standing equipment. Alternatively, tabletop EUT can be 40 cm from a vertical RGP.
- 2 Distance to the RGP is not critical if the impedance of the ferrite is higher than that given in G.6.

Figure H.2 – Measurement set-up using a 150 Ω load to the outside surface of the shield

H.5.4 Measurement procedure using a combination of current probe and capacitive voltage probe

Because an AAN is not used in the procedure, the common mode impedance is not stabilized; therefore the EUT has to be measured against both the voltage and the current limits, as defined in the following steps:

- a) Arrange the EUT as per Figure H.3.
- b) Measure the current with a current probe and compare the results against the current limits.
- c) Measure the voltage with a capacitive voltage probe as specified in H.4.
 - 1) Adjust the measured voltage as follows:
 - i) Current margin ≤ 6 dB: subtract the actual current margin from the measured voltage.
 - ii) Current margin > 6 dB: subtract 6 dB from the measured voltage.
 - 2) Compare the adjusted voltage with the applicable voltage limit.
 - 3) Both the measured current and the adjusted voltage shall be below the applicable current and voltage limits.
- d) If the EUT has met both limits at all frequencies, then the EUT is compliant.



NOTE It is not required to place both the current probe and the capacitive voltage probe in the measurement set-up at the same time unless simultaneous current and voltage measurements are to be made.

- 1) Distance to the horizontal RGP: 40 cm for tabletop equipment; up to 15 cm for floor standing equipment. Alternatively, tabletop EUT can be 40 cm from a vertical RGP.
- 2) The cable used in testing shall drop directly from the EUT to a position $4 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ from the RGP and run at this position between the EUT and AE tables. This restriction does not apply to the section of the cable passing through the voltage probe.
- 3) Unless battery operated, the EUT shall be powered using an AMN placed on the RGP at $> 10 \text{ cm}$ from the nearest edge of the RGP. The EUT power cord shall be routed away from the cable used in testing, to minimize coupling or crosstalk effects.
- 4) The horizontal projection of the EUT to the measurement device shall be $30 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$.
- 5) The current and voltage probes shall be separated by $10 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$. Either the current probe (as shown) or the capacitive voltage probe may be placed on the EUT side.

Figure H.3 – Measurement set-up using current and capacitive voltage probes

H.5.5 Measurement of cable, ferrite and AE common mode impedance

One of the following three procedures is used to measure the total common mode (TCM) impedance of cable, ferrite and AE.

a) Procedure using two current probes

- 1) Characterize the "drive" probe and measurement probe 50Ω system. See Figure H.4. Insert a drive voltage (V_1) from a signal generator into the "drive" probe and record the resulting current (I_1) in the measurement probe.
- 2) Remove the cable from the EUT and short it to ground at the EUT end.
- 3) Apply the same drive voltage (V_1) to the cable with the same "drive" probe.
- 4) Measure the current with the same measurement probe and calculate the common mode impedance of the cable, ferrite and AE combination by comparing the current (I_2) read by the measurement probe with that in the first step (common mode impedance = $50 \times I_1 / I_2$). For example, if I_2 is half I_1 , then the common mode impedance is 100Ω .
- 5) This TCM impedance measurement technique shall be used only under the following conditions:

The loop length (circumference) in the 50Ω characterization set-up of Figure H.4 shall be within 0.9 to 1.1 times the total loop length in Figure H.2 and both loop lengths shall be less than 1.25 m. These conditions are necessary to minimize loop resonance(s) that could affect the impedance measurement and increase measurement uncertainty.

b) Procedure using an impedance analyzer

Connect the impedance analyzer between the cable attached to the EUT port being measured and the RGP. The EUT is disconnected for this measurement, and all wires in the cable attached to the EUT port being measured, including the shield if present, are connected together at the point where they are connected to the impedance analyzer. The cable length conditions cited above shall be applied for this measurement. This measurement set-up is similar to that shown in Figure G.4.

c) Procedure using a network analyzer

Using a network analyzer, a current probe and a capacitive voltage probe, measure the common mode voltage and current. The ratio of the voltage to the current on the cable attached to the EUT port under test, as measured with the network analyzer, defines the TCM impedance. This measurement test set-up is similar to that shown in Figure G.4. All wires in the tested cable, including the shield if present, shall be connected together at the EUT end of the cable, similar to the procedure described in item b).

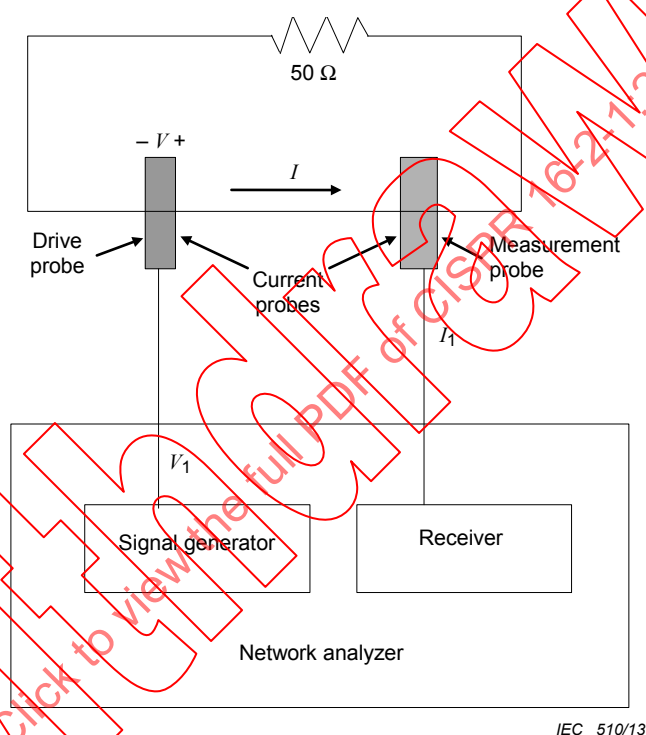


Figure H.4 – Characterization set-up

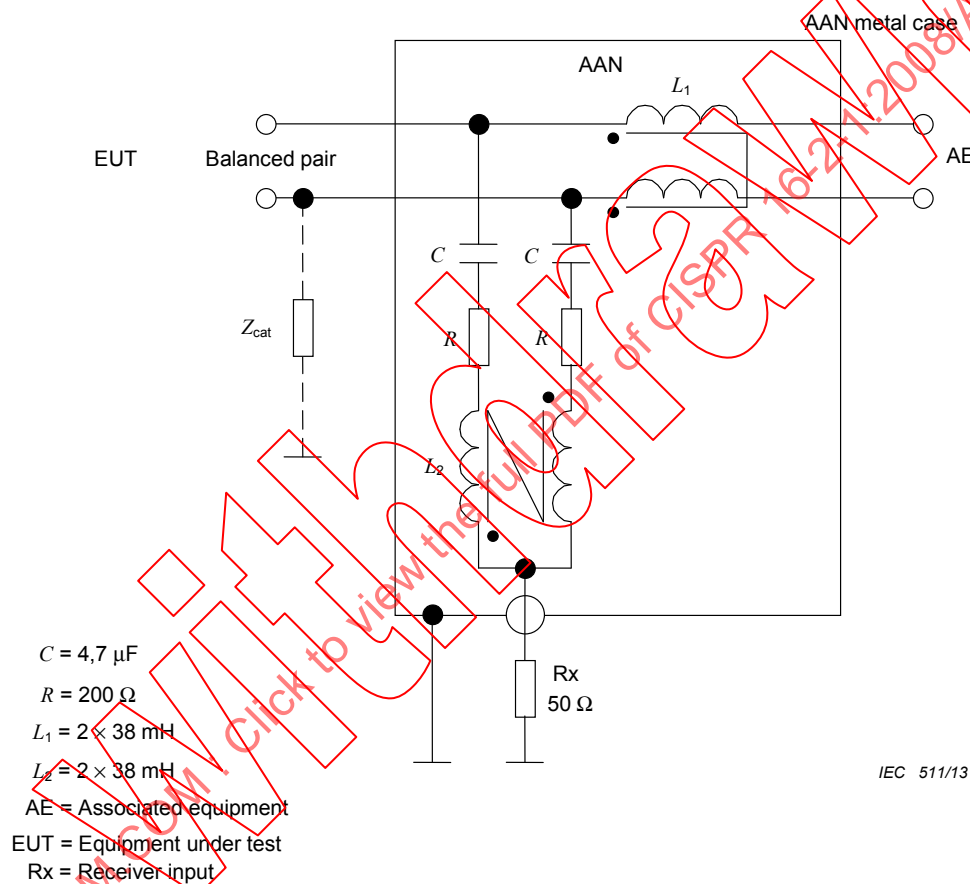
Annex I (informative)

Examples of AANs and ANs for screened cables

I.1 General

Figures I.1 through I.11 provide examples of AANs.

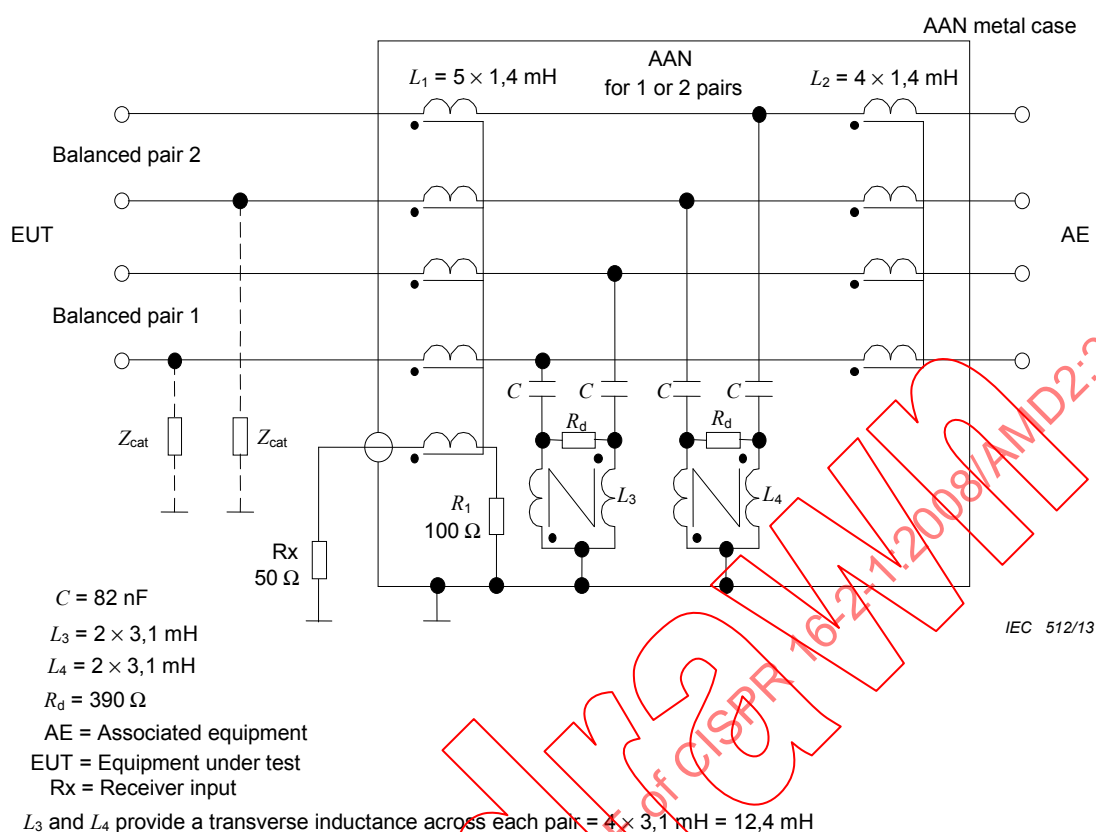
I.2 Schematic diagrams of examples of asymmetric artificial networks (AANs)



NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the LCL.

Figure I.1 – Example AAN for use with unscreened single balanced pairs

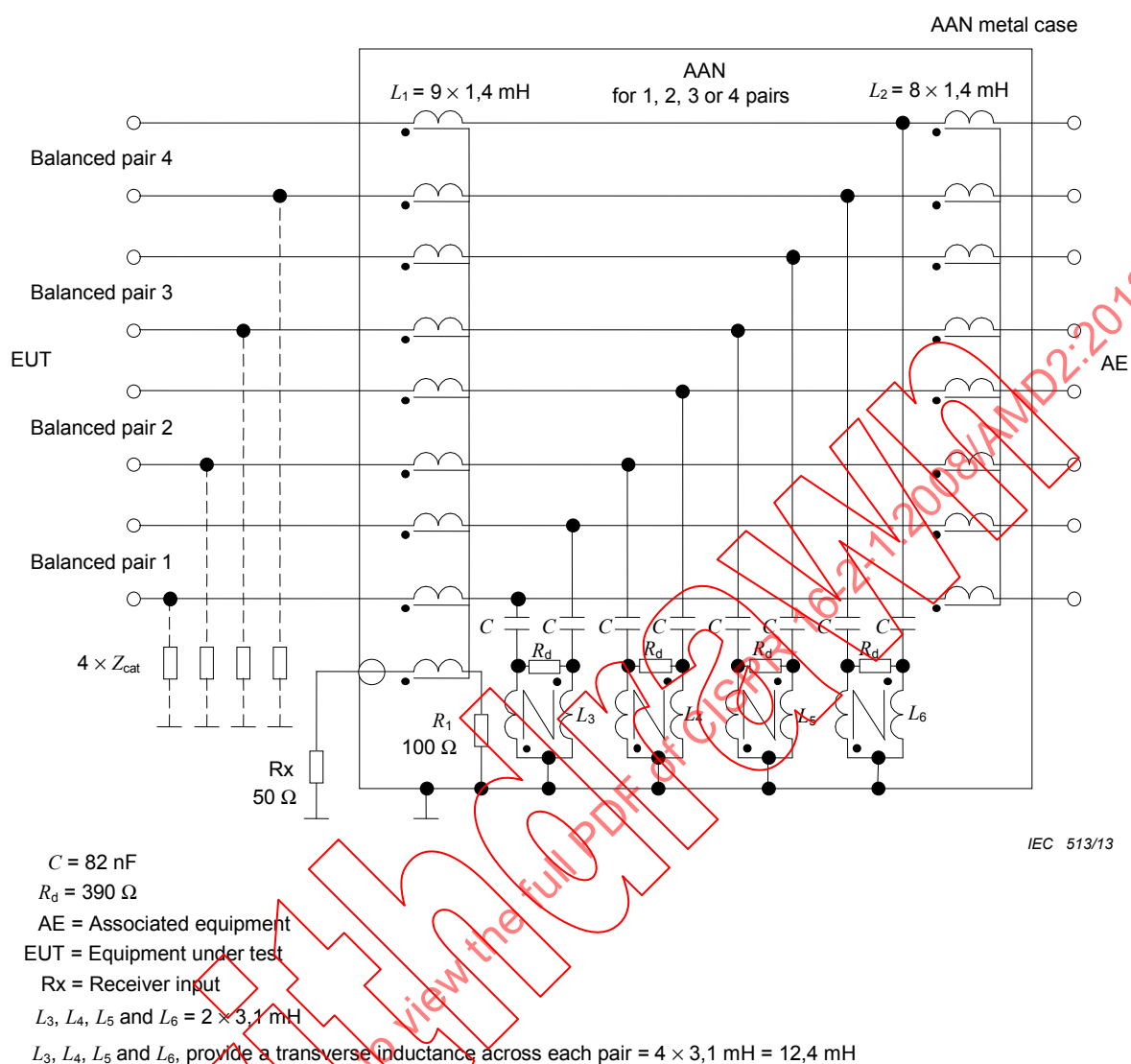


NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 This AAN can be used to measure common mode emissions equally well on a single unscreened balanced pair or on two unscreened balanced pairs.

Figure I.2 – Example AAN with high LCL for use with either one or two unscreened balanced pairs

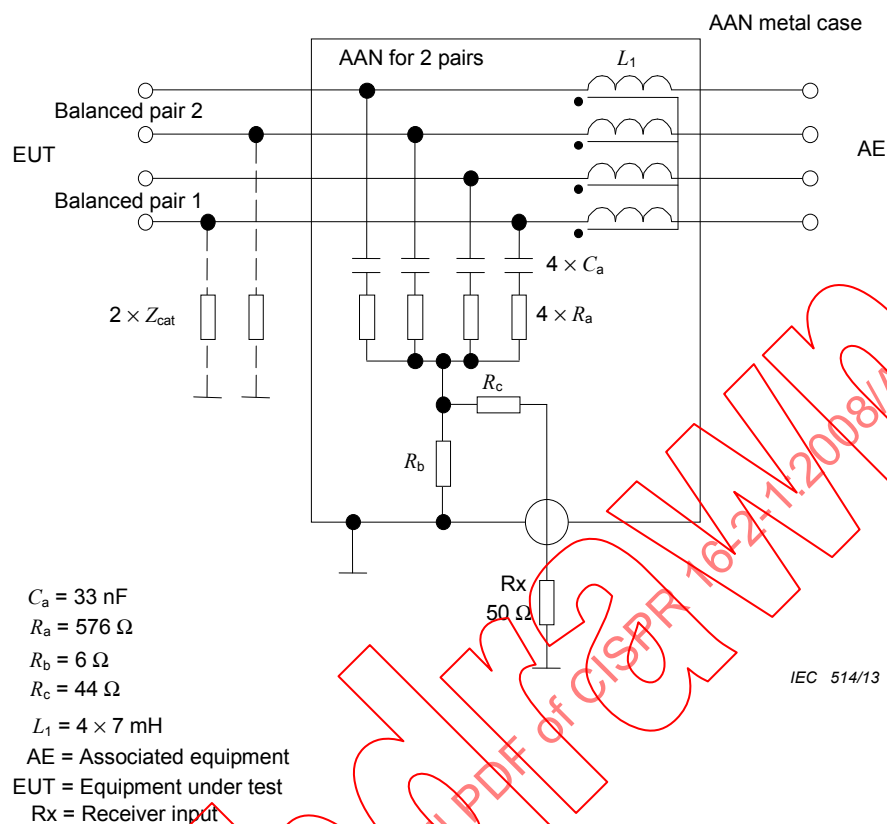


NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 This AAN can be used to measure common mode emissions equally well on a single unscreened balanced pair, or on two, three or four unscreened balanced pairs.

Figure I.3 – Example AAN with high LCL for use with one, two, three, or four unscreened balanced pairs

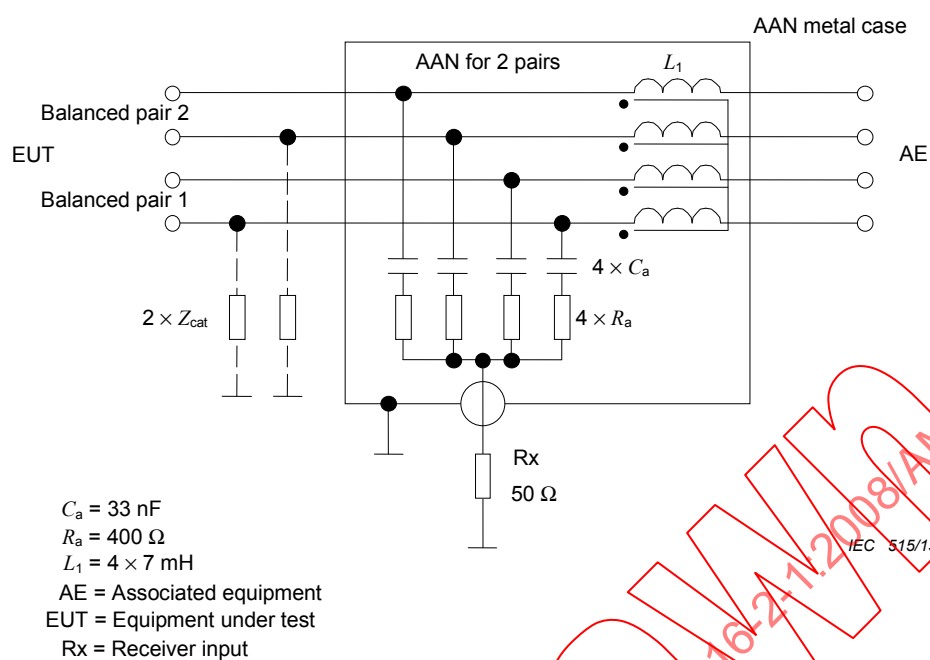


NOTE 1 Nominal voltage division factor = 34 dB

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 **CAUTION** – Due to the possibility of erroneous measurement results, this AAN should not be used to measure common mode emissions on unscreened pair cables connected to telecommunication ports that contain only one active unscreened balanced pair.

Figure I.4 – Example AAN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with two unscreened balanced pairs

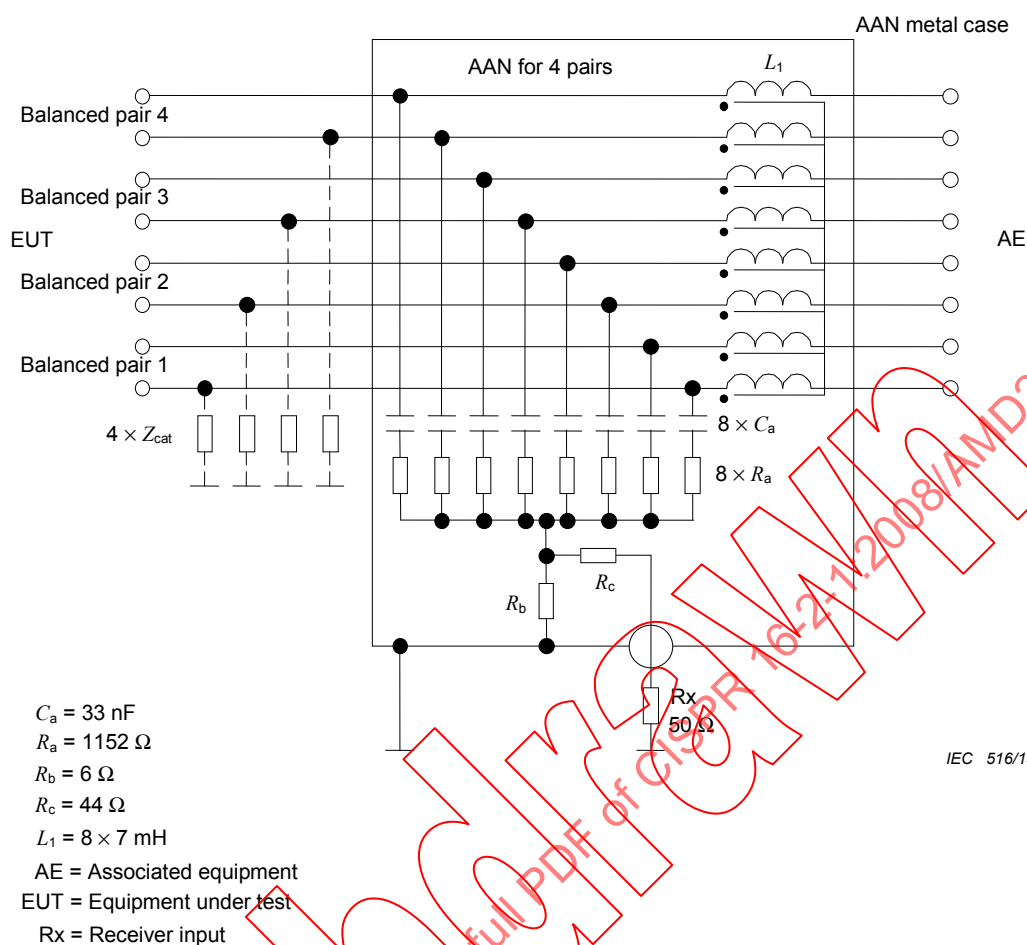


NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 **CAUTION** – Due to the possibility of erroneous measurement results, this AAN cannot be used to measure common mode emissions on unscreened pair cables connected to wired network ports that employ only one active unscreened balanced pair.

Figure I.5 – Example AAN for use with two unscreened balanced pairs



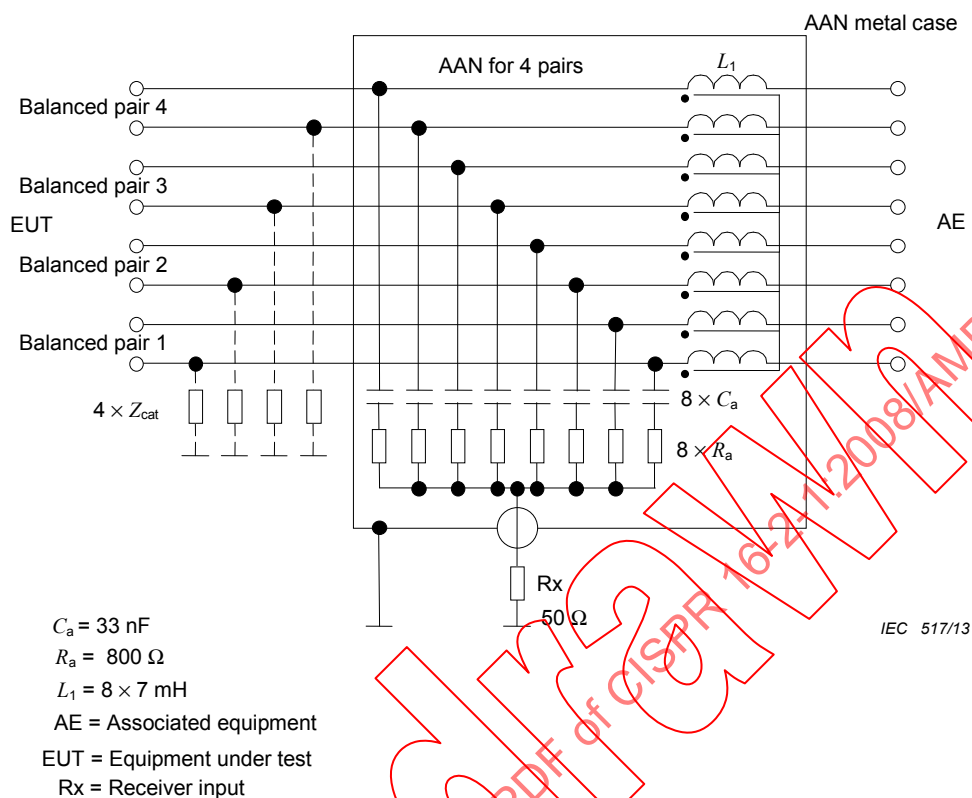
IEC 516/13

NOTE 1 Nominal voltage division factor = 34 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 **CAUTION** – Due to the possibility of erroneous measurement results, this AAN cannot be used to measure common mode emissions on unscreened pair cables connected to wired network ports that employ less than four active unscreened balanced pair.

Figure I.6 – Example AAN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with four unscreened balanced pairs



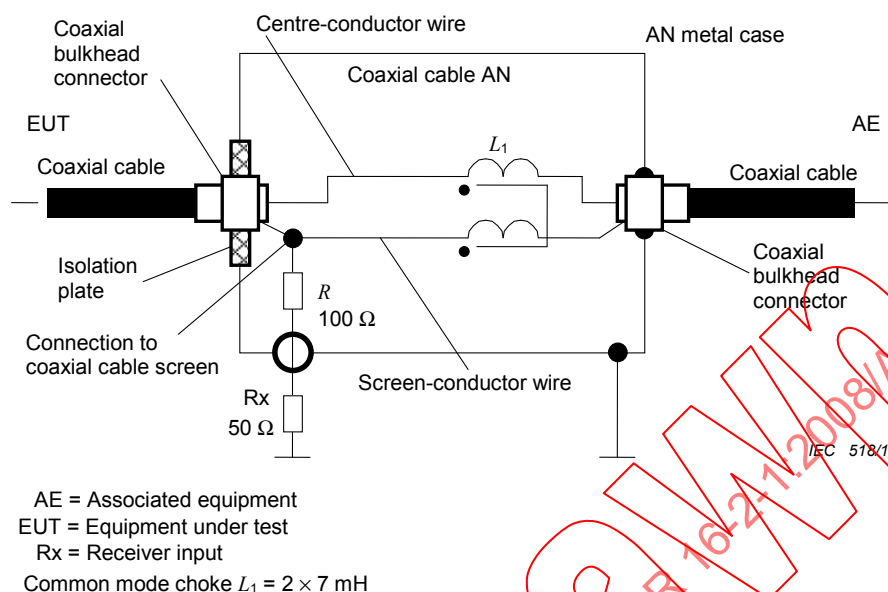
NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the applicable LCL.

NOTE 3 **CAUTION** – Due to the possibility of erroneous measurement results, this AAN cannot be used to measure common mode emissions on unscreened pair cables connected to telecommunication ports that employ less than four unscreened balanced pairs.

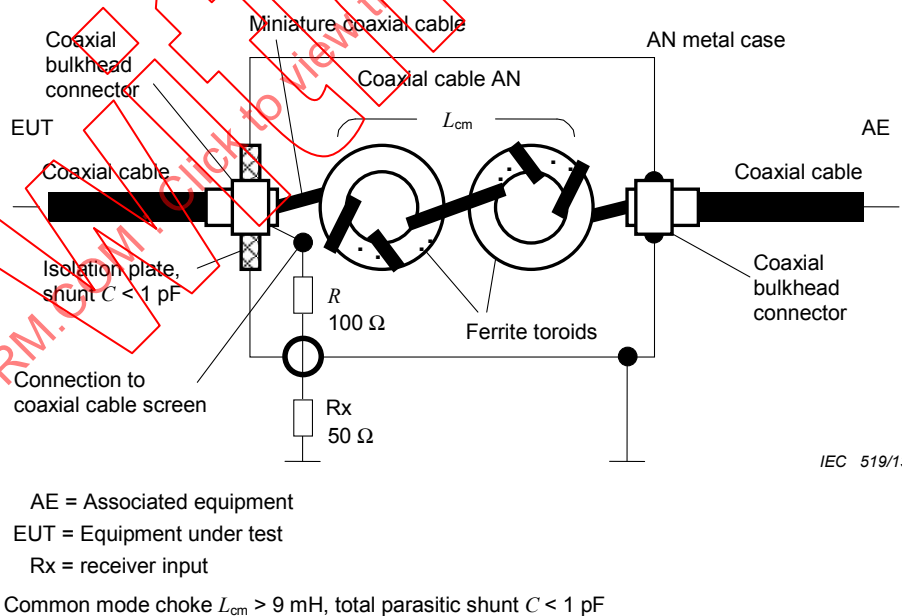
Figure I.7 – Example AAN for use with four unscreened balanced pairs

I.3 Diagrams of examples of ANs for screened cables



NOTE Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

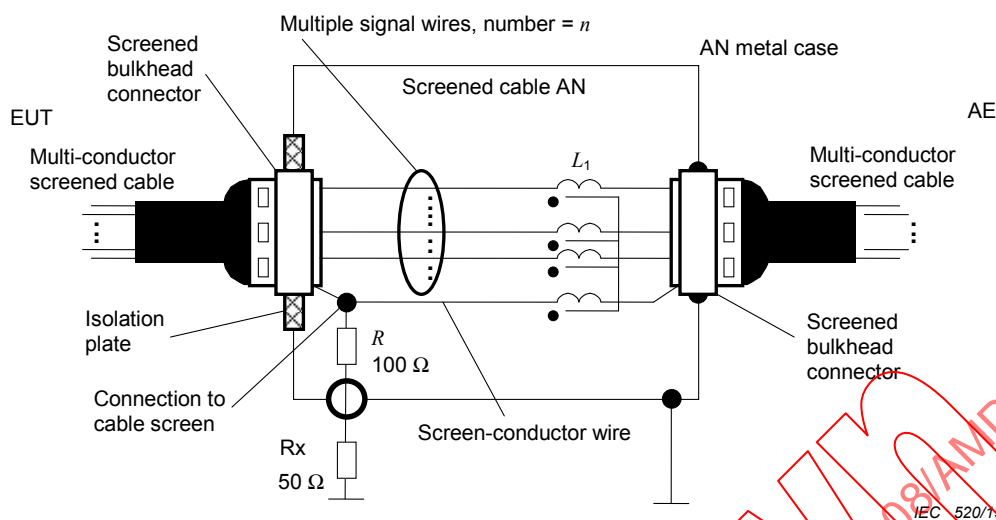
Figure I.8 – Example AN for use with coaxial cables, employing an internal common mode choke created by bifilar winding an insulated centre-conductor wire and an insulated screen-conductor wire on a common magnetic core (for example, a ferrite toroid)



NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 More toroids may be needed to fully meet the requirements for ANs.

Figure I.9 – Example AN for use with coaxial cables, employing an internal common mode choke created by miniature coaxial cable (miniature semi-rigid solid copper screen or miniature double-braided screen coaxial cable) wound on ferrite toroids



AE = Associated equipment

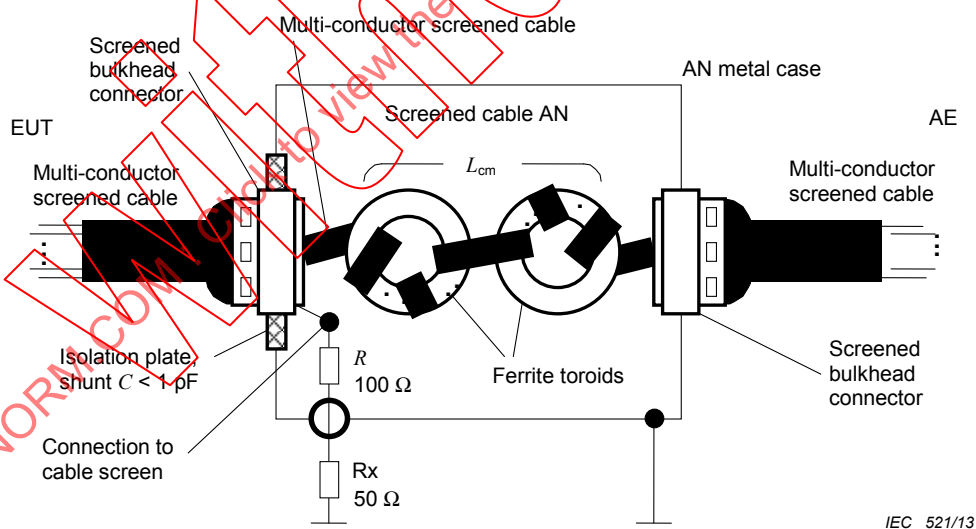
EUT = Equipment under test

Rx = Receiver input

Common mode choke $L_1 = (n + 1) \times 7 \text{ mH}$, where n = number of signal wires

NOTE Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

Figure I.10 – Example AN for use with multi-conductor screened cables, employing an internal common mode choke created by bifilar winding multiple insulated signal wires and an insulated screen-conductor wire on a common magnetic core (for example, a ferrite toroid)



AE = Associated equipment

EUT = Equipment under test

Rx = Receiver input

Common mode choke $L_{cm} > 9$ mH, total parasitic shunt $C < 1$ pF

NOTE 1 Nominal voltage division factor = 9,5 dB.

NOTE 2 More toroids may be needed to fully meet the requirements for ANs.

Figure I.11 – Example AN for use with multi-conductor screened cables, employing an internal common mode choke created by winding a multi-conductor screened cable on ferrite toroids

Bibliography

Add the following new references to the existing list:

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

CISPR 16 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*

IECNORM.COM! Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2008/AMD2:2013

Without watermark

AVANT-PROPOS

Cet amendement a été préparé par le sous-comité A: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, du comité d'études CISPR de la CEI: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/1023/FDIS	CISPR/A/1029/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 cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

2 Références normatives

Remplacer la référence existante à la CISPR 16-1-2 par la nouvelle référence suivante:

CISPR 16-1-2:2003, *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 radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*
 Amendement 1:2004
 Amendement 2:2006

3 Définitions

Ajouter, après la définition 3.34 ajoutée par l'Amendement 1, les nouveaux termes et définitions 3.35 et 3.36 suivants:

3.35

impédance totale en mode commun

impédance TCM, de l'anglais *total common mode*

impédance entre le câble relié à l'accès en essai du matériel en essai et le plan de masse de référence

NOTE Le câble est vu dans sa totalité comme un fil du circuit et le plan de masse comme l'autre fil du circuit. L'onde TCM est le mode de transmission de l'énergie électrique, pouvant conduire à un rayonnement d'énergie électrique si le câble est exposé dans l'application réelle. Réciproquement, c'est également le mode dominant, résultant d'une exposition du câble à des champs électromagnétiques extérieurs.

3.36

réseau fictif asymétrique

AAN, de l'anglais *asymmetric artificial network*

réseau utilisé pour mesurer (ou injecter) des tensions asymétriques (en mode commun) sur des lignes symétriques de signaux non blindées (par exemple, de télécommunication) en rejetant le signal symétrique (en mode différentiel)

NOTE 1 Un AAN est un AN (réseau fictif) permettant de simuler la charge asymétrique constituée par le réseau de télécommunications.

NOTE 2 Le terme « réseau en Y » est synonyme d'AAN.

NOTE 3 L'AAN peut également être utilisé pour les essais d'immunité lorsque le récepteur de mesure d'accès devient l'accès d'injection des perturbations.

6.4 Conditions de fonctionnement du matériel en essai

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

6.4 Disposition et conditions de mesure du matériel en essai

6.4.1 Généralités

Remplacer le titre et le texte existant de ce paragraphe comme suit:

6.4.1 Disposition du matériel en essai

6.4.1.1 Généralités

Lorsque cela n'est pas spécifié dans la norme de produit, le matériel en essai doit être configuré comme décrit dans les alinéas suivants.

Le matériel en essai doit être installé, disposé et doit fonctionner d'une façon compatible avec ses applications types. Lorsque le fabricant a spécifié ou recommandé une pratique d'installation, cette pratique doit être utilisée dans la disposition d'essai, lorsque la pratique le permet. Cette disposition doit être typique d'une pratique d'installation normale. Les câbles, charges et dispositifs d'interface doivent être connectés à au moins un des accès d'interface de chaque type du matériel en essai et, lorsque la pratique le permet, chaque câble doit être raccordé à un dispositif représentatif d'une utilisation réelle.

Lorsqu'il y a des accès multiples du même type, il peut être nécessaire d'ajouter au matériel en essai des câbles, charges ou dispositifs, selon les résultats des essais préliminaires. Il convient de limiter le nombre de câbles ou fils supplémentaires du même type à condition que l'ajout d'un autre câble ou fil ne change pas significativement le niveau d'émission, c'est-à-dire ne le fasse pas varier de plus de 2 dB, du moment que le matériel en essai reste conforme. Les explications concernant le choix de la configuration et les dispositifs reliés aux accès doivent être données dans le rapport d'essai.

Il convient que les câbles d'interconnexion soient du type et de la longueur spécifiés dans le cahier des charges du matériel particulier. Si la longueur peut être modifiée, celle qui produit l'émission maximale doit être retenue.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont utilisés lors des essais pour obtenir la conformité, une note doit être incluse dans le manuel d'instructions indiquant la nécessité d'utiliser de tels câbles.

Les longueurs excessives de câbles doivent être regroupées en faisceaux approximativement au centre du câble, chaque faisceau mesurant 30 cm à 40 cm de longueur. S'il n'est pas possible de procéder ainsi en raison de l'encombrement ou de la rigidité des câbles, la disposition du câble en excès doit être notée précisément dans le rapport d'essai.

Lorsqu'il y a plusieurs accès d'interface du même type, la connexion d'un câble à un seul accès de ce type est suffisante, à condition que l'on puisse démontrer que les câbles additionnels n'ont pas d'influence significative sur les résultats.

Tout ensemble de résultats doit être accompagné d'une description complète de l'orientation des câbles et du matériel de façon à pouvoir reproduire les résultats. Si des conditions spécifiques d'utilisation sont nécessaires pour satisfaire aux limites, elles doivent être spécifiées et documentées, par exemple, la longueur de câble, le type de câble, le blindage et la mise à la masse. Ces conditions doivent être incluses dans les instructions fournies à l'utilisateur.

Un matériel qui comporte un grand nombre de modules (par exemple des tiroirs et des cartes enfichables) doit être essayé avec un mélange et un nombre représentatifs de ce qui est utilisé dans une installation type. Il convient de limiter le nombre de modules ou de cartes enfichables du même type à condition que l'ajout d'un autre module ou carte enfichable ne change pas significativement le niveau d'émission, c'est-à-dire ne le fasse pas varier de plus de 2 dB, à condition que le matériel en essai reste conforme. Il convient de mentionner dans le rapport d'essai les explications concernant le choix du nombre et du type de modules.

Un système constitué d'un certain nombre d'unités distincts doit être configuré de manière à constituer une configuration représentative minimale. Le nombre et le mélange d'unités inclus dans la configuration d'essai doivent être normalement représentatifs de ce qui est utilisé dans une installation type. Il convient de mentionner dans le rapport d'essai les explications concernant le choix des unités.

Un module de chaque type doit être fonctionnel dans chaque matériel évalué dans un EST. Pour un matériel en essai comprenant un système, un de chaque type de matériel pouvant être inclus dans une configuration possible du système doit être inclus dans le matériel en essai.

Les résultats d'évaluation des matériels en essai comportant un module de chaque type peuvent être appliqués à des configurations comportant plus d'un de chaque modules.

NOTE Il a été constaté que les perturbations provenant de modules identiques ne s'additionnent généralement pas dans la pratique.

La position du matériel en essai par rapport au plan de masse de référence doit être équivalente à celle qui est utilisée. En conséquence, un matériel posé au sol est placé sur un plan de masse de référence, isolé de celui-ci, et un matériel de table est placé sur une table non conductrice.

Les matériels conçus pour être montés contre un mur doivent être soumis à l'essai comme un matériel en essai sur table. L'orientation du matériel doit être cohérente avec une pratique d'installation normale.

Des combinaisons de types de matériel identifiés ci-dessus doivent également être disposées d'une manière qui corresponde à une pratique d'installation normale. Un matériel conçu pour fonctionner à la fois sur une table et posé au sol doit être soumis à essai comme un appareil de table, à moins que l'installation habituelle soit posée au sol, dans ce cas cette disposition doit être utilisée.

Les extrémités des câbles de signaux reliés au matériel en essai qui ne sont pas connectées à une autre unité ou à un autre matériel auxiliaire (AuxEq) doivent être raccordées en utilisant l'impédance de terminaison correcte définie dans la norme de produit. Si aucune norme de produit ne peut être appliquée à la configuration particulière, la terminaison doit être définie par le fabricant du matériel en essai et indiquée dans le rapport d'essai.

Les câbles ou autres connexions à un matériel auxiliaire situé en dehors de la zone d'essai doivent descendre jusqu'au sol et être ensuite acheminés jusqu'à l'emplacement où ils quittent le site d'essai.

L'installation d'un matériel auxiliaire (AuxEq) doit être conforme à la pratique d'installation normale. Cela signifie que le matériel auxiliaire (AuxEq) se trouvant sur le site d'essai doit être disposé en utilisant les mêmes conditions que celles qui sont applicables au matériel en essai (par exemple, distance par rapport au plan de masse et isolation par rapport au plan de masse s'il repose sur le sol, disposition du câblage).

6.4.1.2 Disposition d'un matériel de table

Un matériel prévu pour être utilisé sur une table doit être placé sur une table non conductrice. Les dimensions de la table seront nominalement de 1,5 m sur 1,0 m mais peuvent finalement dépendre des dimensions horizontales du matériel en essai.

Les câbles entre les unités doivent pendre à l'arrière de la table. Si un câble pend à moins de 0,4 m du plan de masse horizontal (ou du sol), l'excédent doit être plié au centre du câble en un faisceau de longueur inférieure à 0,4 m, de telle sorte que le faisceau soit à une distance d'au moins 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal.

Les câbles doivent être positionnés comme pour une utilisation normale.

Si le câble d'entrée de l'accès « alimentation » a une longueur inférieure à 0,8 m (en incluant les alimentations incorporées dans la fiche d'alimentation électrique), un cordon prolongateur doit être utilisé de telle sorte que l'alimentation extérieure soit posée sur la table. Le cordon prolongateur doit avoir des caractéristiques similaires à celles du câble d'alimentation électrique (ce qui inclut le nombre de conducteurs et la présence d'une connexion de terre). Le cordon prolongateur doit être traité comme s'il faisait partie du câble d'alimentation électrique.

Dans les dispositions ci-dessus, le câble situé entre le matériel en essai et l'accessoire d'alimentation doit être disposé sur la table de la même manière que les autres câbles reliant les composants du matériel en essai.

6.4.1.3 Disposition d'un matériel posé au sol

Le matériel en essai doit être placé sur le plan de masse de référence horizontal, orienté pour une utilisation normale, mais l'isolation entre les contacts métalliques et le plan de masse de référence doit être de 15 cm maximum.

Les câbles doivent être isolés (jusqu'à 15 cm) du plan de masse de référence horizontal. Si le matériel nécessite une connexion de terre dédiée, celle-ci doit être prévue et fixée au plan de masse horizontal.

Les câbles entre les unités (entre les unités constituant le matériel en essai ou entre le matériel en essai et tout matériel auxiliaire) doivent descendre jusqu'au plan de masse horizontal de référence, mais demeurer isolés de ce dernier. Tout excédent doit être replié au centre du câble en un faisceau ne dépassant pas 0,4 m de longueur ou être agencé en forme de serpent. Si la longueur d'un câble entre les unités n'est pas suffisamment grande pour descendre jusqu'au plan de masse horizontal de référence mais descend jusqu'à moins de 0,4 m, la partie en excès doit être repliée au centre du câble en un faisceau ne dépassant pas 0,4 m de longueur. Le faisceau doit être disposé de telle sorte qu'il soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse horizontal de référence ou à la hauteur du point d'entrée ou du point de connexion du câble si celui-ci est à moins de 0,4 m du plan de masse horizontal de référence.

Pour un matériel muni de support vertical de câbles, le nombre de supports doit être typique de la pratique d'une installation. Si le support est réalisé en matériau non conducteur, une distance minimale d'au moins 0,2 m doit être maintenue entre la partie la plus proche du

matériel et le câble vertical le plus proche. Si la structure du support est conductrice, la distance minimale de 0,2 m doit se trouver entre les parties les plus proches du matériel et la structure du support.

6.4.1.4 Disposition de combinaisons de matériel de table et posé au sol

Les câbles entre les unités situées entre un matériel de table et un matériel posé au sol doivent voir leur excédent replié en un faisceau dont la longueur n'est pas supérieure à 0,4 m. Le faisceau doit être mis en place de sorte qu'il soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal soit à la hauteur du point d'entrée ou de connexion du câble si celui-ci est à moins de 0,4 m du plan de masse de référence horizontal.

Ajouter, après le Paragraphe 6.4.6 existant, les nouveaux paragraphes suivants:

6.4.7 Fonctionnement d'un matériel à fonctions multiples

Un matériel à fonctions multiples, qui est couvert à la fois par différents articles d'une norme de produit et/ou de normes différentes, doit être essayé avec chaque fonction opérant de manière isolée si cela peut être obtenu sans modification interne de l'équipement. L'équipement ainsi soumis à essai doit être considéré comme satisfaisant aux exigences de tous les articles/normes lorsque chacune de ses fonctions aura satisfait aux exigences de l'article/norme correspondant.

Lorsqu'il n'est en pratique pas possible d'effectuer les essais avec chaque fonction opérant séparément, ou si la séparation d'une fonction particulière pourrait empêcher l'appareil de remplir sa fonction principale, ou encore si l'opération simultanée de plusieurs fonctions pourrait conduire à un gain de temps de mesure, on doit considérer que l'appareil est conforme s'il remplit les dispositions des articles/des normes applicables lorsque les fonctions nécessaires sont activées.

6.4.8 Détermination de la ou des disposition(s) d'émission maximale

Les essais initiaux doivent permettre d'identifier la fréquence pour laquelle les perturbations sont les plus élevées par rapport à la limite. Cette identification doit être réalisée alors que l'appareil en essai présente un mode de fonctionnement typique et une position des câbles dans une disposition d'essai représentative d'une pratique d'installation typique.

La fréquence des perturbations les plus élevées par rapport à la limite doit être déterminée en caractérisant les perturbations pour un nombre de fréquences significatives. Ceci fournit la certitude que les fréquences probables pour lesquelles les perturbations sont maximales ont été déterminées et que les câbles associés, la disposition de l'appareil en essai et son mode de fonctionnement ont été identifiés.

Pour effectuer l'essai initial, il convient de disposer le matériel en essai conformément aux normes de produit, comme approprié.

6.4.9 Enregistrement des mesures

Parmi les perturbations supérieures à $(L - 20 \text{ dB})$, où L représente la limite en $\text{dB}(\mu\text{V})$ ou $\text{dB}(\mu\text{A})$, les niveaux et les fréquences d'au moins les six perturbations les plus fortes et ayant la marge la plus petite à la limite L doivent être enregistrés.

De plus, le rapport de test doit inclure la valeur de l'incertitude de l'instrumentation de mesure correspondant à la configuration utilisée durant l'essai, calculée selon les exigences de CISPR 16-4-2.

7.3.1 Généralités

Remplacer la NOTE existante par la nouvelle NOTE suivante:

NOTE Certaines normes utilisent le terme impédance de stabilisation de réseau (ISN) pour les AN pour des mesures d'émission sur des accès de télécommunication (c'est-à-dire les AAN ou les réseaux en Y)

7.3.3 Sondes de tension

Remplacer le premier alinéa existant de ce paragraphe par le nouvel alinéa suivant:

Voir les spécifications des sondes de tension dans la CISPR 16-1-2.

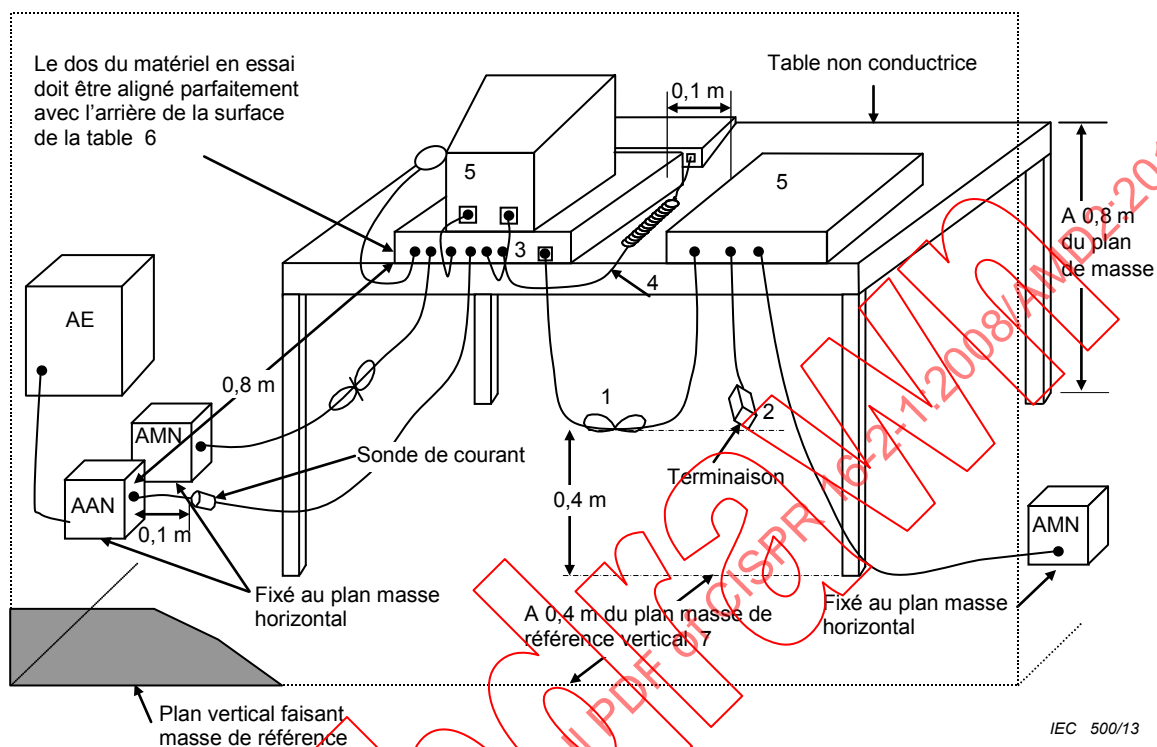
7.4.1 Disposition des matériels en essai et leur connexion au réseau fictif

Remplacer, dans le cinquième tiret de la liste de ce paragraphe, l'abréviation « RSI » par la nouvelle abréviation « AAN ».

IECNORM.COM Click to view the full PDF of CISPR 16-2-1:2008/AMD2:2013

Figure 6 – Exemple de configuration d'essai: matériels de table pour mesures des perturbations conduites sur les conducteurs d'alimentation

Remplacer la figure et les notes existantes, modifiées par l'Amendement 1, par ce qui suit:



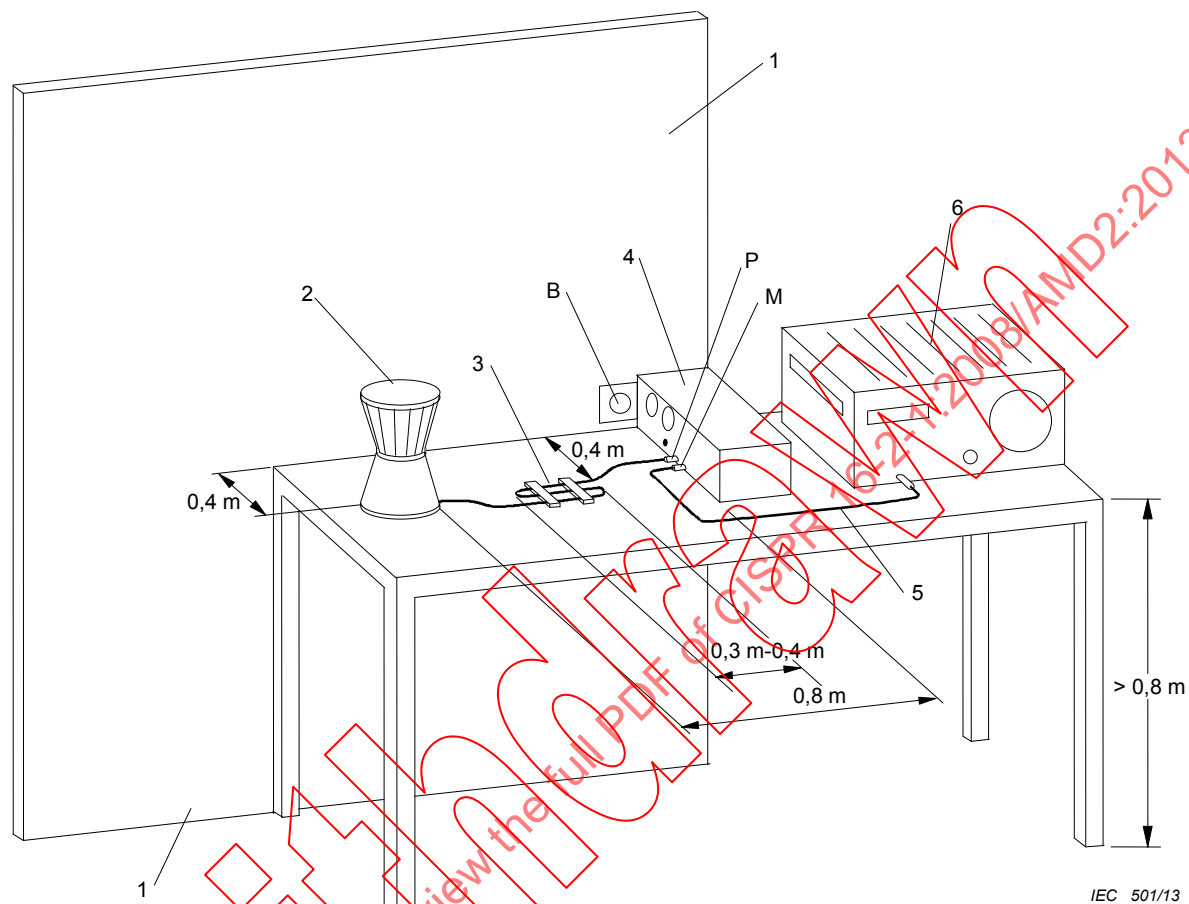
- 1 Les câbles d'interconnexion qui pendent à moins de 40 cm du plan de masse doivent être repliés plusieurs fois sur eux-mêmes pour former un faisceau d'une longueur maximale de 40 cm suspendu approximativement au milieu de la distance qui sépare le plan de masse de la table. Le rayon de courbure minimal du câble ne doit pas être dépassé. Si le rayon de courbure donne une longueur du faisceau de plus de 40 cm, le rayon de courbure doit déterminer la longueur du faisceau.
- 2 Les câbles d'entrée et de sortie raccordés à un périphérique doivent être arrangés en faisceau en leur milieu. L'extrémité du câble peut être chargée par l'impédance appropriée. Dans la mesure du possible, la longueur totale ne doit pas dépasser 1 m.
- 3 L'appareil en essai est connecté à un réseau fictif (AMN). Les bornes de mesure des AMN et des AAN doivent être terminées par des résistances de 50 Ω si elles ne sont pas branchées au récepteur de mesure. Les AMN sont placés directement sur le plan de sol horizontal à 0,8 m du matériel en essai et à 40 cm du plan de sol vertical si celui-ci est le plan de sol de référence (voir aussi Figure 7 a)). Une alternative (représentée à la Figure 7 b)) consiste à placer les AMN sur le plan de sol vertical à 0,8 m du matériel en essai, si le plan de sol horizontal est le plan de sol de référence qui est à 40 cm en-dessous du matériel en essai. Il est admis qu'il faille déplacer les AMN sur le côté pour atteindre la distance de 0,8 m. Tous les matériels associés sont connectés à un deuxième AMN si celui-ci est capable de fournir la puissance nécessaire. Dans le cas où un seul AMN ne peut pas fournir la puissance nécessaire, il est admis d'utiliser plusieurs AMN pour alimenter les matériels associés.
- 4 Les câbles des dispositifs utilisés à la main comme les claviers, souris, etc., doivent être placés aussi près que possible de leur matériel.
- 5 Eléments soumis à essai sans faire partie du matériel en essai.
- 6 L'arrière du matériel en essai, périphériques compris, doit être aligné avec l'arrière de la surface de la table.
- 7 L'arrière de la surface de la table doit être à 40 cm d'un plan conducteur vertical relié au plan de masse du sol.

Les tolérances applicables aux longueurs de câbles et aux distances sont aussi pratiques que possible.

Figure 6 – Exemple de configuration d'essai: matériels de table pour mesures des perturbations conduites sur les conducteurs d'alimentation

Figure 8 – Exemple de configuration d'essai facultative pour un matériel en essai avec seulement un câble d'alimentation fixé

Remplacer la figure et les notes existantes par ce qui suit:



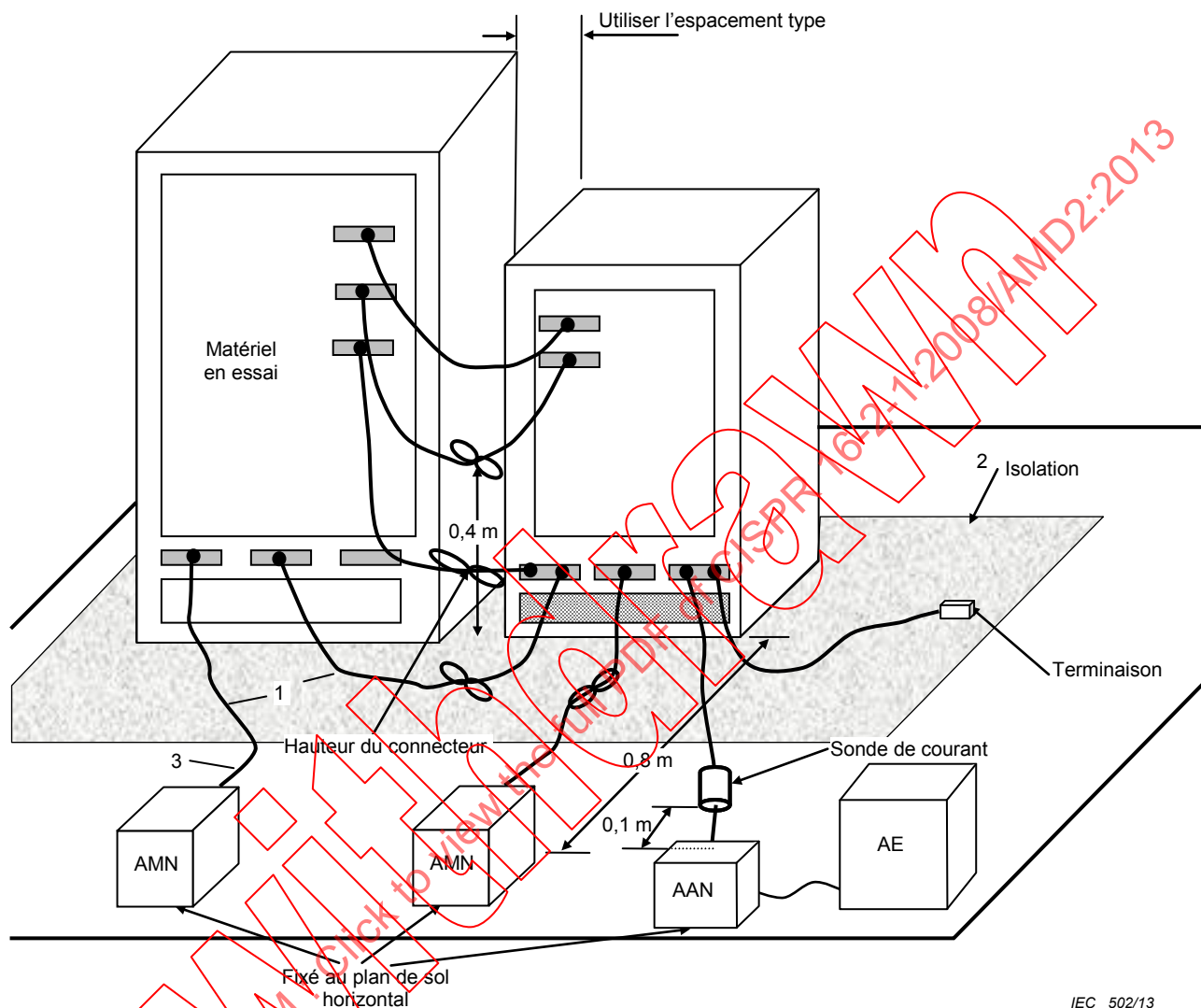
- 1 Paroi métallique de 2 m × 2 m
- 2 Matériel en essai
- 3 Longueur de câble d'alimentation en excédent (par exemple 0,02 m x 0,3 m, formant un méandre)
- 4 AMN
- 5 Câble coaxial
- 6 Récepteur de mesure
- B Connexion de terre de référence
- M Entrée du récepteur de mesure
- P Alimentation du matériel en essai

Les tolérances applicables aux longueurs de câbles et aux distances sont aussi pratiques que possible.

Figure 8 – Exemple de configuration d'essai facultative pour un matériel en essai avec seulement un câble d'alimentation fixé

Figure 9 – Exemple de configuration d'essai: matériels posés sur le sol (voir 7.4.1 et 7.5.2.2)

Remplacer la figure et les notes existantes par ce qui suit:



- 1 Les parties de câbles en excédent doivent être repliées en faisceau en leur milieu ou raccourcies à la longueur appropriée.
- 2 Le matériel en essai et les câbles doivent être isolés (jusqu'à 15 cm) du plan de masse.
- 3 Le matériel en essai est connecté à un AMN. Celui-ci est placé sur le dessus ou immédiatement en dessous du plan de masse.
Tous les autres matériels sont alimentés à travers le deuxième AMN.

Les tolérances applicables aux longueurs de câbles et aux distances sont aussi pratiques que possible.

Figure 9 – Exemple de configuration d'essai: matériels posés sur le sol
(voir 7.4.1 et 7.5.2.2)

Ajouter, après l'Annexe F existante ajoutée par l'Amendement 1, les nouvelles Annexes G, H et I suivantes:

Annexe G (informative)

Directives concernant les mesures sur les accès de télécommunication

G.1 Limites

La limite de tension perturbatrice (ou de courant) est définie pour une impédance de charge TCM de 150 Ω (telle qu'elle est vue par le matériel en essai au niveau de l'accès du matériel auxiliaire au cours de la mesure). Cette normalisation est nécessaire afin d'obtenir des résultats de mesure reproductibles, indépendamment de l'impédance TCM non définie au niveau du matériel auxiliaire et de l'appareil en essai.

NOTE 1 Les perturbations de mode commun provenant du signal émis peuvent être contrôlées à l'étape de conception à l'aide de la technologie de l'interface en tenant en considération les facteurs expliqués dans CISPR/TR 16-3.

En général, l'impédance TCM vue par le matériel en essai au niveau du raccordement au matériel auxiliaire n'est pas définie, à moins qu'un RCD/RSI ne soit utilisé. Si du matériel auxiliaire est situé à l'extérieur de la cage de Faraday, l'impédance TCM vue par le matériel en essai au niveau du raccordement du matériel auxiliaire peut être déterminée par l'impédance TCM du filtre de traversée de panneau entre le montage de mesure et l'environnement extérieur. Un filtre de type II a une impédance TCM faible, tandis qu'un filtre de type T a une impédance TCM élevée.

NOTE 2 Les CDN sont décrits dans la CEI 61000-4-6.

Il n'existe pas de RCD/RSI pour tous les types de câbles utilisés par le matériel en essai. Il est par conséquent également nécessaire de définir des méthodes alternatives d'essai qui n'utilisent pas de RCD/RSI (par exemple des méthodes d'essai "non invasives").

Seul le câble relié à l'accès évalué du matériel en essai est représenté sur les figures de l'Annexe H. Normalement, il y a plusieurs autres câbles (ou accès) présents au niveau de l'appareil en essai. Dans la plupart des cas, on trouve au moins la connexion aux bornes d'alimentation. L'impédance TCM de ces autres connexions (y compris une connexion de masse éventuelle) et la présence ou l'absence de ces connexions au cours de l'essai peuvent influencer le résultat de mesure de façon significative, en particulier pour les petits matériels. Par conséquent, il convient que l'impédance TCM des connexions non soumises à la mesure soit définie au cours de l'essai sur les petits matériels. Il est suffisant de disposer, en plus de l'accès en essai, d'au moins 2 accès supplémentaires raccordés sur une impédance TCM de 150 Ω (normalement en utilisant un AAN ou CDN avec l'accès de mesure RF terminé par une charge de 50 Ω) pour réduire cette influence à une quantité négligeable.

Il convient que les dispositifs de couplage des paires symétriques non blindées simulent également la ACL (perte de conversion longitudinale) du type de la catégorie de câblage la plus basse (LCL le plus défavorable) spécifiée pour l'accès de télécommunication soumis à essai. Le but de cette exigence est de tenir compte de la transformation du signal symétrique en un signal CM (en mode commun) pouvant contribuer au rayonnement lorsque le matériel en essai est utilisé en conditions réelles. L'asymétrie de conception intentionnelle de l'AAN a pour but d'obtenir l'ACL spécifié. Cette asymétrie peut accroître ou annuler l'asymétrie du matériel en essai. Dans l'intérêt de la détermination des émissions dans le cas le plus défavorable et de l'optimisation de la répétabilité des essais, il convient par conséquent d'envisager de reproduire les essais avec le déséquilibre d'ACL pour chaque conducteur d'une paire symétrique lorsqu'on utilise un AAN approprié.

Puisque le déséquilibre de chaque paire symétrique peut contribuer au total des émissions conduites en mode commun, il convient de tenir compte de toutes les combinaisons de

déséquilibre sur toutes les paires symétriques. Pour une simple paire symétrique, l'impact sur l'essai est relativement mineur, c'est-à-dire que les deux fils sont inversés. Toutefois, pour deux paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge de LCL (Perte de conversion longitudinale) est de quatre (c'est-à-dire les configurations d'essai). Pour quatre paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge augmente jusqu'à seize. De tels nombres ont un impact significatif sur la durée d'un essai et la documentation de l'essai. Il convient d'effectuer un tel essai avec soin et de le documenter convenablement s'il est mis en œuvre.

L'accès de mesure RF d'un AAN/CDN (réseau fictif/réseau de couplage et de découplage) qui n'est pas relié au récepteur de mesure doit être raccordé à une charge de 50 Ω .

Le Tableau G.1 résume les avantages et les inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe H.

Tableau G.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites dans les paragraphes spécifiques de l'Annexe H

	Paragraphe H.5.2 (Réseau fictif asymétrique (AAN))	Paragraphe H.5.3 (charge de 150 Ω et blindage de câble)	Paragraphe H.5.4 (sonde de courant et sonde de tension capacitive (CVP))
Avantages	Incertitude de mesure la plus faible (Possible seulement si des AAN/CDN (réseaux fictifs/réseaux de couplage et de découplage) avec des propriétés de transmission appropriées sont disponibles) La LCL (perte de conversion longitudinale) doit être connue et on doit en tenir compte	– Non invasive (sauf pour le retrait de l'isolation du câble blindé) – Toujours applicable aux câbles blindés – Faible incertitude de mesure pour les fréquences supérieures	Non invasive
Inconvénients	– Non applicable dans tous les cas (nécessite des AAN/CDN appropriés) – Invasive (nécessite des connexions de câble appropriées) – Nécessite un AAN/CDN individuel pour chaque type de câble (ayant pour conséquence un grand nombre d'AAN/CDN différents) – Aucune isolation par rapport aux signaux symétriques du matériel associé (AE) n'est fournie par un AAN	– Augmentation de l'incertitude de mesure pour les très basses fréquences (< 1 MHz) – Une destruction de l'isolation du câble est nécessaire – Isolation réduite contre les perturbations provenant du côté AE (par rapport au H.5.2) – N'évalue pas le potentiel d'interférence apparaissant en raison de la conversion du signal symétrique de mode commun en raison du LCL limité du réseau câblé auquel l'accès de l'EUT sera connecté.	– Pas d'isolation contre les perturbations provenant du côté AE (par rapport au H.5.2) – N'évalue pas le potentiel d'interférence apparaissant en raison de la conversion du signal symétrique de mode commun en raison du LCL limité du réseau câblé auquel l'accès de l'EUT sera connecté.

G.2 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive (CVP)

La méthode décrite en H.5.4 présente l'avantage de pouvoir être appliquée d'une manière non invasive à tous les types de câbles. Cependant, sauf si l'impédance totale en mode commun (TCM) vue par le matériel en essai au niveau de la connexion du matériel associé (AE) est égale à 150 Ω , la méthode du H.5.4 donnera généralement un résultat trop élevé, mais jamais trop faible (c'est-à-dire l'estimation du cas le plus défavorable de l'émission).

G.3 Principes de base concernant la sonde de tension capacitive

Le montage de la Figure H.3 utilise une sonde de tension capacitive pour mesurer la tension en mode commun (CM). Il existe deux approches à la construction d'une sonde de tension capacitive. Avec l'une ou l'autre approche, si une impédance totale en mode commun (TCM) de 150 Ω est présente, la capacité de la sonde de tension capacitive par rapport au câble relié à l'accès en essai du matériel en essai apparaît comme une charge en parallèle avec l'impédance TCM de 150 Ω .

NOTE 1 Une sonde de tension capacitive (CVP) ne simule pas la conversion de mode différentiel en mode commun se produisant dans les réseaux de télécommunication (mais ce que fait un réseau fictif asymétrique (AAN)), et une CVP ne peut donc pas être utilisée pour mesurer la tension en mode commun convertie. Pour la même raison, une combinaison d'une CVP et d'une sonde de courant ne peut pas remplacer l'AAN.

La tolérance d'impédance totale en mode commun (TCM) est de $\pm 20 \Omega$ sur la plage de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz. Si la charge de la sonde de tension capacitive produit une diminution de l'impédance TCM de 150 Ω à 130 Ω , il convient que la capacité de la sonde de tension capacitive par rapport au câble relié à l'accès du matériel en essai soit inférieure à 5 pF à 30 MHz (fréquence dans le cas le plus défavorable). À 30 MHz, 5 pF est une impédance d'approximativement $-j1\,061 \Omega$, qui, en parallèle avec 150 Ω donne un TCM d'approximativement 148 Ω . Se référer à la Figure G.2 du CISPR 16-1-2:2003, Amendement 1 (2004) pour de plus amples informations.

La première approche à la construction d'une sonde de tension capacitive consiste à faire de la sonde un dispositif unique basé sur la distance physique par rapport au câble relié à l'accès évalué du matériel en essai pour obtenir la charge inférieure à 5 pF. Ce type de sonde de tension capacitive est décrit au 5.2.2 de la CISPR 16-1-2:2003, Amendement 1 (2004).

La deuxième approche à la construction d'une CVP utilise un dispositif à couplage capacitif à proximité immédiate du câble relié à l'accès évalué du matériel en essai (le dispositif est en réalité en contact physique avec l'isolation du câble relié à l'accès évalué du matériel en essai). Une sonde de tension normale pour oscilloscope ayant une impédance supérieure à 10 M Ω , avec une capacité de sonde inférieure à 5 pF, est disposée en série avec le dispositif de couplage capacitif. La théorie est que la capacité de la sonde en série avec la capacité du dispositif de couplage capacitif ne présentera que la capacité de la sonde au câble reliée à l'accès évalué du matériel en essai. Dans la pratique, étant données les dimensions physiques du dispositif de couplage capacitif, il est possible d'avoir une capacité parasite importante en parallèle avec la capacité de la sonde. Dans ce cas, la charge capacitive totale sera supérieure à celle de la sonde elle-même et l'exigence consistant à avoir une charge inférieure à 5 pF pourra être violée. Si l'on utilise cette technique, il convient de vérifier la charge capacitive par une mesure, c'est-à-dire de ne pas se baser seulement sur la théorie.

La mesure de capacité peut être effectuée avec tout capacimètre pouvant fonctionner sur la gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz. La capacité est mesurée entre le câble relié à l'accès évalué du matériel en essai (tous les conducteurs du câble sont connectés ensemble au point de connexion à l'appareil de mesure) et le plan de masse de référence. Il convient d'utiliser pour la mesure de capacité le même type de câble que celui qui est utilisé pour la mesure de perturbation conduite.

NOTE 2 L'incertitude de cette mesure est plus faible si la longueur de câble entre le matériel en essai et le matériel associé (AE) est inférieure à 1,25 m. Des câbles d'une longueur significativement supérieure sont sujets aux ondes stationnaires, ce qui peut avoir un effet défavorable sur les mesures de tension et de courant.

G.4 Combinaison de la limite de courant et de la limite de tension

Si l'impédance totale en mode commun (TCM) n'est pas de 150Ω , la mesure de la tension ou du courant seul n'est pas acceptable, en raison d'une très grande incertitude de mesure due aux impédances TCM non définies et inconnues. Si toutefois la tension et le courant sont tous deux mesurés avec des limites de courant et de tension appliquées simultanément, le résultat est une estimation du cas le plus défavorable de la perturbation, comme expliqué ci-dessous.

Le circuit de base pour lequel les limites sont définies est représenté à la Figure G.1. Ce circuit est la référence pour laquelle les limites exprimées en termes de courant et de tension sont déterminées; il convient de comparer toute autre mesure à ce circuit de base. Sur la Figure G.1, Z_1 est un paramètre inconnu du matériel en essai; Z_2 est égale à 150Ω dans la mesure de référence.

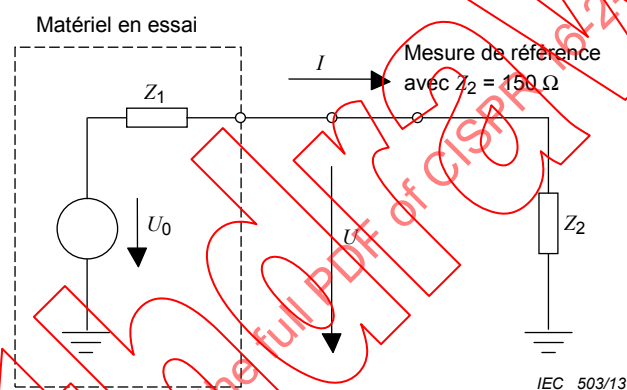


Figure G.1 – Circuit de base pour considérer les limites avec une impédance totale en mode commun (TCM) de 150Ω

Si la mesure est effectuée sans spécifier l'impédance totale en mode commun (TCM) vue par le matériel en essai, le circuit simplifié est comme représenté à la Figure G.2, où l'impédance TCM Z_2 vue par le matériel en essai est définie par le matériel associé (AE), et peut avoir une valeur quelconque. Z_1 ainsi que Z_2 sont donc les paramètres inconnus de la mesure.

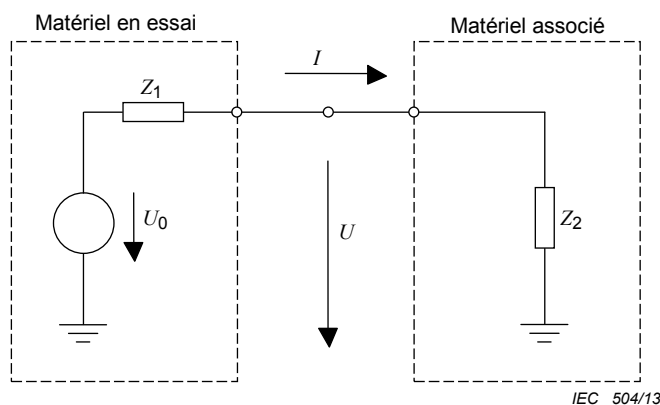


Figure G.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance totale en mode commun (TCM) inconnue

Si la mesure est effectuée en utilisant le circuit de la Figure G.1, la limite en courant et la limite en tension sont équivalentes. La relation entre le courant et la tension sera toujours de 150Ω , et on peut utiliser l'une ou l'autre pour déterminer la conformité. Toutefois, tel n'est pas le cas si Z_2 n'est pas égale à 150Ω (voir la Figure G.2).

Il est important de noter que la conformité avec la limite n'est pas seulement déterminée par la tension de source U_0 . Il convient que la tension d'interférence mesurée utilise une Z_2 normalisée de 150Ω , et elle dépend en même temps de Z_1 , Z_2 et U_0 . Par exemple, avec la configuration de la Figure G.1, la valeur limite de tension peut être atteinte avec un matériel en essai contenant une haute impédance Z_1 et une source de tension élevée U_0 , ou avec une U_0 inférieure combinée avec une impédance inférieure Z_1 .

Dans le cas plus général de la Figure G.2, où Z_2 n'est pas définie, il n'est pas possible de mesurer la valeur exacte de la tension d'interférence. Puisque Z_1 et U_0 ne sont pas connues, il n'est pas possible de déterminer la tension d'interférence, même si la valeur de Z_2 est connue (ou est mesurée ou calculée à partir de I et U). Si par exemple un matériel en essai avec une perturbation supérieure à la limite est évalué en mesurant uniquement la tension dans un montage d'essai avec une faible Z_2 ($Z_2 < 150 \Omega$) côté matériel associé (AE), le matériel en essai peut toujours sembler conforme aux limites. Par opposition, si le même matériel en essai est mesuré en mesurant uniquement le courant dans un montage d'essai avec une grande Z_2 (par exemple, en ajoutant des ferrites), le matériel en essai peut de nouveau sembler conforme aux limites.

On peut toutefois montrer que si la limite de courant et la limite de tension sont appliquées simultanément, un matériel en essai avec des résultats de perturbation dépassant les limites sera toujours identifié en dépassant, soit la limite en courant (si Z_2 est inférieure à 150Ω) soit la limite en tension (si Z_2 est supérieure à 150Ω).

Si l'impédance totale en mode commun (TCM) du matériel associé (AE) (Z_2) diffère de manière significative de 150Ω , il est possible qu'un matériel en essai qui satisferait aux limites s'il est mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$ puisse être estimé comme non conforme. Toutefois, il n'arrivera jamais qu'un matériel en essai qui n'est pas conforme aux limites soit estimé conforme. Une mesure conformément au H.5.4 est donc une estimation de la perturbation dans le cas le plus défavorable. Si un matériel en essai dépasse la limite avec la méthode du H.5.4, il est possible que le matériel en essai soit conforme aux limites s'il pouvait être mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$.

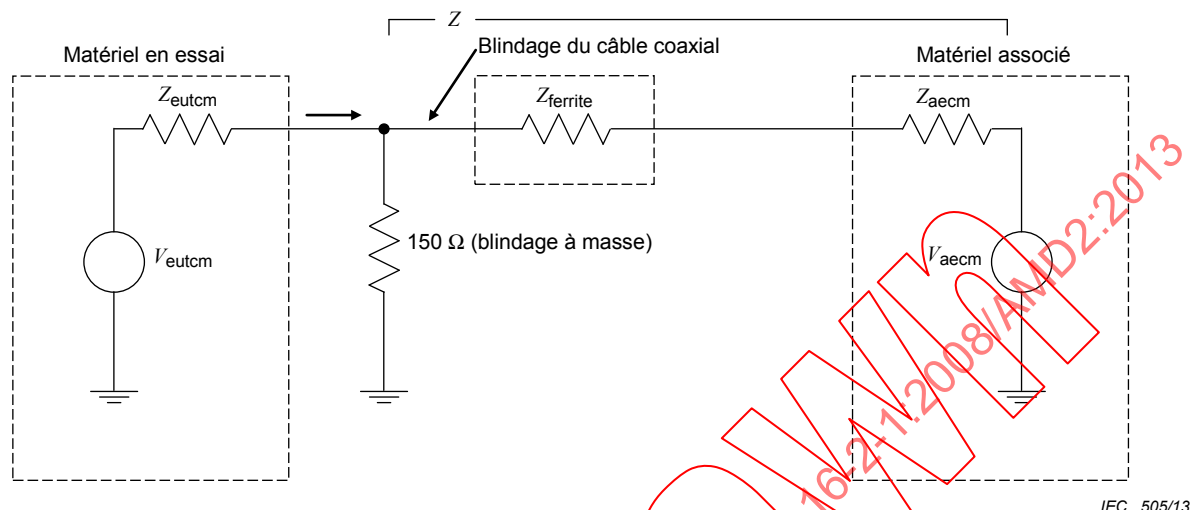
G.5 Réglage de l'impédance totale en mode commun (TCM) avec des ferrites

Dans certains cas (si l'impédance totale en mode commun (TCM) du côté du matériel associé (AE) est à l'origine inférieure à 150Ω), il est possible de régler l'impédance en ajoutant des ferrites sur le câble relié à l'accès en essai du matériel en essai. Le H.5.5 nécessite une mesure de l'impédance TCM et un réglage des ferrites à chaque fréquence à mesurer, jusqu'à ce que l'impédance TCM soit de $150 \Omega \pm 20 \Omega$. En conséquence, la méthode est relativement compliquée et prend du temps si elle est appliquée à tout le spectre de fréquences. Si l'impédance TCM du côté matériel associé (AE) est à l'origine supérieure à 150Ω , il n'existe aucun moyen pour régler l'impédance à 150Ω en ajoutant des ferrites ou en déplaçant la position des ferrites pour les fréquences inférieures à 30 MHz (on peut utiliser en remplacement d'autres méthodes pour régler l'impédance TCM pour des fréquences spécifiques).

G.6 Spécifications concernant les ferrites utilisées avec les méthodes de l'Annexe H

Le H.5.3 définit un montage d'essai pour mesurer la perturbation conduite en mode commun sur le blindage d'un câble coaxial. Une impédance de charge de 150Ω est connectée entre le

blindage coaxial et le plan de masse de référence, comme représenté à la Figure H.2. Les ferrites sont représentées placées sur le blindage coaxial entre la charge de 150 Ω et le matériel associé (AE). Les alinéas suivants sont des exigences fonctionnelles pour les ferrites, nécessaires pour satisfaire aux exigences du H.5.3.



Légende

V_{eutcm}	tension de mode commun générée par le matériel en essai
Z_{eutcm}	impédance source de mode commun du matériel en essai
V_{aecm}	tension de mode commun générée par le matériel associé (AE)
Z_{aecm}	impédance source de mode commun de l'AE
$Z_{ferrite}$	impédance des ferrites
Z	impédance combinée de la charge de 150 Ω , de $Z_{ferrite}$ et de Z_{aecm}

Figure G.3 – Configuration des impédances des composants utilisés à la Figure H.2

La Figure G.3 représente toutes les impédances de base mentionnées à la Figure H.2. En H.5.3 il est spécifié que les ferrites fournissent une haute impédance telle que l'impédance en mode commun à droite de la résistance de 150 Ω doit être suffisamment grande pour ne pas avoir d'influence sur la mesure. Cette impédance est représentée par « Z » sur la Figure G.3.

L'alinéa précédent conclut qu'il convient que l'impédance série combinée de $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} ne diminue pas la charge de la résistance de 150 Ω . L'approche générale dans la série CISPR 16 concerne une tolérance de $\pm 20 \Omega$ sur des charges de mode commun de 150 Ω sur la plage de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz. En combinant ces deux concepts, il convient que l'impédance série combinée de $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} en parallèle avec la résistance de 150 Ω (Z sur la Figure G.3) ne soit pas inférieure à 130 Ω . Ceci implique alors qu'il convient de vérifier cette relation quelle que soit la valeur de Z_{aecm} .

Pour déterminer les caractéristiques d'impédance des ferrites, deux cas seulement doivent être considérés, à savoir Z_{aecm} = circuit ouvert et Z_{aecm} = court-circuit. Si l'on peut sélectionner les ferrites de manière à satisfaire à ces exigences, toute valeur de Z_{aecm} sera acceptable.

- Cas 1: Z_{aecm} = circuit ouvert

L'impédance série combinée de Z_{ferrite} et Z_{aecom} est également un circuit ouvert. Un circuit ouvert en parallèle avec la charge de 150Ω donne 150Ω . Z_{ferrite} peut avoir une valeur quelconque.

- Cas 2: $Z_{\text{aecom}} = \text{court-circuit}$

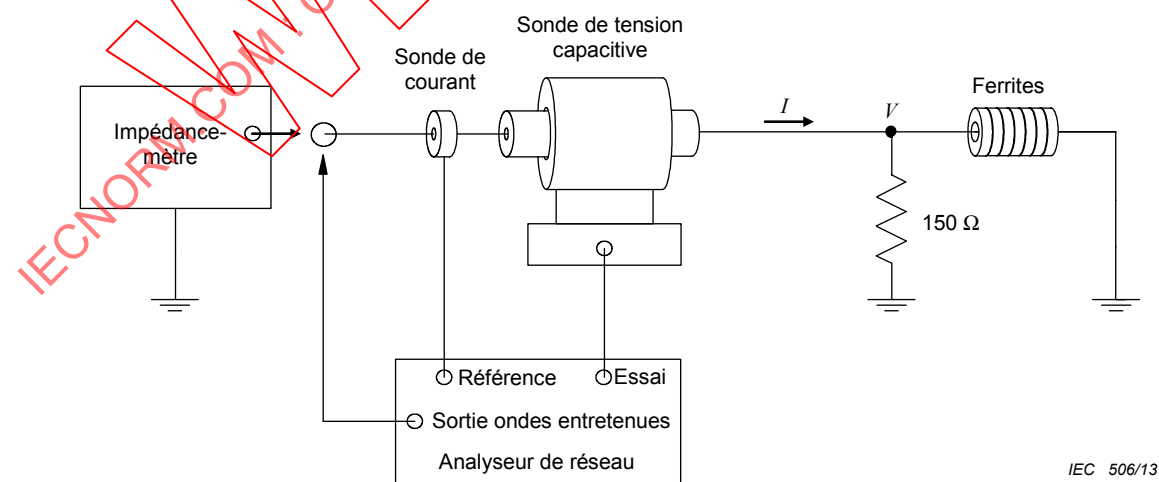
L'impédance série combinée de Z_{ferrite} et Z_{aecom} est égale à Z_{ferrite} . La valeur de Z_{ferrite} en parallèle avec la résistance de 150Ω ne doit alors pas être inférieure à 130Ω . Sous forme d'une équation:

$$\frac{150 Z_{\text{ferrite}}}{150 + Z_{\text{ferrite}}} \geq 130 \Omega$$

La résolution pour Z_{ferrite} donne une valeur de 975Ω . Ceci implique que les ferrites sélectionnées pour cette application doivent avoir une impédance minimale de 975Ω sur la plage de fréquences de $0,15 \text{ MHz}$ à 30 MHz . Pour un ensemble de ferrites donné, l'impédance minimale ($j\omega L$) apparaîtra à la fréquence minimale de $0,15 \text{ MHz}$.

En combinant les deux conditions décrites ci-dessus, on voit que la deuxième condition à $0,15 \text{ MHz}$ détermine les exigences minimales d'impédance des ferrites. Toute valeur d'impédance pour les ferrites supérieure à cette valeur est acceptable.

Pour déterminer que les ferrites sélectionnées remplissent la fonction prévue, on suggère d'utiliser le montage d'essai représenté à la Figure G.4. Un mesureur/analyseur d'impédance classique peut être utilisé pour mesurer l'impédance entre le point Z (I et V sur la Figure G.4) et la masse de référence. Une autre approche consiste à mesurer la tension et le courant individuels au point Z et de calculer ensuite l'impédance. Il convient d'effectuer la mesure d'impédance au minimum à $0,15 \text{ MHz}$. Il est toutefois conseillé de mesurer l'impédance sur toute la plage de $0,15 \text{ MHz}$ à 30 MHz pour s'assurer que toute capacité parasite associée aux ferrites et au câble coaxial ne dégrade pas l'impédance des ferrites. Cet effet est un problème car les données de laboratoire ont montré qu'il est peu probable que l'impédance désirée puisse être obtenue en un seul passage du câble coaxial à travers les ferrites, c'est-à-dire que plusieurs passages à travers les ferrites sont nécessaires. Cette disposition augmente les chances pour qu'une capacité parasite ait une influence défavorable sur l'impédance des ferrites. On a démontré qu'on pouvait obtenir en laboratoire l'impédance désirée en fonction de la fréquence.



IEC 506/13

Figure G.4 – Montage d'essai de base pour mesurer l'impédance combinée des 150Ω et des ferrites

Annexe H (normative)

Spécificités de la perturbation conduite sur les accès de télécommunication

H.1 Généralités

L'objectif de cette annexe est de décrire les mesures de l'émission en mode commun indésirable sur les accès de télécommunication d'un matériel en essai. Divers modes opératoires de mesures peuvent être utilisés, comme le résume le Tableau H.1.

Lorsqu'il existe plusieurs accès similaires sur un matériel en essai, au moyen d'un balayage préalable ou d'une autre technique, on doit montrer que les performances d'émission des accès sont similaires et que la perturbation conduite sur l'accès sélectionné est représentative des autres accès similaires.

**Tableau H.1 – Choix du mode opératoire de mesure
des perturbations sur les accès de télécommunication**

	Type de câble	Nombre de paires	Exemples AAN	Type de mesure	Modes opératoires
1	Symétrique, non blindé	1 (2 conducteurs) 2 (4 conducteurs) 3 (6 conducteurs) 4 (8 conducteurs)	Figure I.1 Figure I.2 Figure I.3 Figure I.3	Tension	H.5.2
2	Symétrique, non blindé	1 (2 conducteurs) 2 (4 conducteurs) 3 (6 conducteurs) 4 (8 conducteurs) > 4 (> 8 conducteurs)	Non applicable	Tension et courant	H.5.4 Un réglage du réseau d'adaptation (dispositif d'absorption de mode commun (CMAD)) peut être requis pour obtenir l'impédance spécifiée.
3	Blindé ou coaxial	Non applicable	Figure I.10 Figure I.8	Tension	H.5.2
4	Blindé ou coaxial	Non applicable	Non applicable	Courant ou tension	H.5.3
5	Câbles asymétriques	Non applicable	Non applicable	Tension et courant	H.5.4 Un réglage du réseau d'adaptation (CMAD) peut être requis pour obtenir l'impédance spécifiée.
6	Réseau électrique asymétrique	Non applicable	AMN approprié	Tension	L'AMN doit être utilisé comme sonde de tension

Autres détails:

- Lorsqu'il est utilisé, un réseau artificiel asymétrique (AAN) doit satisfaire aux exigences définies en H.2.
- Lorsqu'elle est utilisée, la sonde de courant doit satisfaire aux exigences définies en H.3 et la sonde de tension doit satisfaire aux exigences définies en H.4.
- Lors de la mesure des tensions d'émission des bornes d'alimentation électrique, la tension de l'alimentation électrique doit être fournie au matériel en essai par l'intermédiaire de l'AMN utilisé.
- Le mode opératoire décrit en H.5.2 donne les résultats ayant l'incertitude de mesure la plus faible.
- Chaque matériel en essai à accès symétriques non blindé doit être testé avec l'exemple d'AAN applicable au nombre total de paires équilibrées pour l'accès du matériel en essai (par exemple, un accès à quatre paires doit utiliser l'exemple AAN représenté aux Figures I.3, I.6 ou I.7), à condition qu'au moins une paire soit utilisée pour la télécommunication équilibrée et soit indépendante la façon dont les autres paires du câble sont utilisées.
- L'AAN représenté aux Figures I.2 et I.3 peut être utilisé pour un nombre quelconque de paires jusqu'au maximum, les AAN restants de l'Annexe I ne sont appropriés que pour être utilisés avec le nombre maximum de paires dans le câble.

H.2 Caractéristiques des réseaux fictifs asymétriques (AAN)

La mesure des émissions en courant ou de tension en mode commun (mode asymétrique) sur les accès de réseau câblé pour liaison de paires symétriques non blindées doit être effectuée avec l'accès de réseau câblé connecté par un câble à un réseau fictif asymétrique (AAN); ainsi, l'AAN doit définir l'impédance de terminaison en mode commun vue par l'accès de réseau câblé pendant les mesures de perturbations.

Le réseau fictif asymétrique (AAN) (étalonné en incluant tous les adaptateurs appropriés requis pour le raccordement au matériel en essai et au matériel associé (AE)) doit avoir les propriétés suivantes:

- L'impédance de terminaison en mode commun dans la plage de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz doit être de $150 \Omega \pm 20 \Omega$, l'angle de phase de $0^\circ \pm 20^\circ$.
- Le réseau fictif asymétrique (AAN) doit assurer une isolation suffisante contre les émissions provenant d'un matériel associé (AE) ou d'une charge connectée à l'accès de télécommunication testé. L'atténuation de l'AAN, pour les émissions de mode commun provenant de l'AE, doit être telle que le niveau mesuré de ces émissions à l'entrée du récepteur de mesure doit être au moins inférieur de 10 dB à la limite d'émission appropriée.

L'isolation préférentielle est de:

- de 150 kHz à 1,5 MHz, isolation > 35 dB jusqu'à 55 dB, linéarité augmentant avec le logarithme de la fréquence;
- de 1,5 MHz à 30 MHz, isolation > 55 dB.

NOTE L'isolation est le découplage de l'émission en mode commun provenant d'un matériel associé (AE) et apparaissant ensuite sur l'accès du matériel en essai du réseau fictif asymétrique (AAN). Certains paramètres du système d'essai sont considérés en déterminant le niveau d'exigence adéquate pour les niveaux d'émissions.

- Le réseau fictif asymétrique (AAN) doit satisfaire aux exigences de perte de conversion longitudinale (a_{LCL}) de 150 kHz à 30 MHz, mentionnées dans le Tableau H.2. Les valeurs réelles de perte de conversion longitudinale (LCL) pour simuler différentes catégories de câbles sont définies dans le Tableau H.2.

Tableau H.2 – Valeurs de a_{LCL}

Type de câble	a_{LCL} dB	Tolérance dB
Cat 3 (ou mieux)	$a_{LCL} = 55 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3
Cat 5 (ou mieux)	$a_{LCL} = 65 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 pour $f < 2$ MHz $-3 / +4,5$ for $2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$
Cat 6 (ou mieux)	$a_{LCL} = 75 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 pour $f < 2$ MHz $-3 / +6$ for $2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$

NOTE 1 Les équations donnent la variation de LCL (perte de conversion longitudinale) (a_{LCL}) en dB par rapport à la fréquence f en MHz.

NOTE 2 La LCL en fonction de la fréquence est une approximation de la LCL des câbles symétriques non blindés types dans des environnements représentatifs. La spécification de la catégorie 3 est considérée comme représentative de la LCL des réseaux d'accès de télécommunication types.

- d) La perte d'insertion ou autre dégradation de la qualité du signal dans la bande de fréquences des signaux désirés, provoquée par la présence du réseau fictif asymétrique (AAN), ne doit pas avoir une influence significative sur le fonctionnement normal du matériel en essai.
- e) La tolérance sur le facteur de division de tension (F_{AAN}) doit être de ± 1 dB de 150 kHz à 30 MHz. Le facteur de division de tension du réseau fictif asymétrique (AAN) est calculé comme suit:

$$F_{\text{AAN}} = 20 \lg \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \text{ dB}$$

où V_{cm} est la tension de mode commun apparaissant aux bornes de l'impédance de mode commun présentée au matériel en essai par l'AAN, et V_{mp} est la tension reçue du récepteur mesurée directement à l'accès de mesure de tension. Le facteur de division de tension doit être ajouté à la tension du récepteur mesurée directement à l'accès de mesure de tension et le résultat comparé aux limites de tension le cas échéant. Le facteur de division de tension est une quantité calibrée avec une incertitude et aucune tolérance.

H.3 Caractéristiques de la sonde de courant

La sonde de courant doit avoir une réponse en fréquence uniforme sans résonance (sur la plage de fréquences d'utilisation) et doit être capable de fonctionner sans effet de saturation provoqué par les courants de fonctionnement dans l'enroulement primaire.

Pendant les mesures de courant, lorsqu'un réseau fictif asymétrique (AAN) est utilisé pour terminer la ligne, une sonde de courant peut se révéler inadéquate pour déterminer le mode commun converti et il convient donc de ne pas en utiliser.

L'impédance d'insertion de la sonde de courant ne doit pas être supérieure à 1 Ω (voir 5.1 de la CISPR 16-1-2:2003).

H.4 Caractéristiques de la sonde de tension capacitive

La sonde de tension capacitive définie en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2:2003, Amendment 1 (2004) doit être utilisée.

H.5 Modes opératoires pour les mesures en mode commun

H.5.1 Généralités

Cet article décrit les modes opératoires de mesure pouvant être utilisés pour mesurer la perturbation conduite en mode commun (CM) des accès de réseau câblé. En fonction du type de câble, on peut utiliser différents modes opératoires, ayant chacun ses avantages et ses inconvénients (voir aussi l'Annexe G).

H.5.2 Mode opératoires de mesure utilisant les réseaux fictifs asymétriques (AAN)

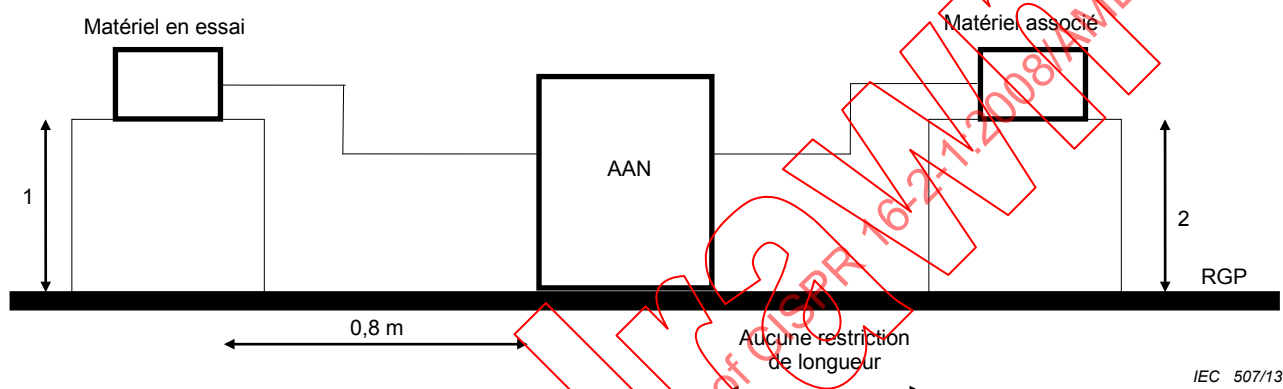
Une mesure est effectuée sur les accès de réseau câblé en utilisant des réseaux fictifs asymétriques (AAN) avec des pertes de conversion longitudinale comme défini dans le Tableau H.2. Le matériel en essai ne doit pas dépasser les limites applicables lorsqu'il est mesuré avec le réseau artificiel (AN) conformément à la catégorie de câble spécifiée par la documentation du matériel fournie à l'utilisateur.

Lorsque des mesures de tension de perturbation sont effectuées, un réseau fictif asymétrique (AAN) fournissant un accès de mesure de tension approprié pour une connexion à un

récepteur de mesure, tout en satisfaisant aux exigences de l'impédance de terminaison de mode commun de l'accès de réseau câblé, doit être utilisé.

Pour les câbles non blindés contenant des paires symétriques, un réseau fictif asymétrique (AAN) selon H.2 doit être utilisé. Les valeurs de perte de conversion longitudinale (LCL) de l'AAN doivent se situer dans la tolérance du Tableau H.2 d'un AAN approprié à la catégorie de câble connecté au matériel en essai.

- a) Mettre en place le matériel en essai selon la Figure H.1.
- b) Mesurer la tension à l'accès de mesure du réseau fictif asymétrique (AAN), corriger ensuite le relevé en ajoutant le facteur de division de tension de l'AAN (F_{AAN}) défini au point e) de la liste de H.2, comparer ensuite à la limite.



Légende

- 1 Distance par rapport au plan de masse de référence (RGP) horizontal: 40 cm pour un matériel de table, jusqu'à 15 cm pour un matériel posé au sol. En variante, un matériel de table en essai peut se trouver à 40 cm d'un RGP vertical.
- 2 La distance par rapport au RGP n'est pas critique si le réseau fictif asymétrique (AAN) procure une isolation suffisante contre les émissions d'un matériel associé (AE).

Figure H.1 – Exemple de dispositif de mesure utilisant des réseaux fictifs asymétriques (AAN)

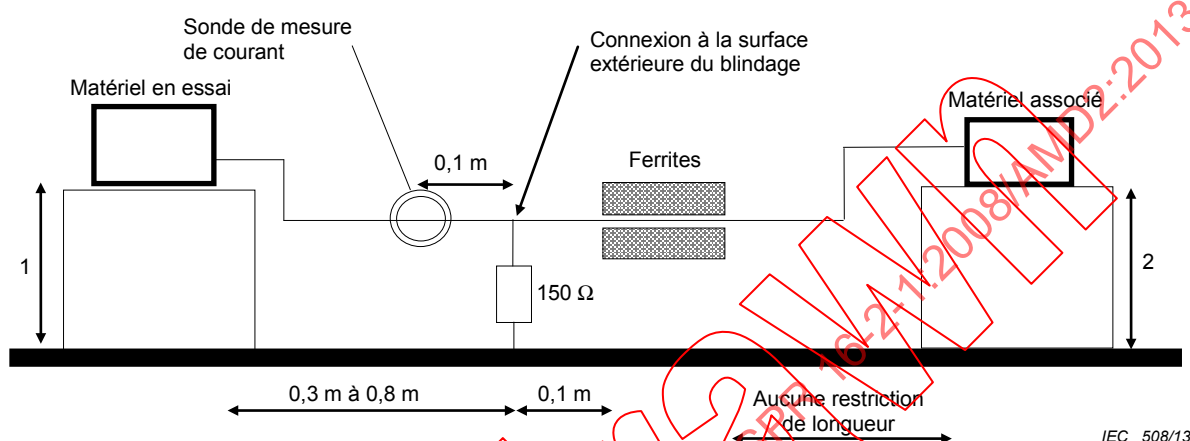
H.5.3 Mode opératoire de mesure utilisant une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage du câble

Ce mode opératoire peut être utilisé pour tous les types de câbles coaxiaux, blindages métalliques ou éléments de renfort sur des câbles à fibres optiques ou des câbles blindés à plusieurs paires.

- a) Mettre en place le matériel en essai selon la Figure H.2.
- b) Couper l'isolation protectrice extérieure (en faisant apparaître le blindage) et connecter une résistance de 150 Ω en utilisant une connexion électrique du blindage du câble au plan de masse de référence (RGP) (à travers la résistance de 150 Ω) se trouvant au plus à 0,3 m de la surface extérieure du blindage à la masse.
- c) Mettre un tube ou une pince en ferrite entre la connexion de 150 Ω et le matériel associé (AE).
- d) Mesurer le courant avec une sonde de courant et comparer à la limite de courant. L'impédance en mode commun à droite de la résistance de 150 Ω doit être suffisamment grande pour ne pas avoir d'influence sur la mesure. Utiliser la méthode du H.5.5 pour

mesurer cette impédance, dont il convient qu'elle soit très supérieure à $150\ \Omega$ afin de ne pas avoir d'influence sur la mesure pour les fréquences émises par le matériel en essai.

La mesure de tension peut également être effectuée en parallèle avec la résistance de $150\ \Omega$ avec une sonde à haute impédance ou en utilisant un « adaptateur de $50\ \Omega/150\ \Omega$ » (décrit dans la CEI 61000-4-6 comme une charge de $150\ \Omega$) et en appliquant le facteur de correction approprié (9,5 dB in dans le cas de « l'adaptateur de $50\ \Omega/150\ \Omega$ »).



Légende

- 1 Distance par rapport au plan de masse de référence (RGP) horizontal: 40 cm pour un matériel de table, jusqu'à 15 cm pour un matériel posé au sol. En variante, un matériel de table en essai peut se trouver à 40 cm d'un plan de masse de référence vertical.
- 2 La distance par rapport au plan de masse de référence n'est pas critique si l'impédance de la ferrite est supérieure à celle qui est donnée en G.6.

Figure H.2 – Exemple de dispositif de mesure utilisant une charge de $150\ \Omega$ à la surface extérieure du blindage

H.5.4 Mode opératoire de mesure utilisant une combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive

Puisque l'on n'utilise pas de réseau fictif asymétrique (AAN) dans ce mode opératoire, l'impédance de mode commun n'est pas stabilisée; on doit donc de nouveau mesurer les limites de tension et de courant du matériel en essai, comme défini dans les étapes suivantes:

- a) Configurer le matériel en essai selon la Figure H.3.
- b) Mesurer le courant avec une sonde de courant et comparer les résultats aux limites de courant.
- c) Mesurer la tension avec une sonde de tension capacitive comme spécifié en H.4.
 - 1) Régler la tension mesurée comme suit:
 - i) Marge de courant $\leq 6\ \text{dB}$: soustraire la marge de courant réelle de la tension mesurée.
 - ii) Marge de courant $> 6\ \text{dB}$: soustraire 6 dB de la tension mesurée.
 - 2) Comparer la tension réglée à la limite de tension applicable.
 - 3) Le courant mesuré et la tension réglée doivent tous deux être inférieurs aux limites de courant et de tension applicables.