

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Information technology equipment – Radio disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement**

**Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations
radioélectriques – Limites et méthodes de mesure**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



CISPR 22

Edition 6.0 2008-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Information technology equipment – Radio disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement**

**Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations
radioélectriques – Limites et méthodes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

ICS 33.100.10

ISBN 2-8318-9960-5

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope and object.....	8
2 Normative references.....	8
3 Definitions.....	9
4 Classification of ITE.....	10
4.1 Class B ITE.....	11
4.2 Class A ITE.....	11
5 Limits for conducted disturbance at mains terminals and telecommunication ports.....	11
5.1 Limits of mains terminal disturbance voltage.....	11
5.2 Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports.....	12
6 Limits for radiated disturbance.....	13
6.1 Limits below 1 GHz.....	13
6.2 Limits above 1 GHz.....	13
7 Interpretation of CISPR radio disturbance limit.....	14
7.1 Significance of a CISPR limit.....	14
7.2 Application of limits in tests for conformity of equipment in series production.....	14
8 General measurement conditions.....	15
8.1 Ambient noise.....	15
8.2 General arrangement.....	15
8.3 EUT arrangement.....	18
8.4 Operation of the EUT.....	20
9 Method of measurement of conducted disturbance at mains terminals and telecommunication ports.....	21
9.1 Measurement detectors.....	21
9.2 Measuring receivers.....	21
9.3 Artificial mains network (AMN).....	21
9.4 Ground reference plane.....	22
9.5 EUT arrangement.....	22
9.6 Measurement of disturbances at telecommunication ports.....	24
9.7 Recording of measurements.....	28
10 Method of measurement of radiated disturbance.....	28
10.1 Measurement detectors.....	28
10.2 Measuring receiver below 1 GHz.....	28
10.3 Antenna below 1 GHz.....	28
10.4 Measurement site below 1 GHz.....	29
10.5 EUT arrangement below 1 GHz.....	30
10.6 Radiated emission measurements above 1 GHz.....	30
10.7 Recording of measurements.....	30
10.8 Measurement in the presence of high ambient signals.....	31
10.9 User installation testing.....	31
11 Measurement uncertainty.....	31
Annex A (normative) Site attenuation measurements of alternative test sites.....	42
Annex B (normative) Decision tree for peak detector measurements.....	48

Annex C (normative) Possible test set-ups for common mode measurements	49
Annex D (informative) Schematic diagrams of examples of impedance stabilization networks (ISN)	56
Annex E (informative) Parameters of signals at telecommunication ports	65
Annex F (informative) Rationale for disturbance measurements and methods on telecommunications ports	68
Annex G (informative) Operational modes for some types of ITE	77
Bibliography	78
Figure 1 – Test site	32
Figure 2 – Minimum alternative measurement site	33
Figure 3 – Minimum size of metal ground plane	33
Figure 4 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted and radiated emissions) (plan view)	34
Figure 5 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted emission measurement - alternative 1a)	35
Figure 6 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted emission measurement – alternative 1b)	35
Figure 7 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted emission measurement – alternative 2)	36
Figure 8 – Example test arrangement for floor-standing equipment (conducted emission measurement)	37
Figure 9 – Example test arrangement for combinations of equipment (conducted emission measurement)	38
Figure 10 – Example test arrangement for tabletop equipment (radiated emission measurement)	38
Figure 11 – Example test arrangement for floor-standing equipment (radiated emission measurement)	39
Figure 12 – Example test arrangement for floor-standing equipment with vertical riser and overhead cables (radiated and conducted emission measurement)	40
Figure 13 – Example test arrangement for combinations of equipment (radiated emission measurement)	41
Figure A.1 – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements	45
Figure A.2 – Antenna positions for alternate site measurements for minimum recommended volume	46
Figure B.1 – Decision tree for peak detector measurements	48
Figure C.1 – Using CDNs described in IEC 61000-4-6 as CDN/ISNs	50
Figure C.2 – Using a 150 Ω load to the outside surface of the shield ("in situ CDN/ISN")	51
Figure C.3 – Using a combination of current probe and capacitive voltage probe with a table top EUT	52
Figure C.4 – Calibration fixture	54
Figure C.5 – Flowchart for selecting test method	55
Figure D.1 – ISN for use with unscreened single balanced pairs	56
Figure D.2 – ISN with high longitudinal conversion loss (LCL) for use with either one or two unscreened balanced pairs	57
Figure D.3 – ISN with high longitudinal conversion loss (LCL) for use with one, two, three, or four unscreened balanced pairs	58

Figure D.4 – ISN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with two unscreened balanced pairs.....	59
Figure D.5 – ISN for use with two unscreened balanced pairs	60
Figure D.6 – ISN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with four unscreened balanced pairs	61
Figure D.7 – ISN for use with four unscreened balanced pairs	62
Figure D.8 – ISN 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).....	62
Figure D.9 – ISN 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	63
Figure D.10 – ISN 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).....	63
Figure D.11 – ISN for use with multi-conductor screened cables, employing an internal common mode choke created by winding a multi-conductor screened cable on ferrite toroids	64
Figure F.1 – Basic circuit for considering the limits with defined TCM impedance of 150 Ω....	71
Figure F.2 – Basic circuit for the measurement with unknown TCM impedance	71
Figure F.3 – Impedance layout of the components used in Figure C.2.....	73
Figure F.4 – Basic test set-up to measure combined impedance of the 150 Ω and ferrites	74
Table 1 – Limits for conducted disturbance at the mains ports of class A ITE.....	11
Table 2 – Limits for conducted disturbance at the mains ports of class B ITE.....	12
Table 3 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz for class A equipment.....	12
Table 4 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz for class B equipment.....	12
Table 5 – Limits for radiated disturbance of class A ITE at a measuring distance of 10 m.....	13
Table 6 – Limits for radiated disturbance of class B ITE at a measuring distance of 10 m.....	13
Table 7 – Limits for radiated disturbance of Class A ITE at a measurement distance of 3 m...	13
Table 8 – Limits for radiated disturbance of Class B ITE at a measurement distance of 3 m...	14
Table 9 – Acronyms used in figures	32
Table A.1 – Normalized site attenuation (A_N (dB)) for recommended geometries with broadband antennas	44
Table F.1 – Summary of advantages and disadvantages of the methods described in Annex C.....	69

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT –
RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS –
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard CISPR 22 has been prepared by CISPR subcommittee 1: Electromagnetic compatibility of information technology equipment, multimedia equipment and receivers.

This sixth edition of CISPR 22 cancels and replaces the fifth edition published in 2005, its Amendment 1 (2005) and Amendment 2 (2006). This edition constitutes a minor revision.

The document CISPR/1/265/FDIS, circulated to the National Committees as Amendment 3, led to the publication of the new edition.

The text of this standard is based on the fifth edition, Amendment 1, Amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/1/265/FDIS	CISPR/1/271/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result 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.

INTRODUCTION

The scope is extended to the whole radio-frequency range from 9 kHz to 400 GHz, but limits are formulated only in restricted frequency bands, which is considered sufficient to reach adequate emission levels to protect radio broadcast and telecommunication services, and to allow other apparatus to operate as intended at reasonable distance.

INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT – RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

1 Scope and object

This International Standard applies to ITE as defined in 3.1.

Procedures are given for the measurement of the levels of spurious signals generated by the ITE and limits are specified for the frequency range 9 kHz to 400 GHz for both class A and class B equipment. No measurements need be performed at frequencies where no limits are specified.

The intention of this publication is to establish uniform requirements for the radio disturbance level of the equipment contained in the scope, to fix limits of disturbance, to describe methods of measurement and to standardize operating conditions and interpretation of results.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60083:2006, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

IEC 61000-4-6:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*¹

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific, and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*²

Amendment 1 (2004)

CISPR 13:2001, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*³

Amendment 1 (2003)

Amendment 2 (2006)

CISPR 16-1-1:2006, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*⁴

Amendment 1 (2006)

Amendment 2 (2007)

¹ There exists a consolidated edition 2.2 (2006) including edition 2.0, its Amendment 1 (2004) and its Amendment 2 (2006).

² There exists a consolidated edition 4.1 (2004) including edition 4.0 and its Amendment 1 (2004).

³ There exists a consolidated edition 4.2 (2006) including edition 4.0, its Amendment 1 (2003) and its Amendment 2 (2006).

⁴ There exists a consolidated edition 2.2 (2007) including edition 2.0, its Amendment 1 (2006) and its Amendment 2 (2007).

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*⁵

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

CISPR 16-1-4:2007, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*⁶

CISPR 16-2-3:2006, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

3 Definitions

For the purposes of this document the following definitions apply:

3.1

information technology equipment (ITE)

any equipment:

- a) which has a primary function of either (or a combination of) entry, storage, display, retrieval, transmission, processing, switching, or control, of data and of telecommunication messages and which may be equipped with one or more terminal ports typically operated for information transfer;
- b) with a rated supply voltage not exceeding 600 V.

It includes, for example, data processing equipment, office machines, electronic business equipment and telecommunication equipment.

Any equipment (or part of the ITE equipment) which has a primary function of radio transmission and/or reception according to the ITU Radio Regulations are excluded from the scope of this publication.

NOTE Any equipment which has a function of radio transmission and/or reception according to the definitions of the ITU Radio Regulations should fulfil the national radio regulations, whether or not this publication is also valid.

Equipment, for which all disturbance requirements in the frequency range are explicitly formulated in other IEC or CISPR publications, are excluded from the scope of this publication.

3.2

equipment under test (EUT)

representative ITE or functionally interactive group of ITE (system) which includes one or more host unit(s) and is used for evaluation purposes

3.3

host unit

part of an ITE system or unit that provides the mechanical housing for modules, which may contain radio-frequency sources, and may provide power distribution to other ITE. Power distribution may be a.c., d.c., or both between the host unit(s) and modules or other ITE

⁵ There exists a consolidated edition 1.2 (2006) including edition 1.0, its Amendment 1 (2004) and its Amendment 2 (2006).

⁶ There exists a consolidated edition 2.1 (2008) including edition 2.0 and its Amendment 1 (2007).

3.4 module

part of an ITE which provides a function and may contain radio-frequency sources

3.5 identical modules and ITE

modules and ITE produced in quantity and within normal manufacturing tolerances to a given manufacturing specification

3.6 telecommunications/network port

point of connection for voice, data and signalling transfers intended to interconnect widely-dispersed systems via such means as direct connection to multi-user telecommunications networks (e.g. public switched telecommunications networks (PSTN) integrated services digital networks (ISDN), x-type digital subscriber lines (xDSL), etc.), local area networks (e.g. Ethernet, Token Ring, etc.) and similar networks

NOTE A port generally intended for interconnection of components of an ITE system under test (e.g. RS-232, IEEE Standard 1284 (parallel printer), Universal Serial Bus (USB), IEEE Standard 1394 ("Fire Wire"), etc.) and used in accordance with its functional specifications (e.g. for the maximum length of cable connected to it), is not considered to be a telecommunications/network port under this definition.

3.7 multifunction equipment

information technology equipment in which two or more functions subject to this standard and/or to other standards are provided in the same unit

NOTE Examples of information technology equipment include

- a personal computer provided with a telecommunication function and/or broadcast reception function;
- a personal computer provided with a measuring function, etc.

3.8 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, 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 exposition of the cable to external electromagnetic fields.

3.9 arrangement

physical layout of the EUT that includes connected peripherals/associated equipment within the test area

3.10 configuration

mode of operation and other operational conditions of the EUT

3.11 associated equipment

AE

apparatus needed to help exercise the EUT. The associated equipment may be physically located outside the test area

4 Classification of ITE

ITE is subdivided into two categories denoted class A ITE and class B ITE.

4.1 Class B ITE

Class B ITE is a category of apparatus which satisfies the class B ITE disturbance limits.

Class B ITE is intended primarily for use in the domestic environment and may include:

- equipment with no fixed place of use; for example, portable equipment powered by built-in batteries;
- telecommunication terminal equipment powered by a telecommunication network;
- personal computers and auxiliary connected equipment.

NOTE The domestic environment is an environment where the use of broadcast radio and television receivers may be expected within a distance of 10 m of the apparatus concerned.

4.2 Class A ITE

Class A ITE is a category of all other ITE which satisfies the class A ITE limits but not the class B ITE limits. Such equipment should not be restricted in its sale but the following warning shall be included in the instructions for use:

Warning

This is a class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

5 Limits for conducted disturbance at mains terminals and telecommunication ports

The equipment under test (EUT) shall meet the limits in Tables 1 and 3 or 2 and 4, as applicable, including the average limit and the quasi-peak limit when using, respectively, an average detector receiver and quasi-peak detector receiver and measured in accordance with the methods described in Clause 9. Either the voltage limits or the current limits in Table 3 or 4, as applicable, shall be met except for the measurement method of C.1.3 where both limits shall be met. If the average limit is met when using a quasi-peak detector receiver, the EUT shall be deemed to meet both limits and measurement with the average detector receiver is unnecessary.

If the reading of the measuring receiver shows fluctuations close to the limit, the reading shall be observed for at least 15 s at each measurement frequency; the higher reading shall be recorded with the exception of any brief isolated high reading which shall be ignored.

5.1 Limits of mains terminal disturbance voltage

Table 1 – Limits for conducted disturbance at the mains ports of class A ITE

Frequency range MHz	Limits dB(μV)	
	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,50	79	66
0,50 to 30	73	60
NOTE The lower limit shall apply at the transition frequency.		

Table 2 – Limits for conducted disturbance at the mains ports of class B ITE

Frequency range MHz	Limits dB(μV)	
	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,50	66 to 56	56 to 46
0,50 to 5	56	46
5 to 30	60	50

NOTE 1 The lower limit shall apply at the transition frequencies.
NOTE 2 The limit decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 0,15 MHz to 0,50 MHz.

5.2 Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports ⁷⁾

Table 3 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz for class A equipment

Frequency range MHz	Voltage limits dB (μV)		Current limits dB (μA)	
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,5	97 to 87	84 to 74	53 to 43	40 to 30
0,5 to 30	87	74	43	30

NOTE 1 The limits decrease linearly with the logarithm of the frequency in the range 0,15 MHz to 0,5 MHz.
NOTE 2 The current and voltage disturbance limits are derived for use with an impedance stabilization network (ISN) which presents a common mode (asymmetric mode) impedance of 150 Ω to the telecommunication port under test (conversion factor is $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

Table 4 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at telecommunication ports in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz for class B equipment

Frequency range MHz	Voltage limits dB(μV)		Current limits dB(μA)	
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,5	84 to 74	74 to 64	40 to 30	30 to 20
0,5 to 30	74	64	30	20

NOTE 1 The limits decrease linearly with the logarithm of the frequency in the range 0,15 MHz to 0,5 MHz.
NOTE 2 The current and voltage disturbance limits are derived for use with an impedance stabilization network (ISN) which presents a common mode (asymmetric mode) impedance of 150 Ω to the telecommunication port under test (conversion factor is $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

⁷⁾ See 3.6.

6 Limits for radiated disturbance

6.1 Limits below 1 GHz

The EUT shall meet the limits of Table 5 or Table 6 when measured at the measuring distance R in accordance with the methods described in Clause 10. If the reading on the measuring receiver shows fluctuations close to the limit, the reading shall be observed for at least 15 s at each measurement frequency; the highest reading shall be recorded, with the exception of any brief isolated high reading, which shall be ignored.

**Table 5 – Limits for radiated disturbance of class A ITE
at a measuring distance of 10 m**

Frequency range MHz	Quasi-peak limits dB(μ V/m)
30 to 230	40
230 to 1 000	47
NOTE 1 The lower limit shall apply at the transition frequency. NOTE 2 Additional provisions may be required for cases where interference occurs.	

**Table 6 – Limits for radiated disturbance of class B ITE
at a measuring distance of 10 m**

Frequency range MHz	Quasi-peak limits dB(μ V/m)
30 to 230	30
230 to 1 000	37
NOTE 1 The lower limit shall apply at the transition frequency. NOTE 2 Additional provisions may be required for cases where interference occurs.	

6.2 Limits above 1 GHz

The EUT shall meet the limits of Table 7 or Table 8 when measured in accordance with the method described in Clause 10 and the conditional testing procedure described below.

**Table 7 – Limits for radiated disturbance of Class A ITE
at a measurement distance of 3 m**

Frequency range GHz	Average limit dB(μ V/m)	Peak limit dB(μ V/m)
1 to 3	56	76
3 to 6	60	80
NOTE The lower limit applies at the transition frequency.		

Table 8 – Limits for radiated disturbance of Class B ITE at a measurement distance of 3 m

Frequency range GHz	Average limit dB(μV/m)	Peak limit dB(μV/m)
1 to 3	50	70
3 to 6	54	74
NOTE The lower limit applies at the transition frequency.		

• **Conditional testing procedure:**

The highest internal source of an EUT is defined as the highest frequency generated or used within the EUT or on which the EUT operates or tunes.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is less than 108 MHz, the measurement shall only be made up to 1 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is between 108 MHz and 500 MHz, the measurement shall only be made up to 2 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is between 500 MHz and 1 GHz, the measurement shall only be made up to 5 GHz.

If the highest frequency of the internal sources of the EUT is above 1 GHz, the measurement shall be made up to 5 times the highest frequency or 6 GHz, whichever is less.

7 Interpretation of CISPR radio disturbance limit

7.1 Significance of a CISPR limit

7.1.1 A CISPR limit is a limit which is recommended to national authorities for incorporation in national publications, relevant legal regulations and official specifications. It is also recommended that international organizations use these limits.

7.1.2 The significance of the limits for equipment shall be that, on a statistical basis, at least 80 % of the mass-produced equipment complies with the limits with at least 80 % confidence.

7.2 Application of limits in tests for conformity of equipment in series production

7.2.1 Tests shall be made:

7.2.1.1 Either on a sample of equipment of the type using the statistical method of evaluation set out in 7.2.3.

7.2.1.2 Or, for simplicity's sake, on one equipment only.

7.2.2 Subsequent tests are necessary from time to time on equipment taken at random from production, especially in the case referred to in 7.2.1.2.

7.2.3 Statistically assessed compliance with limits shall be made as follows:

This test shall be performed on a sample of not less than five and not more than 12 items of the type. If, in exceptional circumstances, five items are not available, a sample of four or three shall be used. Compliance is judged from the following relationship:

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

where

\bar{x} is the arithmetic mean of the measured value of n items in the sample

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_n - \bar{x})^2$$

x_n is the value of the individual item

L is the appropriate limit

k is the factor derived from tables of the non-central t -distribution which assures with 80 % confidence that 80 % of the type is below the limit; the value of k depends on the sample size n and is stated below.

The quantities x_n , \bar{x} , S_n and L are expressed logarithmically: dB(μ V), dB(μ V/m) or dB(μ A).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

7.2.4 The banning of sales, or the withdrawal of a type approval, as a result of a dispute shall be considered only after tests have been carried out using the statistical method of evaluation in accordance with 7.2.1.1.

8 General measurement conditions

8.1 Ambient noise

A test site shall permit disturbances from the EUT to be distinguished from ambient noise. The suitability of the site in this respect can be determined by measuring the ambient noise levels with the EUT inoperative and ensuring that the noise level is at least 6 dB below the limits specified in Clauses 5 and 6.

If at certain frequency bands the ambient noise is not 6 dB below the specified limit, the methods shown in 10.8 may be used to show compliance of the EUT to the specified limits.

It is not necessary that the ambient noise level be 6 dB below the specified limit where both ambient noise and source disturbance combined do not exceed the specified limit. In this case the source emanation is considered to satisfy the specified limit. Where the combined ambient noise and source disturbance exceed the specified limit, the EUT shall not be judged to fail the specified limit unless it is demonstrated that, at any measurement frequency for which the limit is exceeded, two conditions are met:

- the ambient noise level is at least 6 dB below the source disturbance plus ambient noise level;
- the ambient noise level is at least 4,8 dB below the specified limit.

8.2 General arrangement

Where not specified herein, the EUT shall be configured, installed, arranged and operated in a manner consistent with typical applications. Where the manufacturer has specified or recommended an installation practice, this shall be used in the test arrangement, where possible. This arrangement shall be typical of normal installation practice. Interface

cables/loads/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/devices may have 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 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, then 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, or because the testing is being done at a user installation, 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 which is populated with multiple modules (drawer, plug-in card, board, etc.) 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 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.

Examples of a minimum representative configuration follow.

For a personal computer or a personal computer peripheral, the minimum configuration consists of the following device grouped and tested together:

- a) personal computer;
- b) keyboard;
- c) visual display unit;
- d) external peripheral for each of two different types of available I/O protocols, such as serial, parallel, etc.;
- e) if the EUT has a dedicated port for a special-purpose device such as a mouse or joystick, that device shall be part of the minimum configuration.

NOTE Items a), b) and/or c) may, in some systems, be assembled in the same chassis. In no instance may items a), b), c), mouse or joystick controls, be used as a replacement for item d).

For a point of sale terminal, the minimum system consists of the following devices (to the extent applicable) grouped and tested together:

- a) active processor (till);
- b) cash drawer;
- c) keyboard(s);
- d) display units (operator and customer);
- e) typical peripheral (bar code scanner);
- f) handheld device (bar code scanner).

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

A unit of equipment which forms part of a system distributed over a wide area (such as data processing terminals or workstations, or private branch telecommunication exchanges, etc.), and which in itself may be a subsystem, may be tested independently of the host unit or system. Distributed networks, for example a local area network, may be simulated on the test site by lengths of cable and actual peripherals or remote network communications simulators located at a distance sufficient to ensure that they do not contribute to the measured level.

The results of an evaluation of EUTs having one of each type of module or ITE can be applied to configurations having more than one of each of those modules or ITE. This is permissible because it has been found that disturbances from identical modules or ITE (see 3.5) are generally not additive in practice.

In the case of EUTs which functionally interact with other ITE, including any ITE that is dependent on a host unit for its power interface, either the actual interfacing ITE or simulators may be used to provide representative operating conditions, provided the effects of the simulator can be isolated or identified. If an ITE is designed to be a host unit to other ITE, such ITE may have to be connected in order that the host unit shall operate under normal conditions.

It is important that any simulator used instead of an actual interfacing ITE properly represents the electrical and, in some cases, the mechanical characteristics of the interfacing ITE, especially RF signals and impedances. Following this procedure will permit the results of measurements of individual ITE to remain valid for system application and integration of the ITE with other similarly tested ITE, including ITE produced and tested by different manufacturers.

In the case of printed wiring board assemblies (PWBA), separately marketed for the enhancement of diverse host units, the PWBA (such as ISDN interface, CPU, adaptor cards, etc.) shall be tested in at least one appropriate representative host unit of the PWBA manufacturer's choice so as to ensure compliance of the PWBA with the entire population of hosts in which it is intended to be installed.

The host shall be a typical compliant production sample.

PWBA intended to be class B shall not be tested in hosts which are class A.

The accompanying documentation of the PWBA shall include information regarding the host units in which the PWBA was tested and verified, and information enabling the user to identify host units in which the PWBA will achieve compliance with the classification (A or B).

8.2.1 Determination of maximum emission arrangement(s)

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 Figures 4 through 13 as appropriate.

Final measurements shall be conducted as in Clauses 9 and 10 for conducted and radiated disturbances, respectively.

8.3 EUT arrangement

The EUT position relative to the ground reference plane shall be equivalent to that occurring in use. Therefore, floor-standing equipment is placed on, but insulated from, a ground reference 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, ISN or associated equipment should be terminated, if required, using the correct terminating impedance.

Telecom cables or other connections to associated equipment located outside the test area shall drape to the floor, and then be routed to the place where they leave the test site.

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

NOTE Specific ground plane requirements are given in 9.4 for conducted disturbance measurements and in 10.4.4 for radiated disturbance measurements, and in 9.5 and 10.5 where they may relate to particular test arrangements.

Figures 4 through Figure 13 are examples of test arrangements and provide guidance only. The requirements stated in the text take precedence.

8.3.1 Tabletop arrangement

The general conditions of 8.3 apply.

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

All units of equipment forming the system under test (includes the EUT as well as connected peripherals and associated equipment or devices) shall be arranged such that a nominal 0,1 m separation is achieved between the neighbouring units (see Figure 4). Where the units are normally stacked, then they shall be placed directly on top of each other (for example a monitor and desk-top PC) and placed at the rear of the arrangement (peripheral position 1 or 2 in Figure 4).

Ideally, the rear of the arrangement shall be flush with the back of the supporting tabletop unless that would not be possible or typical of normal use. This may require the table to be extended. If this is not possible, then the additional units may be placed around the sides of the table as shown in Figure 4. Positions 1 and 2 shall be used for up to two additional units in Figure 4. If more than two units are present, the test arrangement shall be chosen that maintains as close as practical the 0,1 m spacing between units unless they are normally located closer together.

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 bundle is at least 0,4 m above the horizontal ground reference plane.

Cables of devices such as keyboards, mice, microphone etc. shall be positioned as for normal usage.

The arrangement of external power supply units shall be as follows:

- a) If the mains input cable of the external power supply unit is greater than 0,8 m, the external power supply unit shall be placed on the tabletop, with a nominal 0,1 m separation from the host unit.
- b) If the external power supply unit has a mains input cable that is less than 0,8 m, the external power supply unit shall be placed at a height above the ground plane such that its power cable is fully extended in the vertical direction.
- c) If the external power supply unit is incorporated into the mains power plug, it shall be placed on the tabletop. An extension cable shall be used between the external power supply unit and the source of power. The extension cable should be connected in a manner such that it takes the most direct path between the external power supply unit and the source of power.

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.

8.3.2 Floor-standing arrangement

The general conditions of 8.3 apply.

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

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

Intra-unit cables (between units forming the EUT or between the EUT and an associated equipment) shall drape to, but remain insulated from, the horizontal ground reference plane. Any excess 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 ground reference 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 ground reference plane or at the height of the cable entry or connection point if this is within 0,4 m of the horizontal ground reference plane (See Figures 8 and 11).

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.

8.3.3 Combinations of tabletop and floor-standing equipment arrangement

Subclauses 8.3.1 and 8.3.2 shall apply with the following additional requirements:

Intra-unit cables between a tabletop unit and a floor standing unit shall have the excess 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 ground reference plane or at the height of the cable entry or connection point if this is within 0,4 m of the horizontal ground reference plane (see Figure 9).

8.4 Operation of the EUT

The operational conditions of the EUT shall be determined by the manufacturer according to the typical use of the EUT with respect to the expected highest level of emission. The determined operational mode and the rationale for the conditions shall be stated in the test report. Suggested operational modes for some types of ITE are given in Annex G.

The EUT shall be operated within the rated (nominal) operating voltage range and typical load conditions (mechanical or electrical) for which it is designed. Actual loads should be used whenever possible. If a simulator is used, it shall represent the actual load with respect to its radio frequency and functional characteristics.

The test programmes or other means of exercising the equipment should ensure that various parts of a system are exercised in a manner that permits detection of all system disturbances. For example, in a computer system, tape and disk drives should be put through a read-write-erase sequence; and various portions of memories should be addressed. Any mechanical activities should be performed and visual display units should be operated as in G.1.

8.4.1 Operation of multifunction equipment

Multifunction equipment which is subjected simultaneously to different clauses of this standard and/or other 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 example, a personal computer with a broadcast reception function shall be tested with the broadcast reception function inactivated according to CISPR 22 and then tested with only the broadcast reception function activated according to CISPR 13, if the equipment can operate each function in isolation under normal operation.

For equipment which 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. For example, if a personal computer with a broadcast reception function cannot operate the broadcast reception function in isolation from the computing function, the personal computer may be

tested with the computing function and broadcast reception function activated according to CISPR 22 and CISPR 13 with respect to these requirements.

Where an allowance is made excluding specific ports or frequencies in a standard, the allowance may be made when relevant functions within multifunction equipment are tested against a different standard (e.g. excluding of fundamental and harmonics frequencies of a local oscillator during a measurement of equipment containing the broadcast reception function according to CISPR 22). In the same way special terminations may be needed, e.g. during the measurements according to CISPR 22, the antenna port of a broadcast receiver shall be terminated by a non-inductive resistor equal to the value of the nominal impedance for the port.

NOTE Disturbances caused by the local oscillator can be distinguished from disturbances caused by other sources by changing the tuned reception frequency/channel.

Regardless of the above prescriptions,

- the measurement of disturbance voltage at the mains port according to CISPR 13 may be excluded if the EUT has complied with the relevant limits of CISPR 22;
- the measurement of disturbance power according to CISPR 13 may be excluded if the EUT has complied with the limits of radiated disturbance field strength of CISPR 22;
- the measurement of radiated disturbance field strength according to CISPR 13 may be excluded if all radiated disturbances from the EUT have complied with the relevant limits of CISPR 22.

9 Method of measurement of conducted disturbance at mains terminals and telecommunication ports

9.1 Measurement detectors

Measurements shall be carried out using quasi-peak and average detector receivers as described in 9.2. Both detectors may be incorporated in a single receiver, and measurements may be carried out by using alternatively the quasi-peak detector and the average detector.

NOTE It is recommended that the measurement of conducted disturbances be performed in a screened enclosure.

To reduce testing time, a peak detector receiver may be used instead of a quasi-peak or an average detector receiver. In case of dispute, measurement with a quasi-peak detector receiver will take precedence when measuring to the quasi-peak limits, and measurement with an average detector receiver will take precedence when measuring to the average limits (see Annex B).

9.2 Measuring receivers

The quasi-peak measuring receiver shall be in accordance with Clause 4 of CISPR 16-1-1.

Receivers with average detectors shall be in accordance with Clause 6 of CISPR 16-1-1, and shall have a 6 dB bandwidth in accordance with Clause 4 of CISPR 16-1-1.

Receivers with peak detectors shall be in accordance with Clause 5 of CISPR 16-1-1 and shall have a 6 dB bandwidth in accordance with Clause 4 of CISPR 16-1-1.

9.3 Artificial mains network (AMN)

An AMN is required to provide a defined impedance at high frequencies across the power feed at the point of measurement of terminal voltage, and also to provide isolation of the circuit under test from the ambient noise on the power lines.

A network with a nominal impedance ($50 \Omega/50 \mu\text{H}$ or $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$) as defined in 4.3 of CISPR 16-1-2 shall be utilized.

Conducted disturbances shall be measured between the phase lead and the reference ground, and between the neutral lead and the reference ground. Both measured values shall be within the appropriate limits.

It may not be possible to measure at some frequencies because of conducted ambient noise caused by coupling from local broadcast service fields. A suitable additional radio-frequency filter may be inserted between the AMN and the mains supply, or measurements may be performed in a shielded enclosure. The components forming the additional radio-frequency filter should be enclosed in a metallic screen directly connected to the reference ground of the measuring system. The requirements for the impedance of the AMN should be satisfied at the frequency of the measurement, with the additional radio-frequency filter connected.

9.4 Ground reference plane

A vertical or horizontal ground reference plane shall extend at least 0,5 m beyond the projection of the test arrangement, but shall nevertheless have a minimum size of 2 m × 2 m.

The reference ground point of the AMN and the impedance stabilisation network (ISN) shall be connected to the ground reference plane with a conductor that is as short as possible.

9.5 EUT arrangement

9.5.1 General

The mains cable of the unit being measured shall be connected to one artificial mains network (AMN). Where the EUT is a system, which is a collection of ITE with one or more host units, and each item has its own power cable, the point of connection for the AMN is determined by the following rules:

- a) Each power cable that is terminated in a power supply plug of a standard design (IEC 60083 for example) shall be tested separately.
- b) Power cables or terminals that are not specified by the manufacturer to be connected via a host unit shall be tested separately.
- c) Power cables or field wiring terminals which are specified by the manufacturer to be connected via a host unit or other power-supplying equipment shall be connected to that host unit or other power-supplying equipment, and the terminals or cables of that host unit or other power-supplying equipment are those considered for connection to the AMN and tested.
- d) Where a special connection is specified, the necessary hardware to effect the connection shall be supplied by the manufacturer for the purpose of this test.

The AMN shall be placed 0,8 m from the boundary of the unit under test and bonded to a ground reference plane for AMNs mounted on top of the ground reference plane. This distance is between the closest points of the AMN and the EUT. All other units of the EUT and associated equipment shall be at least 0,8 m from the AMN.

Optionally, for AMNs mounted beneath the ground plane, the mains cable connection can be either directly to the AMN or to an extended outlet that is mounted at the surface of the ground plane and connected to the AMN. For mains cable directly connected to AMNs below the ground plane, the 0,8 m separation is between the closest point of the EUT and the ground plane elevation above the AMN. When using an extended outlet attached to the AMN, the impedance requirement of the AMN shall be met at the extended outlet and the 0,8 m separation distance shall be between the closest point of the EUT and the point where the EUT mains cable is connected to the extended outlet.

Where the mains cable supplied by the manufacturer is longer than 1 m, the excess should be folded at the centre into a bundle no longer than 0,4 m, so that its length is shortened to 1 m. If the 1 m cable length cannot be achieved owing to physical limitations of the EUT arrangement, the cable length shall be as near to 1 m as possible. Where the mains cable is not specified or

supplied by the manufacturer, a mains cable of 1 m shall be connected between the EUT and AMN.

The power cables of all other units of the equipment under test shall be connected to a second AMN, which is bonded to the ground reference plane in the same way as the AMN for the unit being measured. A multiple socket outlet strip may be used to connect multiple power cables to a single AMN provided the rating of the AMN is not exceeded. Alternatively, additional AMNs may be used; in this case, the distance between any AMN and any unit shall not be less than 0,8 m.

All telecommunication and signal ports must be correctly terminated using either an appropriate associated equipment or a representative termination during the measurement of the conducted disturbances at the mains. If an ISN is connected to a telecommunications port during the measurement of conducted disturbances at the mains port, then the ISN receiver port shall be terminated in 50 Ω and the LCL shall be representative of the telecommunications network to which that port attaches (for example CAT5).

If ISNs are used for measurements on telecom ports, they shall be nominally 0,8 m from the EUT and bonded to a ground reference plane. Other units of the equipment under test shall be at least 0,8 m from the ISN.

Ground connections, where required for safety purposes, shall be connected to the reference ground point of the AMN and, where not otherwise provided or specified by the manufacturer, shall be of same length as the mains cable and run parallel to the mains connection at a separation distance of not more than 0,1 m.

Other ground connections (for example for EMC purposes), either specified or supplied by the manufacturer for connection to the same ultimate terminal as the safety ground connection, shall also be connected to the reference ground of the AMN.

In case of dispute, tests shall be carried out as originally performed.

9.5.2 Tabletop equipment arrangement

The general conditions of 8.3.1 and 9.5.1 apply.

There are two alternative test arrangements.

- 1) The test is performed with a vertical ground reference plane. The EUT shall be placed on a non-conductive table such that it is 0,8 m above the horizontal ground reference plane. The rear of the EUT shall be 0,4 m from the vertical ground reference plane. The vertical ground reference plane shall be bonded to the horizontal ground reference plane. Hence the AMN(s) and ISN(s) used can be bonded to either the vertical ground reference plane or other metal planes regarded as the ground reference plane. Example arrangements are shown in Figure 5 (alternative 1a) and Figure 6 (alternative 1b).
- 2) The test is performed with a horizontal ground reference plane (for example on an open area test site (OATS) or in a screened enclosure). The EUT shall be placed on a non-conductive table such that it is 0,4 m above the horizontal ground reference plane. An example arrangement is shown in Figure 7.

In all cases, the EUT shall be at least 0,8 m from any other metal surface or ground plane, which is not part of the EUT or associated equipment.

It shall be recorded which test arrangement alternative is used for the measurement in the test report.

Additionally:

- AMN(s) may have to be positioned to the side of the table during tabletop testing to meet the criterion that the AMN shall be 0,8 m away from the EUT.
- Signal cables shall be positioned for their entire lengths, as far as possible, at a nominal distance of 0,4 m from the ground reference plane (using a non-conductive fixture, if necessary).

Additionally for alternative 2:

- If interface cables would drape over the back of the table, the excess shall be folded at the cable centre into a bundle no longer than 0,4 m, such that the bundle is on the table.

Example arrangements are shown in Figure 4 through Figure 7 inclusive.

9.5.3 Floor-standing equipment arrangement

The general conditions of 8.3.2 and 9.5.1 apply.

Examples of arrangements are shown in Figure 8 and Figure 12.

9.5.4 Combinations of tabletop and floor-standing equipment arrangement

The test arrangement for the tabletop EUT shall be in accordance with 9.5.2.

The test arrangement for the floor-standing EUT shall be in accordance with 9.5.3.

Examples of arrangements are shown in Figure 9 and Figure 13.

9.6 Measurement of disturbances at telecommunication ports

The purpose of these tests is to measure the common mode disturbance emitted at the telecommunication ports of an EUT. The wanted signal may contribute to those common mode disturbances. 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 discussed in Annex E.

9.6.1 Methods of conformance testing

Measurement is made at telecommunication ports using ISNs with longitudinal conversion losses (LCL) as defined in 9.6.2. When no ISN is defined, measurements are made using a current probe and a voltage probe in accordance with 9.6.3.5. Note that LCL is undefined using the measurement method of 9.6.3.5.

The manufacturer shall demonstrate that the equipment does not exceed the limits of Tables 3 or 4 when tested using the cable category specified by the equipment documentation provided to the user.

9.6.2 Impedance Stabilization Network (ISN)

The mains voltage shall be supplied to the EUT via the AMN used when measuring the mains terminal disturbance voltages according to 9.3.

Assessment of common mode (asymmetric mode) current or voltage disturbances at telecommunication ports for attachment of unshielded balanced pairs shall be performed with the telecommunication port connected by a cable to an ISN; thus the ISN shall define the common mode termination impedance seen by the telecommunication port during the disturbance measurements. The ISN shall allow normal operation of the EUT, and to this end

shall be interposed in the signal cable between the EUT and any auxiliary/associated equipment (AE) or load required to exercise the EUT.

It has not been possible to specify a generally applicable ISN because the construction depends on the configuration of the telecommunication port under test. Until a suitable ISN is specified for unbalanced cables, screened or unshielded cables with more than four (4) balanced pairs, it is permitted to connect such cables to an AE or a simulator instead of an ISN. The actual load shall be reported in the test report. In any case the EUT shall meet the limits in Tables 3 or 4 as applicable.

Where a current probe is used it should be possible to attach it to the cable to be measured without disconnecting the cable from its connections. The current probe must have a uniform frequency response without resonances, and must be capable of operating without saturation effects caused by the operating currents in the primary winding.

The current probe, if used, shall be mounted on the cable within 0,1 m distance of the ISN. The insertion impedance of the current probe must be 1 Ω maximum, see 5.1 of CISPR 16-1-2.

The ISN including any and all adapters required to connect to the EUT and AE shall have the following properties when calibrated in accordance with Annex E of CISPR 16-1-2:

- a) The common mode termination impedance in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz shall be $150 \Omega \pm 20 \Omega$, phase angle $0^\circ \pm 20^\circ$.
- b) The ISN shall provide sufficient isolation against disturbances from an AE or load connected to the telecommunication port under test. The attenuation of the ISN, for common mode current or voltage disturbances originating from the AE, shall be such that the measured level of these disturbances at the measuring receiver input shall be at least 10 dB below the relevant disturbance limit.

The preferred isolation is:

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

NOTE Isolation is the decoupling of common mode disturbance originating in an AE and subsequently appearing at the EUT port of the ISN.

- c)1) ISN for measurements at ports intended for connection to category 6 (or better) unshielded balanced pair cables.

The variation of the longitudinal conversion loss (LCL) with frequency f (MHz) shall be defined by the following equation:

$$LCL(\text{dB}) = 75 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB for $f < 2$ MHz, -3 dB/+6 dB for f between 2 MHz and 30 MHz)

- c)2) ISN for measurements at ports intended for connection to category 5 (or better) unshielded balanced pair cables.

The variation of the longitudinal conversion loss (LCL) with frequency f (MHz) shall be defined by the following equation:

$$LCL(\text{dB}) = 65 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB for $f < 2$ MHz, -3 dB/ $+4,5$ dB for f between 2 MHz and 30 MHz)

- c)3) ISN for measurements at ports intended for connection to category 3 (or better) unshielded balanced cables.

The variation of the longitudinal conversion loss (LCL) with frequency f (MHz) shall be defined by the following equation:

$$LCL(\text{dB}) = 55 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB} \quad (\pm 3 \text{ dB})$$

NOTE 1 The above specifications of LCL versus frequency are approximations of the LCL of typical unshielded balanced cables in representative environments. The specification for category 3 cables (9.6.2 c)3) is considered representative of the LCL of typical telecommunication access networks. They are under continuing study and open to future modification.

NOTE 2 The related uncertainty issues are currently under discussion and a reference to CISPR 16-3 ⁸⁾ will be included here once this work is concluded.

- d) The attenuation distortion or other deterioration of the signal quality in the wanted signal frequency band caused by the presence of the ISN shall not significantly affect the normal operation of the EUT.
- e) The voltage division factor is defined as follows.

Definition: The voltage division factor of an ISN provided with a voltage measuring port is defined as:

$$\text{voltage division factor} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \text{ dB}$$

where V_{cm} is the common mode voltage appearing across the common mode impedance presented to the EUT by the ISN, 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 in Table 3 or Table 4, as applicable. The accuracy of the voltage division factor shall be ± 1 dB.

9.6.3 Measurement at telecommunication ports

The EUT shall be set up in accordance with Figures 4 through 9 for tabletop equipment, floor-standing equipment, and combined floor-standing equipment and tabletop equipment.

In order to make reliable emission measurements representative of high LAN utilization it is only necessary to create a condition of LAN utilization in excess of 10 % and sustain that level for a minimum of 250 ms. The content of the test traffic should consist of both periodic and pseudo-random messages in order to emulate realistic types of data transmission (e.g. random: files compressed or encrypted; periodic: uncompressed graphic files, memory dumps, screen updates, disk images). If the LAN maintains transmission during idle periods measurements shall also be made during idle periods (see Clause E.3, [7]).

⁸⁾ CISPR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports.*

9.6.3.1 Voltage measurement at balanced telecommunication ports intended for connection to unshielded balanced pairs

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

When disturbance voltage measurements are performed on a single unshielded balanced pair, an adequate ISN for two wires shall be used; when performed on unshielded cables containing two balanced pairs, an adequate ISN for four wires shall be used; when performed on unshielded cables containing four balanced pairs, an adequate ISN for eight wires shall be used (see Annex D).

The measurement method of C.1.1 shall be used.

For cables containing more than four balanced pairs, see 9.6.3.5.

9.6.3.2 Current measurements at balanced telecommunication ports intended for connection to unshielded balanced pairs

When disturbance current measurements are performed on an unshielded cable containing a single balanced pair or two balanced pairs or four balanced pairs, the cable shall be terminated as for disturbance voltage measurements.

The measurement method of C.1.1 shall be used.

For cables containing more than four balanced pairs, see 9.6.3.5.

9.6.3.3 Voltage measurements at telecommunication ports intended for connection to shielded cables or to coaxial cables

The measurement method of C.1.1 or C.1.2 shall be used.

9.6.3.4 Current measurements at telecommunication ports intended for connection to shielded cables or to coaxial cables

The measurement method of C.1.1 or C.1.2 shall be used.

9.6.3.5 Measurements at telecommunication ports intended for connection to cables containing more than four balanced pairs or to unbalanced cables

The measurement method of C.1.3 shall be used. An appropriate cable shall be used to connect the EUT to the AE. At each frequency of interest, the requirements of C.1.3 shall be met. The type of cable used to connect the EUT to the AE and the length of that cable shall be recorded in the test report.

Measurement procedure: Without decoupling the AE from the EUT, measure the common mode current with a current probe and measure the common mode voltage with a capacitive voltage probe.

The AE shall be:

- device(s) typically connected to the telecommunication port under test by a multi-conductor cable specified by the manufacturer; or alternatively,
- a telecommunications port simulation device; or,

- a device that passively terminates the port at the AE end of the cable unless an active device is necessary to appropriately exercise the port under test.

9.7 Recording of measurements

Of those disturbances above ($L - 20$ dB), where L is the limit level in logarithmic units, record at least the disturbance levels and the frequencies of the six highest disturbances from each mains port and each telecommunication port which comprise the EUT. For the mains port, the current-carrying conductor for each disturbance shall be identified.

In addition, the test report shall include the value of the measurement uncertainty of the measurement instrumentation and its associated connections used in performing the emission tests. See Clause 11.

10 Method of measurement of radiated disturbance

10.1 Measurement detectors

Measurements shall be made with a quasi-peak measuring receiver in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.

To reduce the testing time, a peak measuring receiver may be used instead of a quasi-peak measuring receiver. In case of dispute, measurement with a quasi-peak measuring receiver will take precedence.

10.2 Measuring receiver below 1 GHz

The quasi-peak measuring receiver shall be in accordance with Clause 4 of CISPR 16-1-1.

Receivers with peak detectors shall be in accordance with Clause 5 of CISPR 16-1-1 and shall have a 6 dB bandwidth in accordance with Clause 4 of CISPR 16-1-1.

10.3 Antenna below 1 GHz

The antenna shall be a balanced dipole. For frequencies of 80 MHz or above, the antenna shall be resonant in length, and for frequencies below 80 MHz it shall have a length equal to the 80 MHz resonant length. Further detailed information is given in Clause 4 of CISPR 16-1-4.

NOTE Other antennas may be used, provided the results can be correlated with the balanced dipole antenna with an acceptable degree of accuracy.

10.3.1 Antenna-to-EUT distance

Measurements of the radiated field shall be made with the antenna located at the horizontal distance from the boundary of the EUT as specified in Clause 6. The boundary of the EUT is defined by an imaginary straight-line periphery describing a simple geometric configuration encompassing the EUT. All ITE intersystem cables and connecting ITE shall be included within this boundary (see also Figure 2).

NOTE If the field-strength measurement at 10 m cannot be made because of high ambient noise levels, or for other reasons, measurement of class B EUTs may be made at a closer distance, for example 3 m. An inverse proportionality factor of 20 dB per decade should be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance. Care should be taken in the measurement of large EUTs at 3 m at frequencies near 30 MHz, due to near field effects.

10.3.2 Antenna-to-ground distance

The antenna shall be adjusted between 1 m and 4 m in height above the ground plane for maximum meter reading at each test frequency.

10.3.3 Antenna-to-EUT azimuth

Antenna-to-EUT azimuth shall also be varied during the measurements to find the maximum field-strength readings. For measurement purposes, it may be possible to rotate the EUT. When this is not practicable the EUT remains in a fixed position, and measurements are made around the EUT.

10.3.4 Antenna-to-EUT polarization

Antenna-to-EUT polarization (horizontal and vertical) shall be varied during the measurements to find the maximum field-strength readings.

10.4 Measurement site below 1 GHz

10.4.1 General

Test sites shall be validated by making site attenuation measurements for both horizontal and vertical polarization fields in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz.

The distance between the transmitting and receiving antennas shall be the same as the distance used for the radiated disturbance tests of the EUT.

10.4.2 Site attenuation measurements

A measurement site shall be considered acceptable if the horizontal and vertical site attenuation measurements are within ± 4 dB of the theoretical site attenuation of an ideal site (see also CISPR 16-1-4).

10.4.3 Open-area test site

The test site shall be flat, free of overhead wires and nearby reflecting structures, sufficiently large to permit antenna placing at the specified distance, and provide adequate separation between antenna, EUT and reflecting structures. Reflecting structures are defined as those in which construction material is primarily conductive. The test site shall be provided with a horizontal metal ground plane described in 10.4.4. Two such test sites are depicted in Figures 1 and 2.

The test site shall satisfy the site attenuation requirements of CISPR 16-1-4 for open-area test sites.

10.4.4 Conducting ground plane

A conducting ground plane shall extend at least 1 m beyond the periphery of the EUT and the largest measuring antenna, and cover the entire area between the EUT and the antenna. It should be of metal with no holes or gaps having dimensions larger than one-tenth of a wavelength at the highest frequency of measurement. A larger size conducting ground plane may be required if the site attenuation requirements of the test site are not satisfied.

10.4.5 Alternative test sites

Tests may be conducted on other test sites which do not have the physical characteristics described in 10.4.3 and 10.4.4. Evidence shall be obtained to show that such alternative sites will yield valid results. Such alternative sites are suitable for performing disturbance tests if the site attenuation measurements described in Annex A meet the site attenuation requirements of 10.4.2.

One example of an alternative site is an absorber lined shielded room.

NOTE Annex A will be replaced by the corresponding procedure when specified in CISPR 16-1-4.

10.5 EUT arrangement below 1 GHz

10.5.1 General

Mains cables shall drape to the ground reference plane. They shall then be routed to the mains power outlet.

The mains power outlet shall be bonded to, and should not protrude above, the ground reference plane. If used, the AMN shall be installed under the ground reference plane.

10.5.2 Tabletop equipment arrangement

The general conditions of 8.3.1 and 10.5.1 shall apply.

The EUT shall be placed upon a non-conductive table 0,8 m above the horizontal ground reference plane (see 10.4.4) of the test site.

An example arrangement is shown in Figure 10.

10.5.3 Floor-standing equipment arrangement

The general conditions of 8.3.2 and 10.5.1 shall apply.

Examples of test arrangements are shown in Figure 11 and Figure 12.

10.5.4 Combinations of tabletop and floor-standing equipment arrangement

The test arrangement for the tabletop part of the EUT shall be in accordance with 10.5.2. The test arrangement for the floor-standing part of the EUT shall be in accordance with 10.5.3.

An example test arrangement is shown in Figure 13.

10.6 Radiated emission measurements above 1 GHz

The measurement instrumentation shall be as specified in CISPR 16-1-1.

The measuring antennas shall be as specified in 4.6 of CISPR 16-1-4.

The measuring site shall be as specified in 8 of CISPR 16-1-4.

The measurement method shall be as specified in 7.3 of CISPR 16-2-3.

The peak detector limits shall not be applied to disturbances produced by arcs or sparks that are high voltage breakdown events. Such disturbances arise when ITE devices contain or control mechanical switches that control current in inductors, or when ITE devices contain or control subsystems that create static electricity (such as paper handling devices). The average limits apply to disturbances from arcs or sparks, and both peak and average limits will apply to other disturbances from such ITE devices.

10.7 Recording of measurements

Of those disturbances above ($L - 20$ dB), where L is the limit level in logarithmic units, record at least the disturbance levels and the frequencies of the six highest disturbances. Record the antenna polarization for each reported disturbance.

In addition, the test report shall include the value of the measurement uncertainty of the measurement instrumentation and its associated connections used in performing the emission tests. See Clause 11.

10.8 Measurement in the presence of high ambient signals

In general, the ambient signals should not exceed the limit. Radiated emanations from the EUT at the point of measurement may, however, be impossible to measure at some frequencies due to ambient noise fields generated by local broadcast services, other man-made devices, and natural sources.

If the ambient signal field strength is high (see Clause 8) at the specified distance, the following methods may be used to show compliance of the EUT.

- a) Perform measurements at close-in distances and determine the limit L_2 corresponding to the close-in distance d_2 by applying the following relation:

$$L_2 = L_1 (d_1/d_2)$$

where L_1 is the specified limit in microvolts per metre ($\mu\text{V}/\text{m}$) at the distance d_1 .

Determine the possible environmental and compliance test conditions stipulated in Clause 8 using L_2 as the new limit for distance d_2 .

- b) In the frequency bands where the ambient noise values of Clause 8 are exceeded (measured values higher than 6 dB below the limit), the disturbance values of the EUT may be interpolated from the adjacent disturbance values. The interpolated value shall lie on the curve describing a continuous function of the disturbance values adjacent to the ambient noise.
- c) Another possibility is to use the method described in Annex C of CISPR 11.

10.9 User installation testing

In some cases, measurements of class A ITE at the user's installation might be necessary. These measurements shall be made preferably at the boundary of the user's premises; if such boundary is less than 10 m from the EUT, the measurements shall be made at a distance of 10 m from the EUT.

This form of compliance verification is specific to the installation site, since the site characteristics affect the measurement. Additional type-tested and compliant ITE may be added to the installed system without invalidating the compliance status of the site.

This method of measurement may not be applicable for compliance verification of physically very large ITE (such as some telecommunication centre equipment). For such equipment, methods of measurement and limits are under consideration.

11 Measurement uncertainty

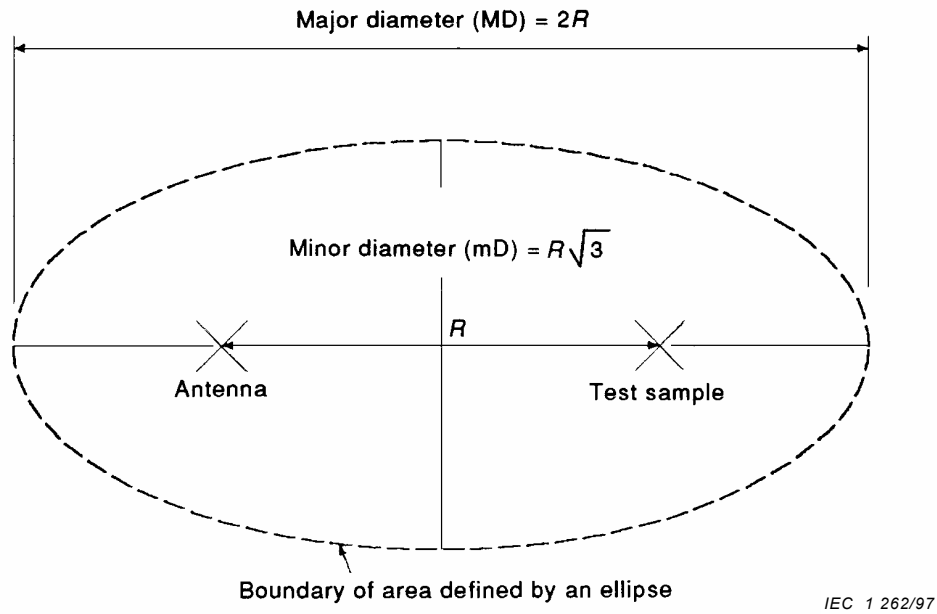
The results of measurements of emissions from ITE shall reference the measurement instrumentation uncertainty considerations contained in CISPR 16-4-2.

Determining compliance with the limits in this standard shall be based on the results of the compliance measurement, not taking into account measurement instrumentation uncertainty. However the measurement uncertainty of the measurement instrumentation and its associated connections between the various instruments in the measurement chain shall be calculated and both the measurement results and the calculated uncertainty shall appear in the test report.

NOTE For *in situ* measurements, the contribution of uncertainty due to the site itself is excluded from the uncertainty calculation.

Table 9 – Acronyms used in figures

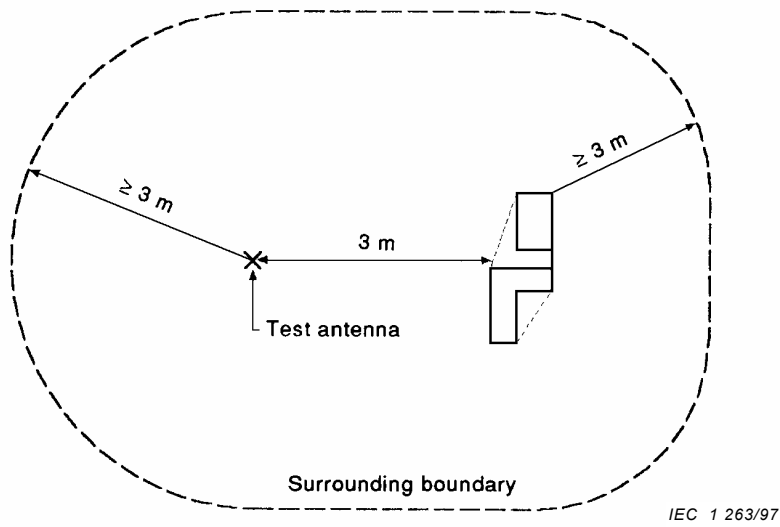
AE	Associated equipment
AMN	Artificial mains network
EUT	Equipment under test
ISN	Impedance stabilisation network



Volume above earth to be free of reflecting objects.

NOTE Characteristics of test site described further in 10.4. See also Clause 6 for the value of R .

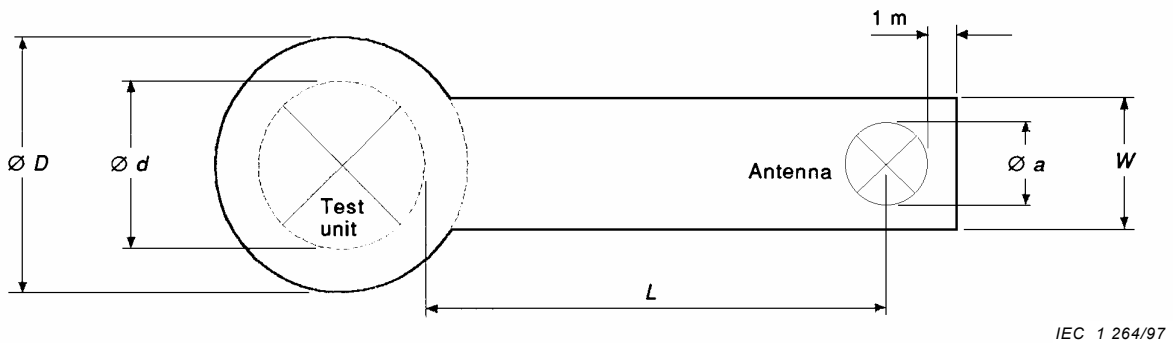
Figure 1 – Test site



There shall be no reflecting object inside the volume defined on the ground by the line corresponding to this figure and defined in height by a horizontal plane ≥ 3 m above the highest element of either aerial or equipment under test.

NOTE See 10.4.3 for applicability of the alternate test site. Also, the peripheral string method is described in 10.3.1.

Figure 2 – Minimum alternative measurement site

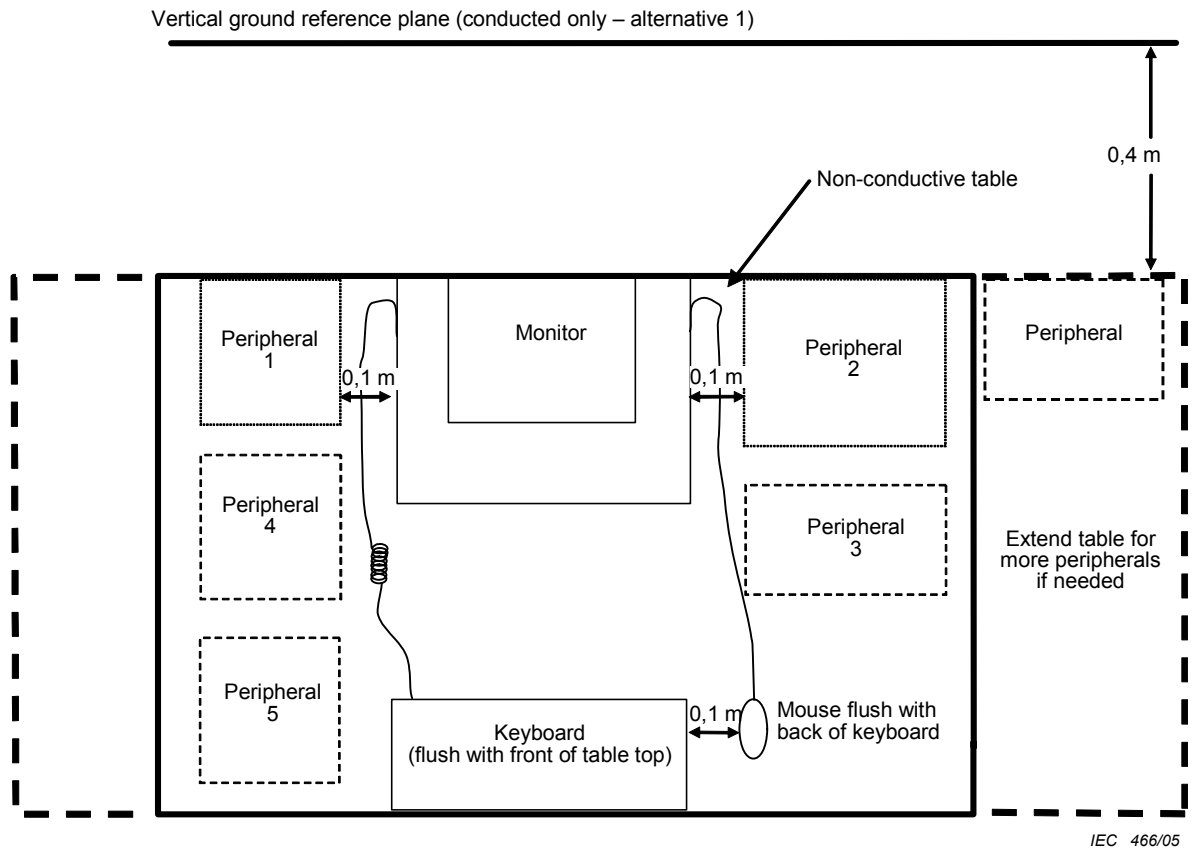


$D = d + 2$ m, where d is the maximum test unit dimension

$W = a + 2$ m, where a is the maximum antenna dimension

$L = 3$ m or 10 m

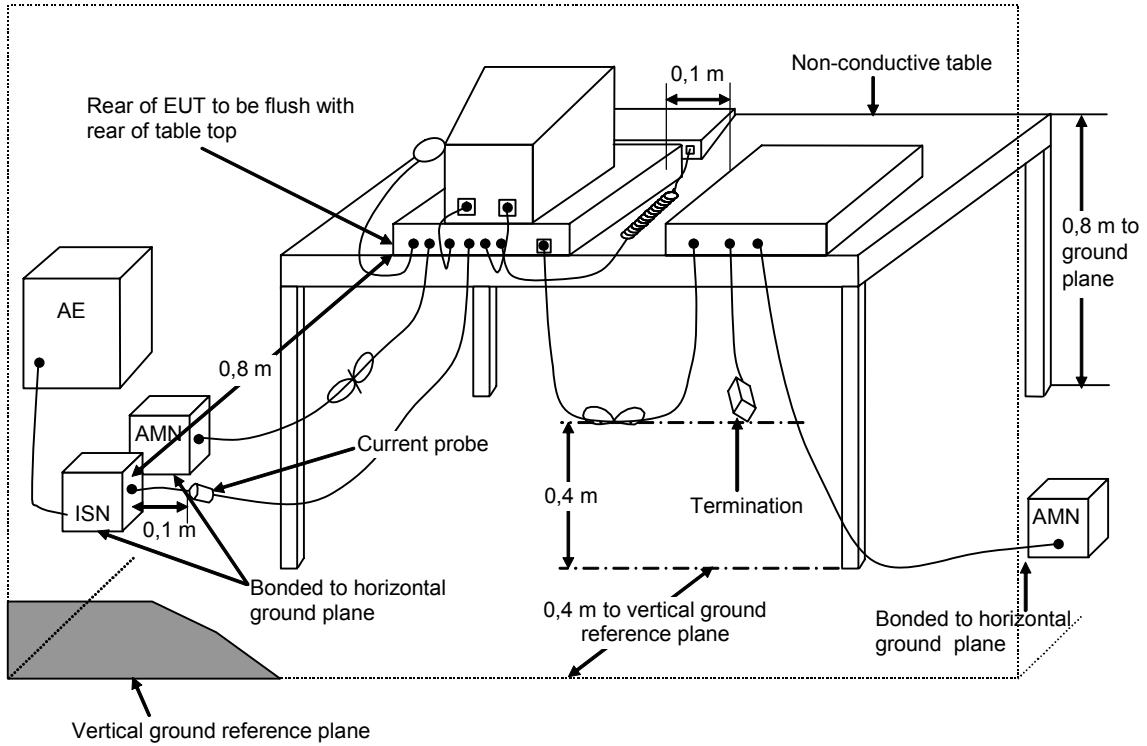
Figure 3 – Minimum size of metal ground plane



NOTES:

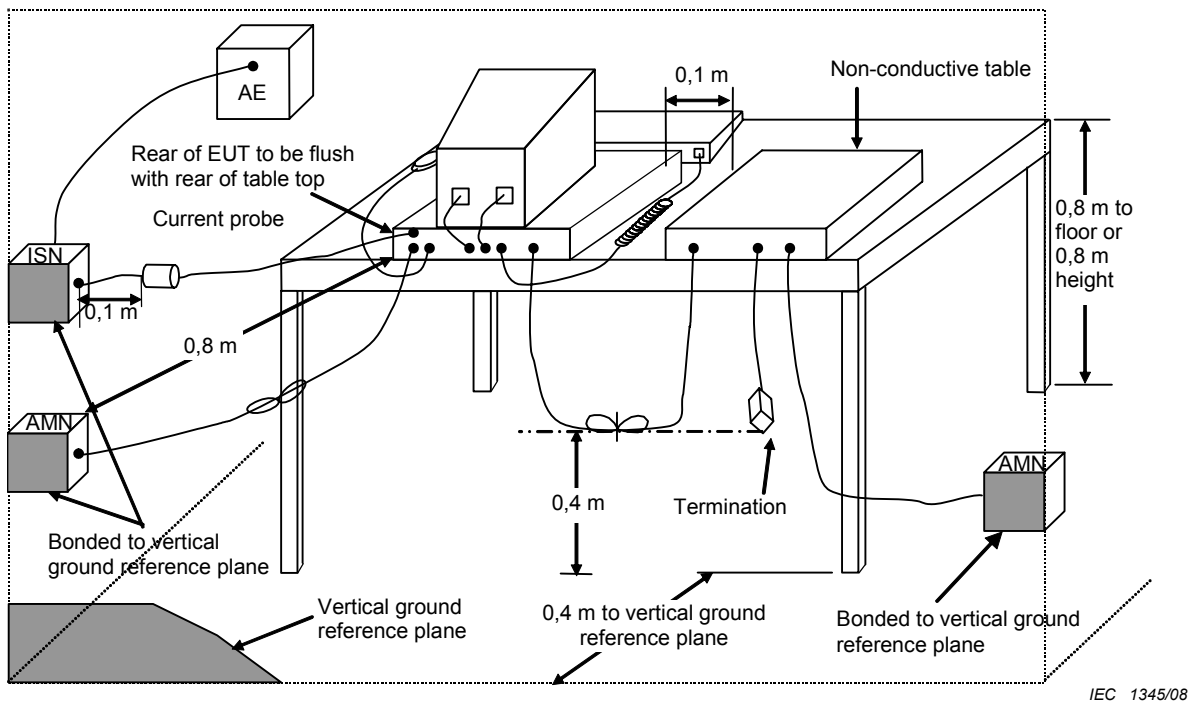
1. For conducted emission measurements, mains power is provided via an AMN.
2. Cables have been removed for clarity (except where shown).

Figure 4 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted and radiated emissions) (plan view)



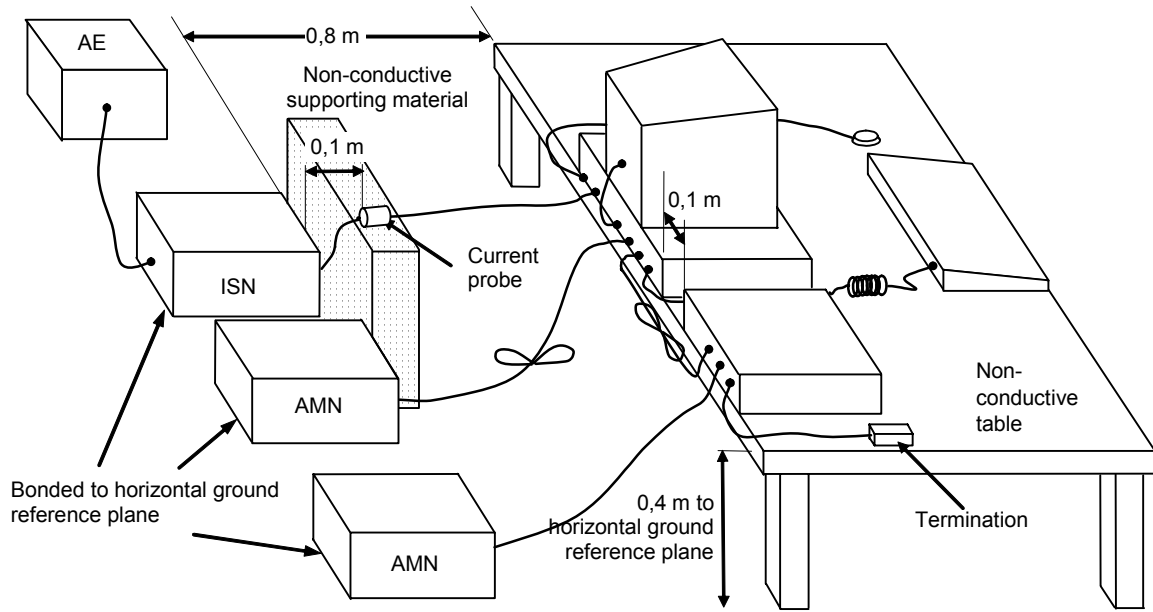
IEC 1344/08

Figure 5 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted emission measurement - alternative 1a)



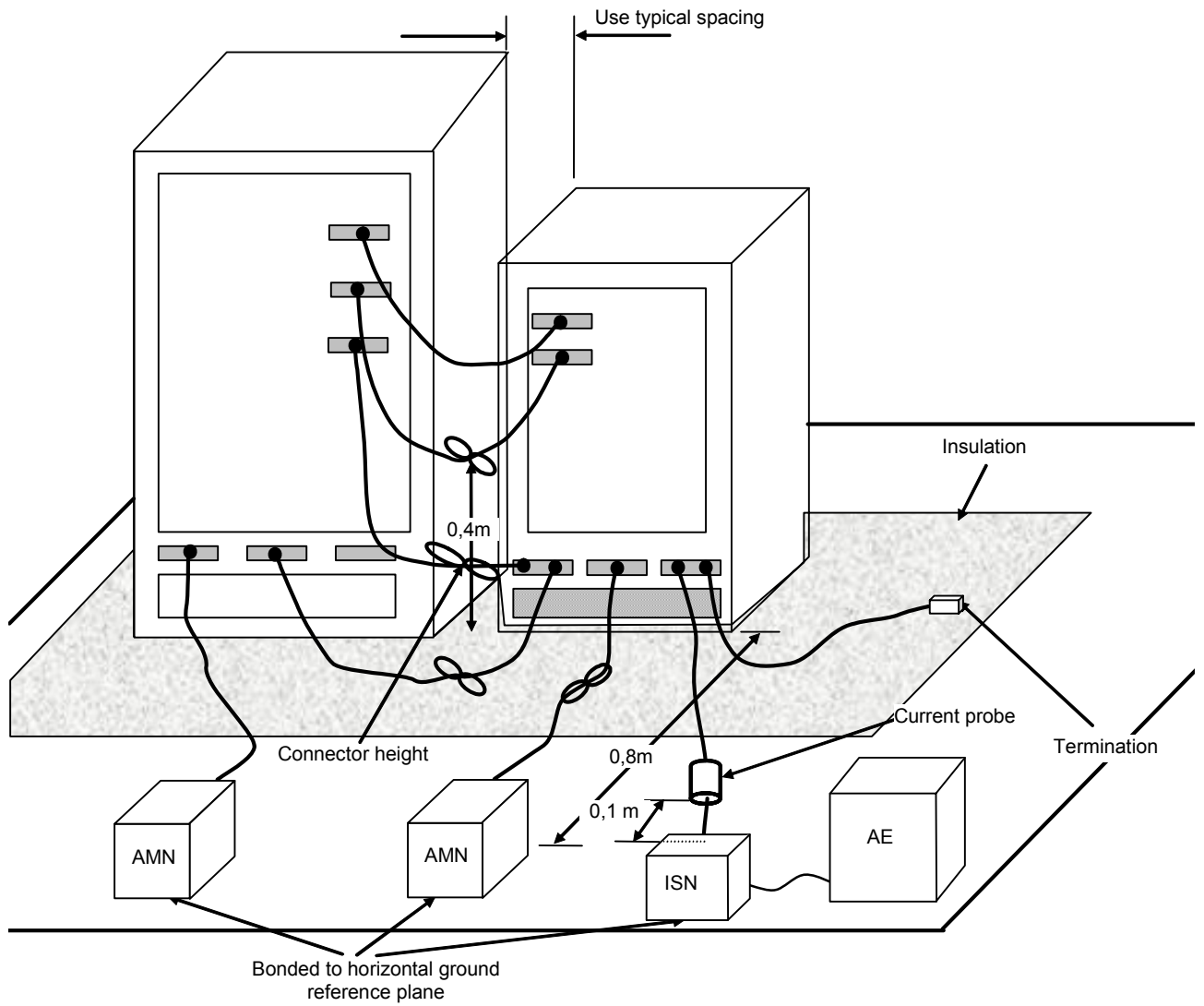
IEC 1345/08

Figure 6 – Example test arrangement for tabletop equipment (conducted emission measurement - alternative 1b)



IEC 1346/08

**Figure 7 – Example test arrangement for tabletop equipment
(conducted emission measurement – alternative 2)**



IEC 1347/08

Figure 8 – Example test arrangement for floor-standing equipment (conducted emission measurement)

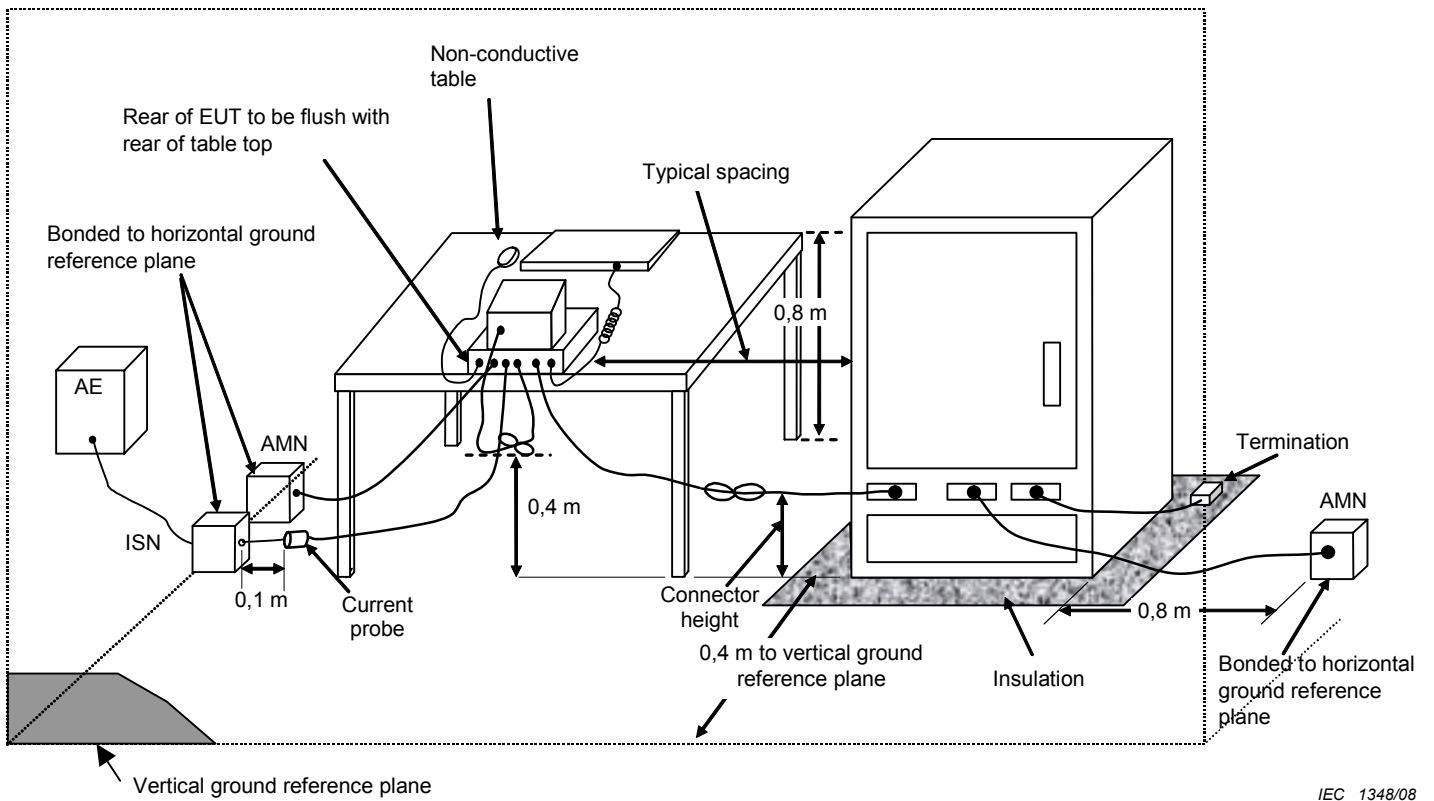


Figure 9 – Example test arrangement for combinations of equipment (conducted emission measurement)

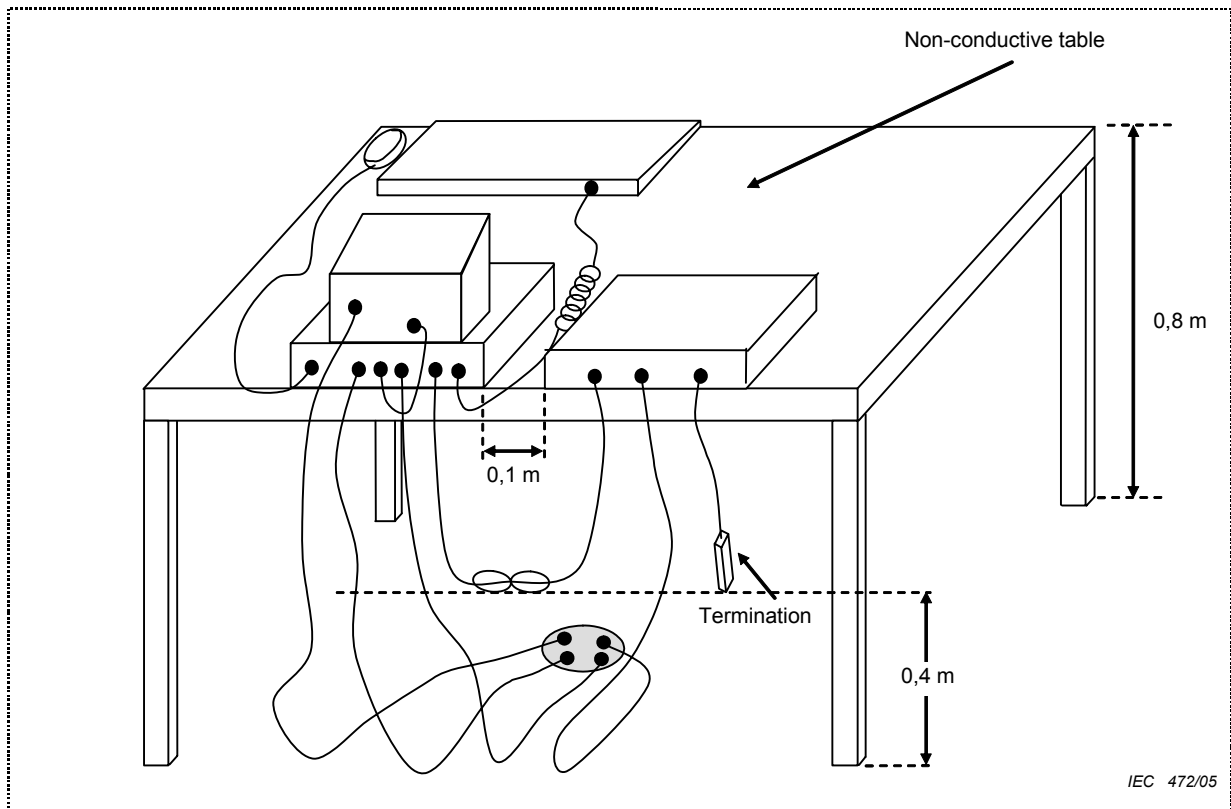


Figure 10 – Example test arrangement for tabletop equipment (radiated emission measurement)

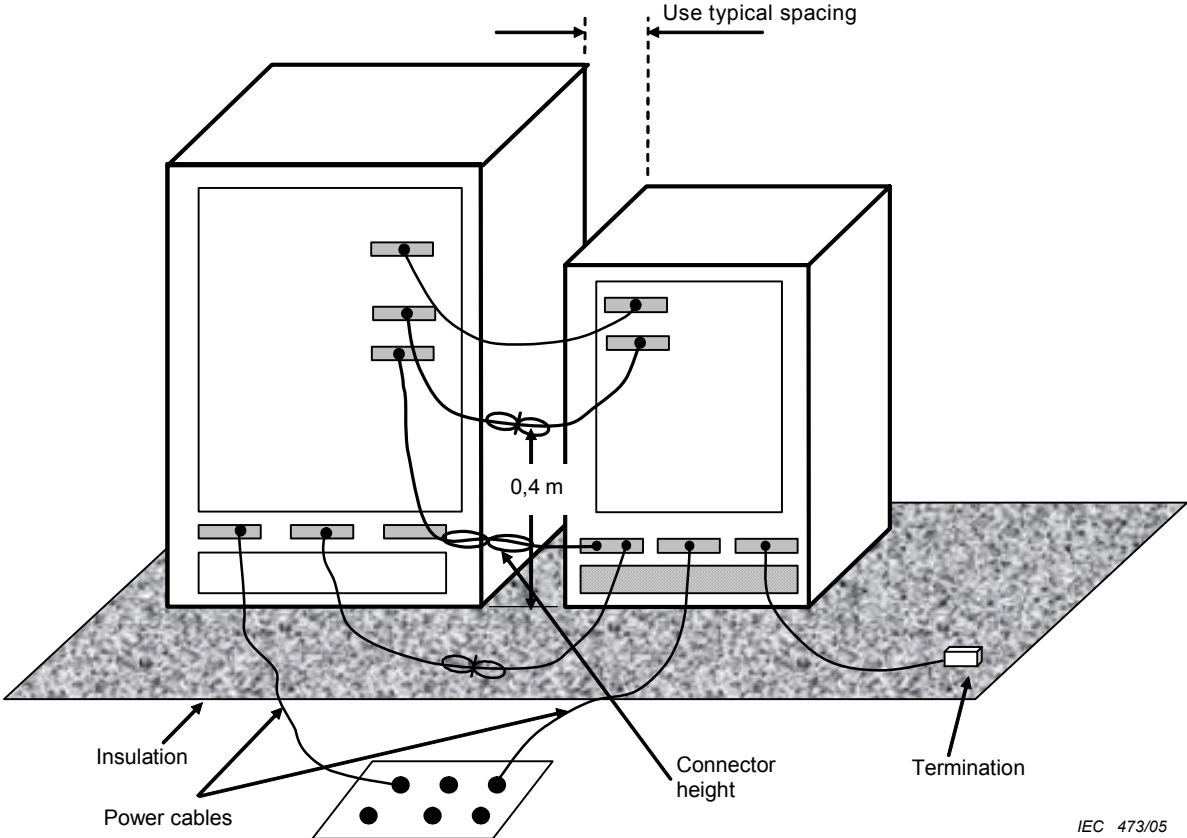
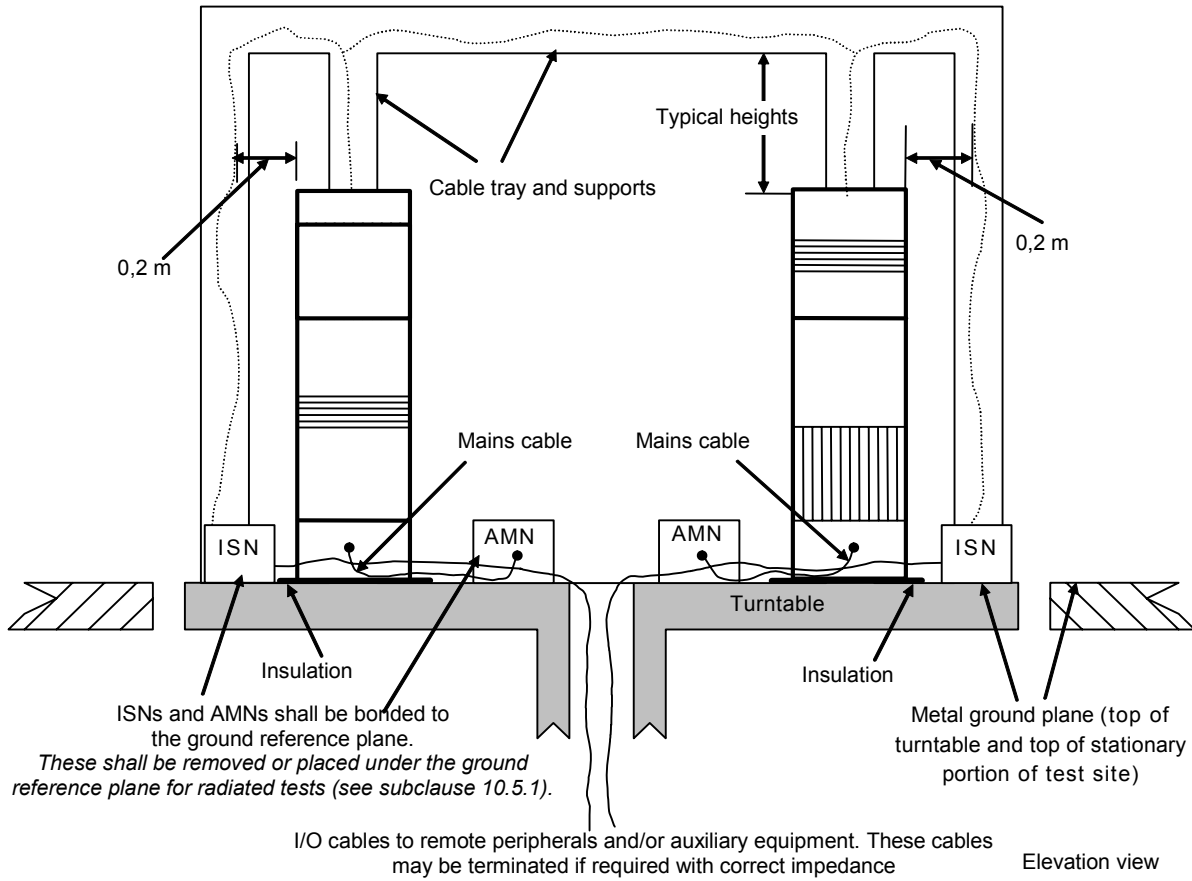
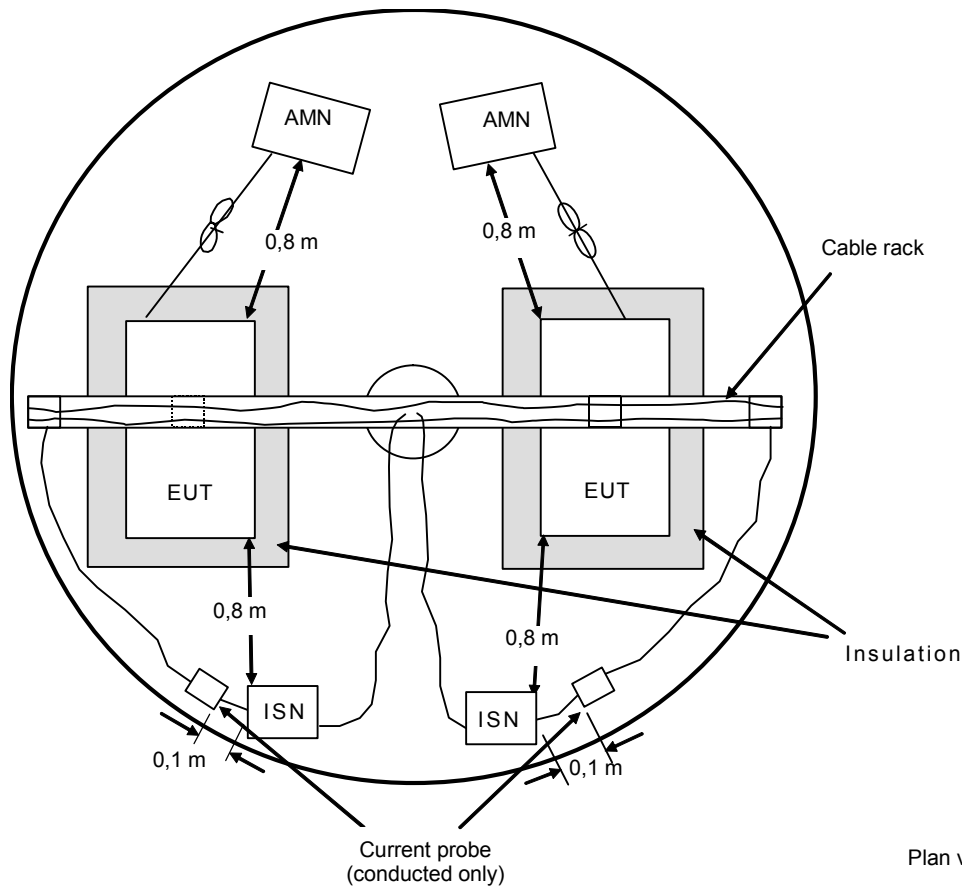


Figure 11 – Example test arrangement for floor-standing equipment (radiated emission measurement)



IEC 1349/08



IEC 1350/08

Figure 12 – Example test arrangement for floor-standing equipment with vertical riser and overhead cables (radiated and conducted emission measurement)

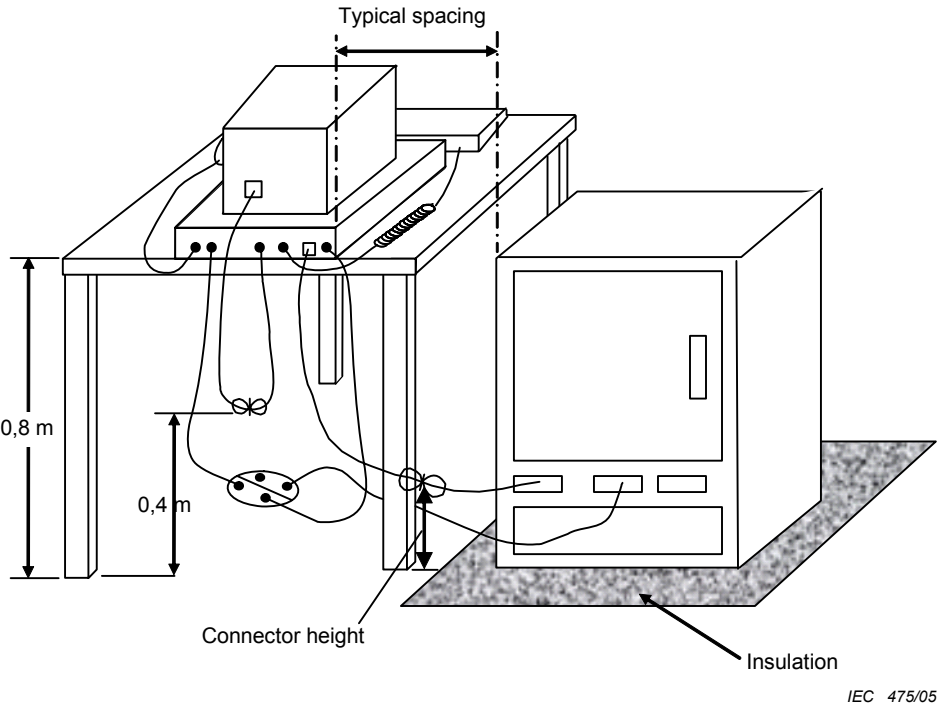


Figure 13 – Example test arrangement for combinations of equipment (radiated emission measurement)

Annex A (normative)

Site attenuation measurements of alternative test sites

A.1 Method of measurement of site attenuation

The transmit antenna shall be moved within a volume in both horizontal and vertical polarizations (see Clause A.2, reference [2]) as shown in Figure A.1. The recommended minimum volume includes lateral positions defined by a 1 m × 1,5 m test-table surface when rotated about its centre, and vertical extremities defined by typical EUT heights of both floor-standing and table-top equipment of 1,5 m or less as shown in Figure A.2. Some test sites may require volumes larger than the recommended minimum depending upon the size of the typical equipment to be measured.

For these measurements, broadband antennas shall be used, and measurement distances shall be referenced between the centres of the antennas. The transmit and receive antennas shall be aligned with the antenna elements oriented orthogonal to the measurement axis so that the antenna elements are always parallel.

A.1.1 Vertical polarization

In the vertical polarization the height of the transmit antenna shall be 1 m to the centre of the antenna (a minimum clearance of 25 cm between the tip of the antenna and the ground plane shall be maintained).

Measurements shall also be performed with the transmit height at 1,5 m under either of the following conditions:

- a) the expected EUT height is greater than 1,5 m and less than 2 m;
- b) the tip of the transmit antenna does not extend to within 90 % of the top of the expected EUT height when at the 1 m height.

The transmit antenna shall be located in the following four positions at the appropriate heights for the vertical polarization:

- 1) the exact centre of the turntable (see Note 1);
- 2) a position 0,75 m forward of the turntable centre and towards the receiving antenna (lying on a line, that is the measurement axis, drawn between the turntable centre and the receive antenna);
- 3) a position 0,75 m behind the turntable centre and away from the receiving antenna, unless this position is more than 1 m from the nearest vertical dielectric interface (see Note 2);
- 4) the two positions 0,75 m on each side of centre (lying on a line drawn through the centre and normal to a line between the turntable centre and the receive antenna).

Normalized site attenuation (NSA) vertical polarization measurements shall be performed with the transmit and receive antenna separation held constant, using Table A.1. The receive antenna shall be moved to the nearest location maintaining the appropriate distance, and along a line towards the turntable centre.

Assuming a maximum EUT height of 1,5 m, a minimum of four vertically polarized measurements are required (four positions in a horizontal plane at one height) (see Figure A.2a).

A.1.2 Horizontal polarization

For NSA horizontal polarization measurements, two transmit heights shall be investigated. The lower height of the antenna shall be 1 m to the centre of the antenna, and the upper height shall be 2 m to the centre of the antenna (see Table A.1). The following positions shall be measured at both antenna heights:

- 1) the exact centre of the turntable;
- 2) a position 0,75 m forward of the turntable centre and towards the receiving antenna;
- 3) a position 0,75 m behind the turntable centre and away from the receiving antenna unless this position is more than 1 m from the nearest vertical dielectric interface (see Note 2);
- 4) two positions on either side of the turntable centre so that the tip of the antenna will circumscribe a volume 0,75 m from the centre. These two positions are not required if the tip of the antenna extends to at least 90 % of the total volume width when the antenna is positioned at the turntable centre. If the antenna elements overlap the centre at these two positions due to the length of the antenna, then the exact centre (position 1) need not be measured.

The antenna heights are based upon a maximum product height of approximately 2 m, and the use of a typical broadband antenna. Testing EUTs greater than 2 m in height or occupying areas greater than that circumscribed by the rotated 1 m × 1,5 m table may require higher transmit heights and larger antenna displacements from the centre of the turntable. NSA values other than those provided in this publication may be needed for some geometries (see Clause A.2, reference [1]).

Assuming that the maximum horizontal extension of the EUT is 1,5 m, the minimum required number of horizontally polarized antenna measurements is four (two positions in the horizontal plane at two heights) (see Figure A.2b).

NOTE 1 For sites without turntables, all references to the "centre" refer to the centre of the 1 m by 1,5 m test-table surface.

NOTE 2 Sources located near dielectric interfaces have been shown to have variations in current distribution which can affect the radiation properties of the source at that location (see Clause A.2, reference [3]). When located near these interfaces, an additional site attenuation measurement is required.

Table A.1 – Normalized site attenuation (A_N (dB)) for recommended geometries with broadband antennas

Polarization	Horizontal						Vertical					
	R (m)	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30
h_1 (m)	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	1
h_2 (m)	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4
f (MHz)	A_N (dB)											
30	15,8	11,0	29,8	24,1	47,7	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	
35	13,4	8,8	27,1	21,6	45,0	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	
40	11,3	7,0	24,9	19,4	42,7	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	
45	9,4	5,5	22,9	17,5	40,7	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	
50	7,8	4,2	21,1	15,9	38,8	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	
60	5,0	2,2	18,0	13,1	35,7	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20,0	
70	2,8	0,6	15,5	10,9	33,0	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	
80	0,9	-0,7	13,3	9,2	30,7	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	
90	-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,7	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	
100	-2,0	-2,8	9,7	6,7	26,9	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	
120	-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,8	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	
125	-4,7	-4,7	6,4	4,6	23,1	17,6	-1,6	0,5	4,6	5,1	13,6	
140	-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,1	15,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	
150	-6,7	-6,3	3,9	2,9	20,0	14,7	-1,8	-2,6	3,1	3,8	12,1	
160	-7,4	-6,7	3,1	2,3	18,9	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	
175	-8,3	-6,9	2,0	1,5	17,4	12,4	-1,4	-4,9	2,0	2,9	10,8	
180	-8,6	-7,2	1,7	1,2	16,9	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	
200	-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,2	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	
250	-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	
300	-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,7	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	
400	-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,5	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	
500	-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	
600	-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	
700	-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	
800	-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	
900	-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	
1 000	-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,5	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,6	

NOTE These data apply to antennas that have at least 250 mm of groundplane clearance when the centre of the antenna is 1 m above the ground plane in vertical polarization.

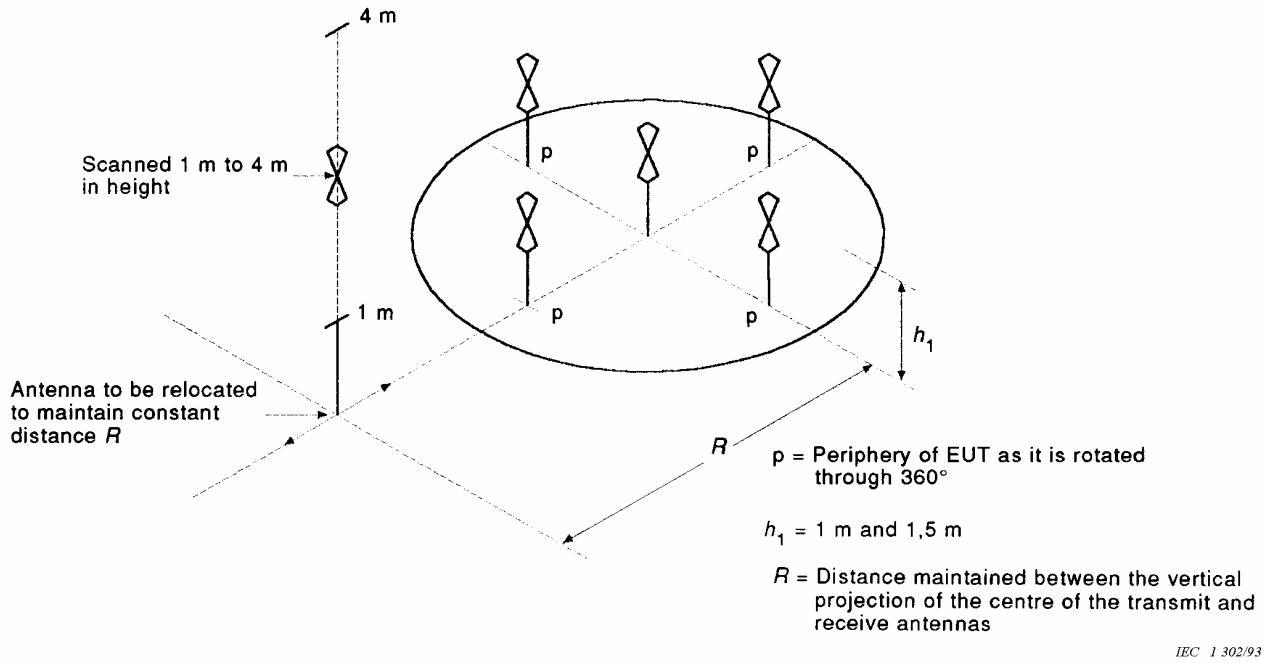


Figure A.1a – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements in the vertical polarization

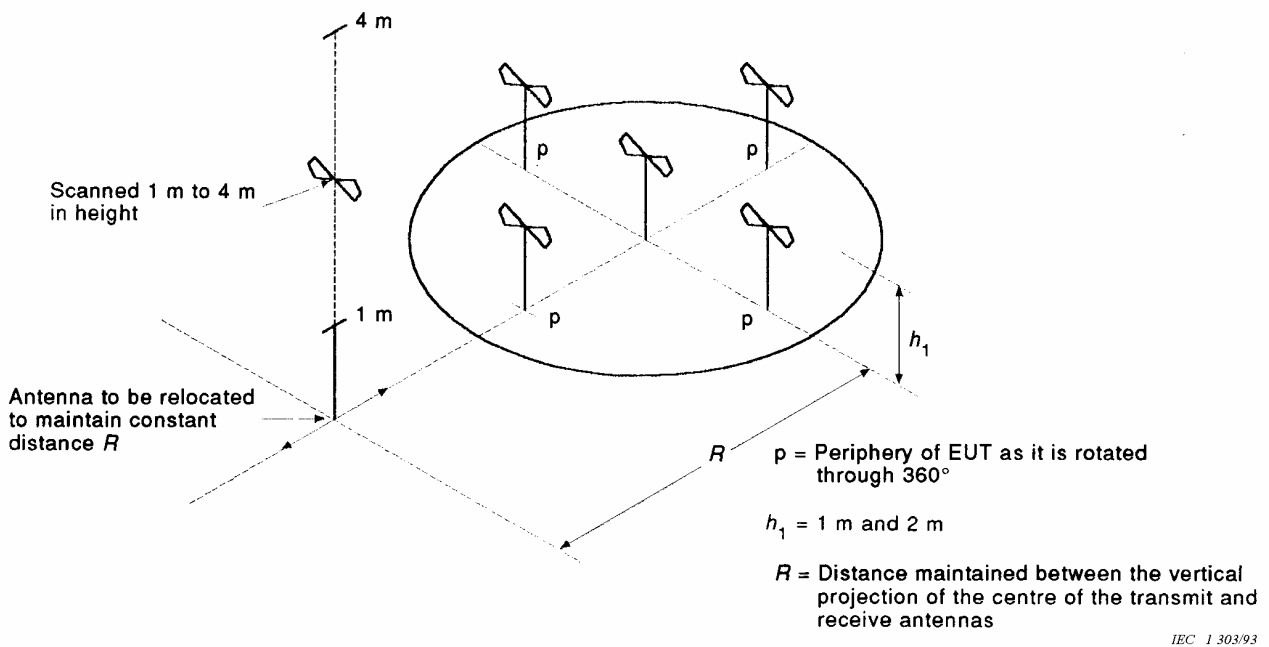


Figure A.1b – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements in the horizontal polarization

Figure A.1 – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements

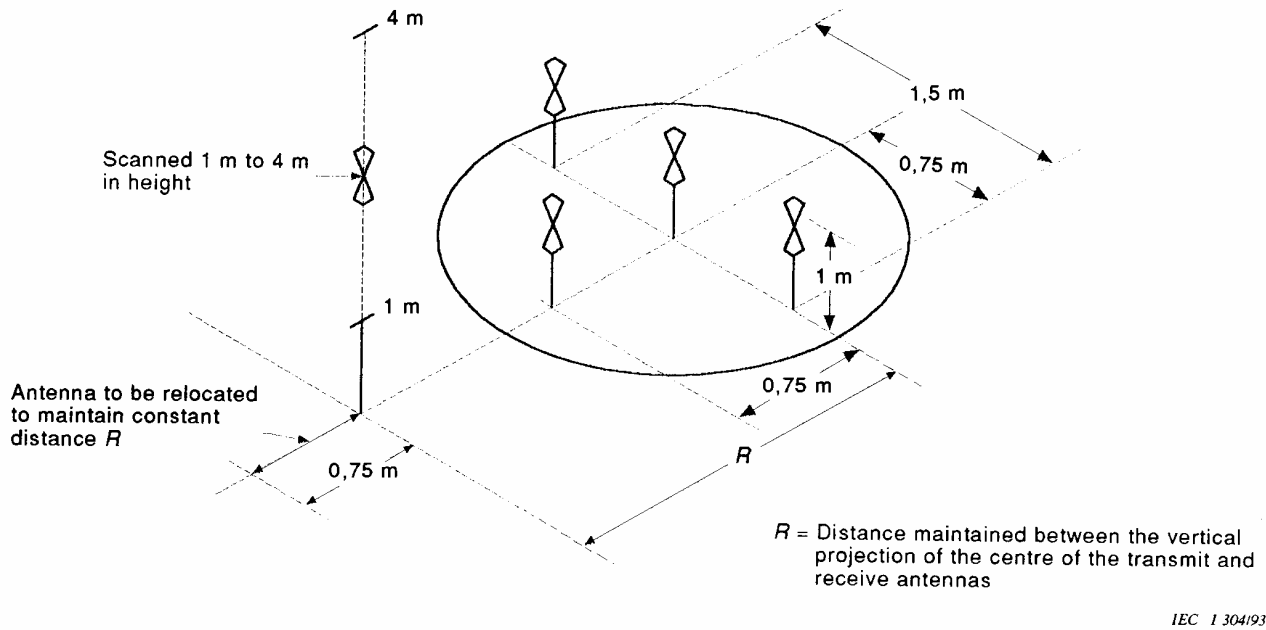


Figure A.2a – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements in the vertical polarization for a volume not to exceed 1 m depth, 1,5 m width and 1,5 m height and rear boundary of the volume greater than 1 m from the closest material that may cause undesirable reflections

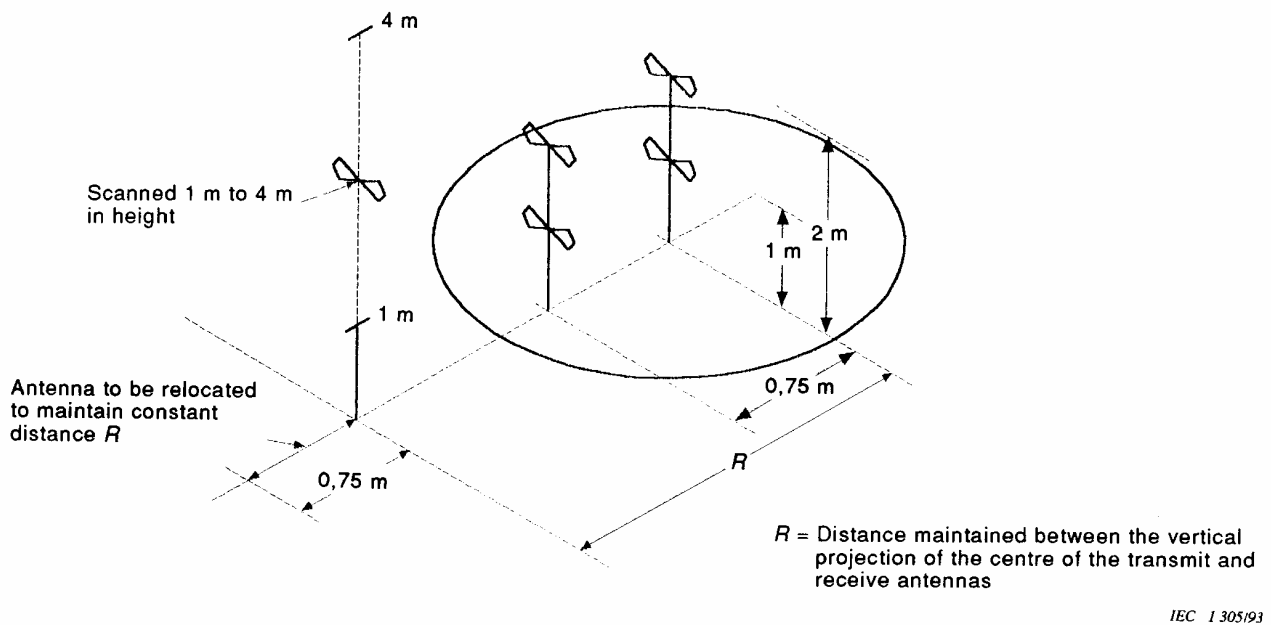


Figure A.2b – Typical antenna positions for alternate site NSA measurements in horizontal polarization for a volume not to exceed 1 m depth, 1,5 m width and 1,5 m height and rear boundary of the volume greater than 1 m from the closest material that may cause undesirable reflections

Figure A.2 – Antenna positions for alternate site measurements for minimum recommended volume

A.2 References

- [1] SMITH, A.A., GERMAN, R.F., PATE, J.B., "Calculation of site attenuation from antenna factors", IEEE Transactions on EMC, Vol EMC-24, 1982.
- [2] GERMAN, R.F., "Comparison of semi-anechoic chamber and open-field site attenuation measurements", 1982 IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility, pp 260-265.
- [3] PATE, J.B., "Potential measurement errors due to mutual coupling between dipole antennas and radio frequency absorbing material in close proximity", 1984 IEEE National Symposium Record on Electromagnetic Compatibility.

Annex B (normative)

Decision tree for peak detector measurements

If using a peak measuring receiver to reduce the testing time when performing conducted disturbance measurements at the mains or the telecommunication ports in the frequency range 150 kHz to 30 MHz, the following decision tree is used to determine a final pass/fail judgement.

Spectrum analyzers or receivers provided with RF preselectors which automatically follow the frequency being scanned by the spectrum analyzer or receiver should have a sufficiently long dwell time on each frequency to avoid amplitude errors in the measured values.

In addition, in order not to influence the measurement results, the video bandwidth of the spectrum analyzer shall be equal to, or greater than, the resolution bandwidth.

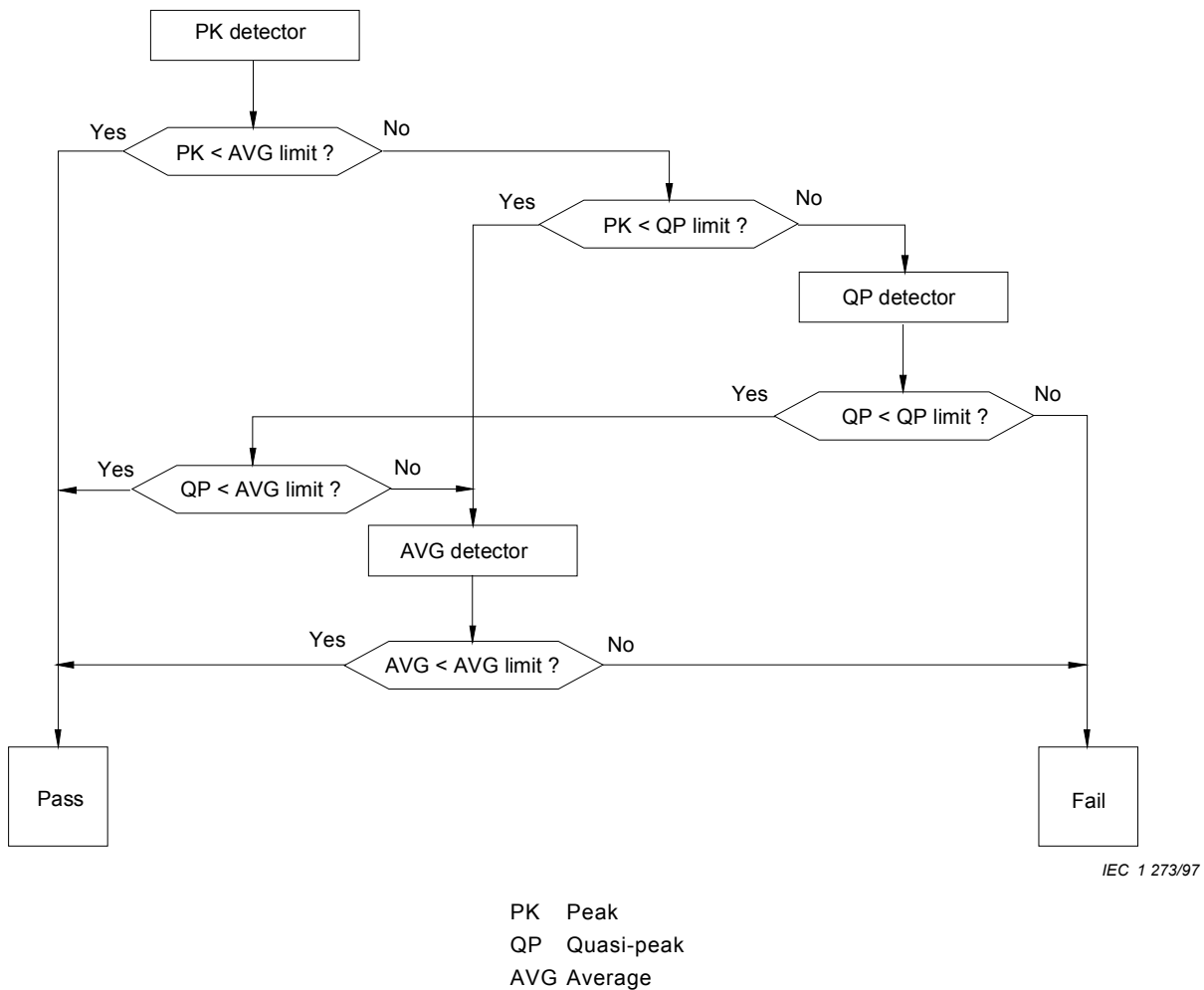


Figure B.1 – Decision tree for peak detector measurements

Annex C (normative)

Possible test set-ups for common mode measurements

C.1 Introduction

Annex C describes the measurement methods that can be used to measure the TCM conducted emission of telecom lines as required in this standard. Depending on the cable type, different methods can be used, each with its advantages and disadvantages. (See informative Annex F.)

C.1.1 Using ISNs or CDNs including those described in IEC 61000-4-6

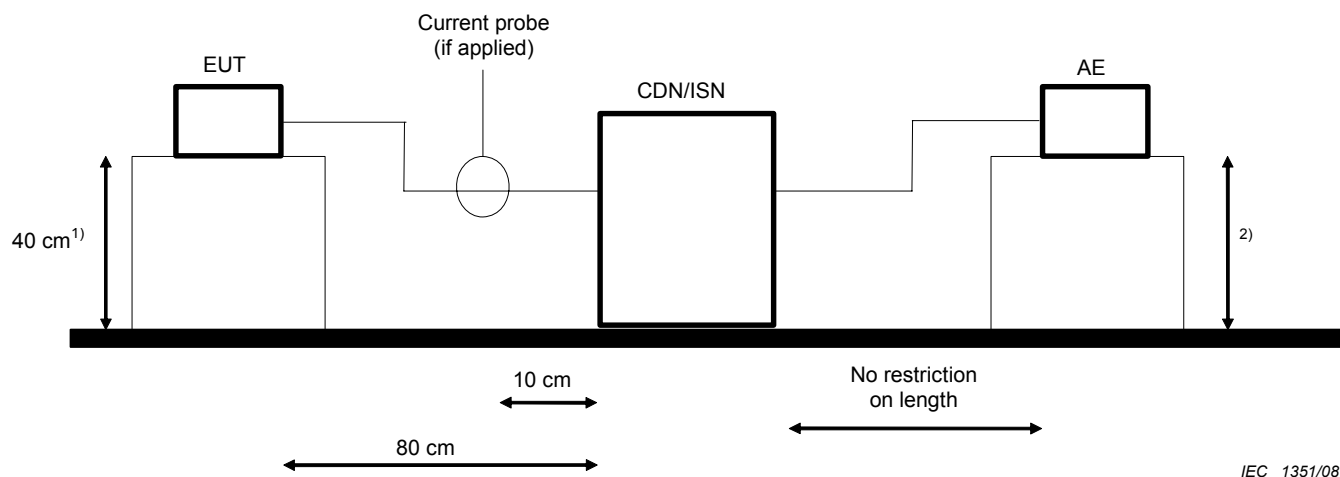
For unscreened single and double balanced pairs, the ISN according to 9.6.2 shall be used. For other types of cables (screened and unscreened), the CDNs described in IEC 61000-4-6 can be used, as far as such CDNs are available and as long as the EUT can operate normally with the CDN inserted into the cable connected to the EUT. The LCL of the CDN shall not exceed the value of the lower side tolerance in 9.6.2 of an ISN appropriate to the cable category connected to the EUT.

Where measurement with this method is possible, the method C.1.1 gives the best measurement results with the smallest possible measurement uncertainty.

In some cases, an appropriate ISN is not defined, or the operation of the system is affected by the insertion of the ISN. Other solutions for measurement without dedicated ISNs are therefore necessary. C.1.2 and C.1.3 describe the permissible alternative methods.

When a CDN in accordance with IEC 61000-4-6 is used to make measurements of conducted emissions in accordance with this standard, the CDN should be calibrated to ensure that its LCL performance does not exceed the requirements given for the ISNs described in this standard.

- Connect CDN/ISN directly to reference groundplane.
- If voltage measurement is used, measure voltage at the measurement port of the CDN/ISN, correct the reading by adding the CDN/ISN voltage division factor defined in 9.6.2 e), and compare to the voltage limit.
- If current measurement is used, measure current with the current probe and compare to the current limit.
- It is not necessary to apply the voltage and the current limit if a CDN/ISN is used. A 50 Ω load has to be connected to the measurement port of the CDN/ISN during the current measurement.



AE = Associated equipment
 EUT = Equipment under test

- 1) Distance to the reference groundplane (vertical or horizontal).
- 2) Distance to the reference groundplane is not critical.

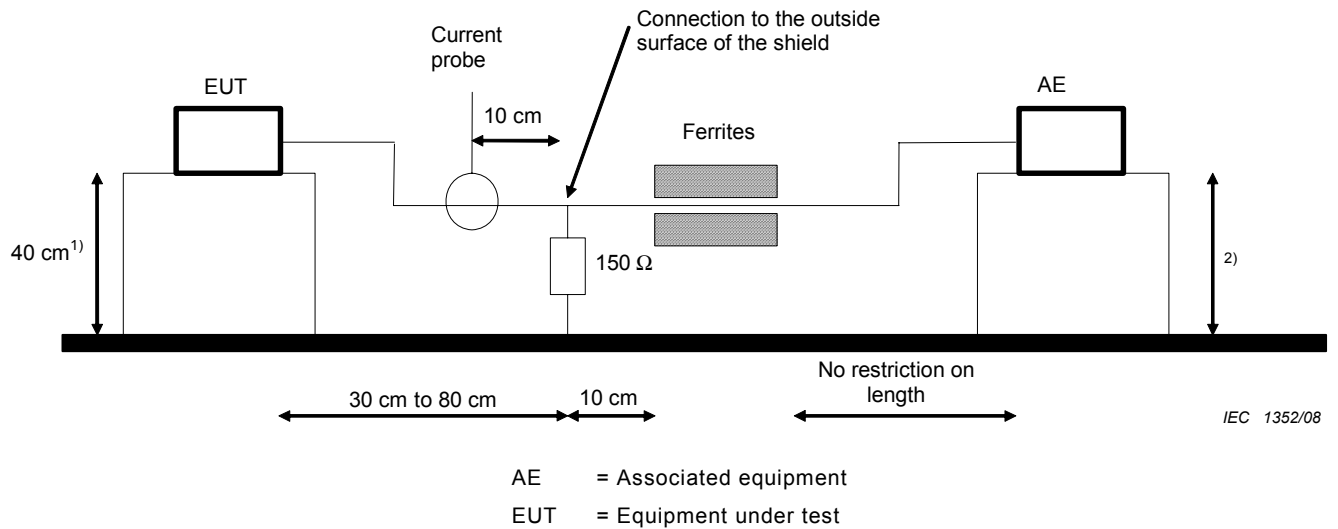
Figure C.1 – Using CDNs described in IEC 61000-4-6 as CDN/ISNs

C.1.2 Using a 150 Ω load to the outside surface of the shield ("in situ CDN/ISN")

For all types of coaxial cables or shielded multipair cables, it is possible to use method C.1.2.

It is not necessary to cut the cable attached to the EUT port under test as is the case with method C.1.1. However it is necessary to open the outside insulation of the cable in order to reach the outside metallic surface of the shield.

- Break the insulation and connect a 150 Ω resistor from the outside surface of the shield to ground.
- Apply a ferrite tube or clamp between 150 Ω connection and AE.
- Measure 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 as not to affect the measurement. Use Clause C.2 to measure this impedance which should be much greater than 150 Ω so as not to affect the measurement for frequencies emitted by the EUT.
- Voltage measurement is also possible either 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 150 Ω load, and applying the appropriate correction factor (9,6 dB in case of the "50 Ω to 150 Ω adaptor").



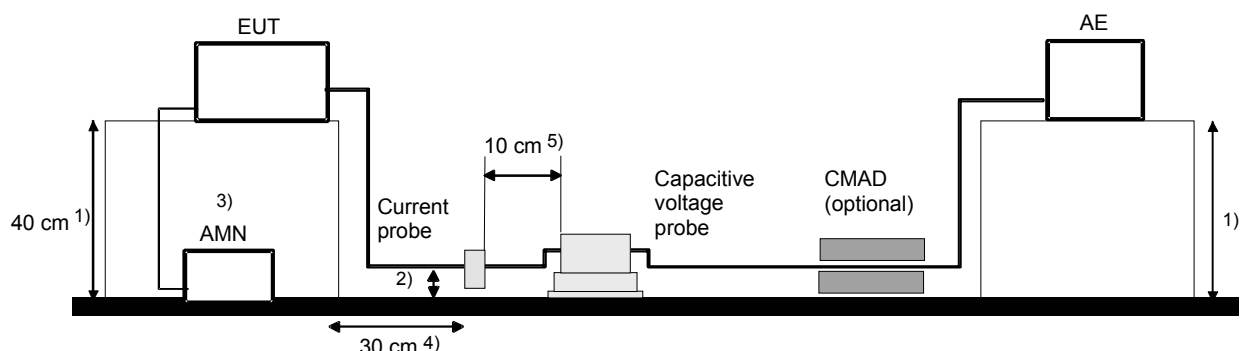
1) Distance to the reference groundplane (vertical or horizontal).

2) Distance to the reference groundplane is not critical.

Figure C.2 – Using a 150 Ω load to the outside surface of the shield ("in situ CDN/ISN")

C.1.3 Using a combination of current probe and capacitive voltage probe

- Measure current with a current probe.
- Compare the measured current with the applicable current limit.
- Measure voltage with a capacitive probe as specified in 5.2.2 of CISPR 16-1-2.
- Adjust the measured voltage as follows:
 - current margin ≤ 6 dB – subtract the actual current margin from measured voltage;
 - current margin > 6 dB – subtract 6 dB from measured voltage.
- Compare adjusted voltage with the applicable voltage limit
- Both the measured current and the adjusted voltage shall be below the applicable current and voltage limits



IEC 1353/08

AE = Associated equipment
 EUT = Equipment under test
 CMAD = Common mode Absorbing Device

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) The EUT and AE shall be placed on non-conductive tables 40 ± 1 cm from the reference groundplane (horizontal or vertical).
- 2) The cable used in testing shall drop directly from the EUT to a position 4 ± 1 cm from the reference groundplane 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 reference groundplane > 10 cm from the nearest edge of the groundplane. 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 ± 1 cm.
- 5) When used for simultaneous current and voltage measurements (or for other reasons), the current and voltage probes shall be separated by 10 ± 1 cm. Either the current probe (as shown) or the capacitive voltage probe may be placed on the EUT side.

Figure C.3 – Using a combination of current probe and capacitive voltage probe with a table top EUT

C.1.4 Flowchart for selecting test method

The flowchart for the selection of the test method (see Figure C.5) is applied to different ports (unscreened twisted pair, screened twisted pair, coax, ac power etc.). In cases where different types of cables are acceptable, for example screened (STP) or unscreened (UTP), both shall be tested for compliance with the standard.

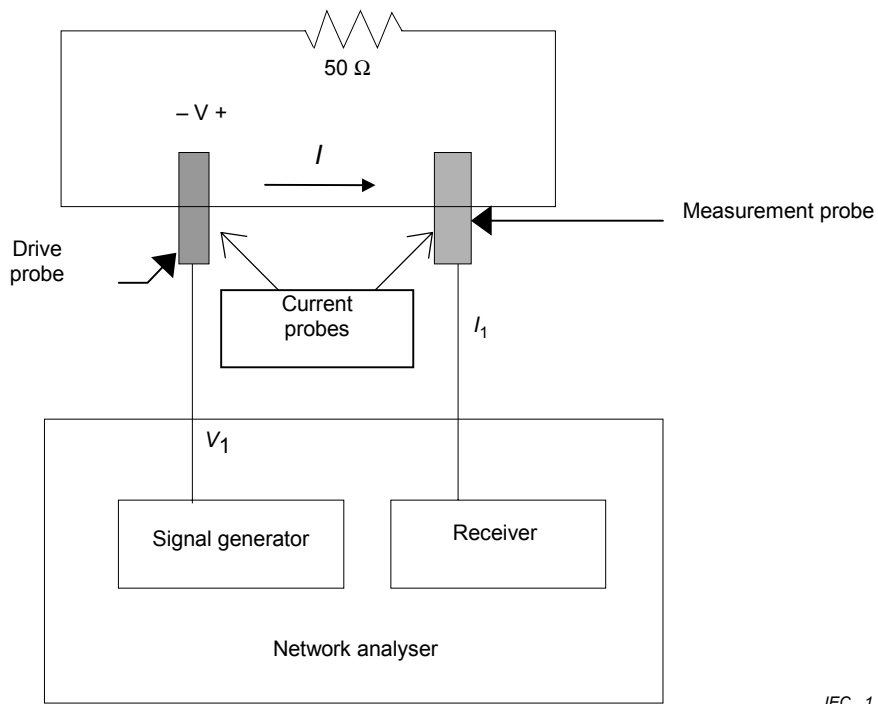
C.2 Measurement of cable, ferrite and AE common mode impedance

- Calibrate the "drive" and measurement probe 50 Ω system (see Figure C.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.
- Remove the cable from the EUT and short it to ground at the EUT end (see Figure C.4).
- Apply the same drive voltage (V_1) to the cable with the same "drive" probe.
- 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 100 Ω .
- This TCM impedance measurement technique should be used only under the following conditions:

The loop length (circumference) in the 50 Ω calibration fixture of Figure C.4 shall be 0,9 – 1,1 times the total loop length in Figure C.4 and both loop lengths should be less than 1,25 m. These conditions are necessary to minimise loop resonance(s) that could affect the impedance measurement and increase measurement uncertainty. One of the following two methods is used to measure the TCM impedance.

Method 1: Connect an impedance analyzer to the cable attached to the EUT port under test at the switch shown in Figure C.4. Connect the impedance analyzer between the cable attached to the EUT port under test and the reference ground plane. The EUT is disconnected for this measurement, and all wires in the cable attached to the EUT port under test are connected together at the point where they are connected to the impedance analyzer. The cable length conditions cited above should be applied for this measurement. This measurement test setup is similar to that shown in Figure F.4.

Method 2: 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 F.4.



IEC 1278/97

Figure C.4 – Calibration fixture

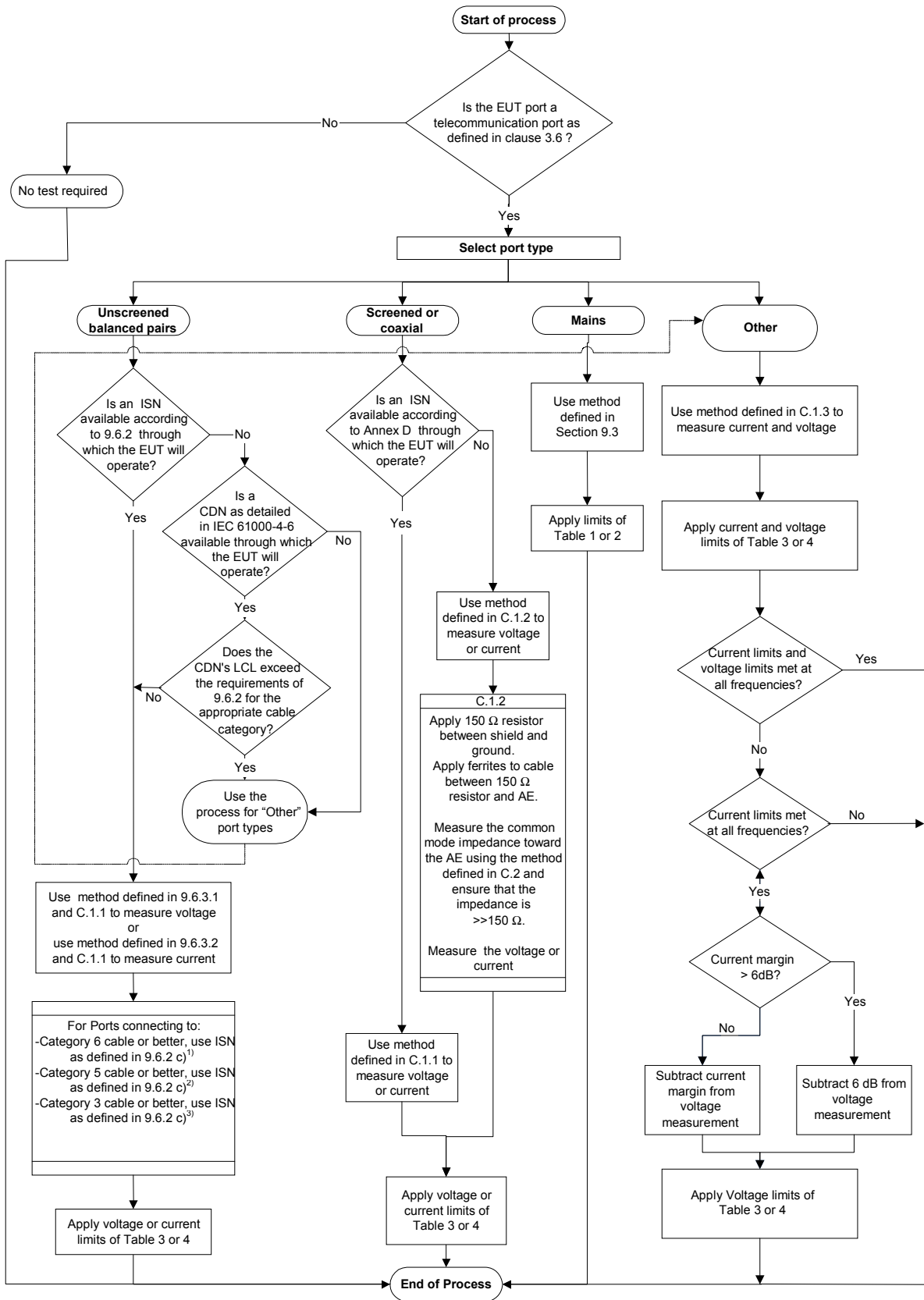
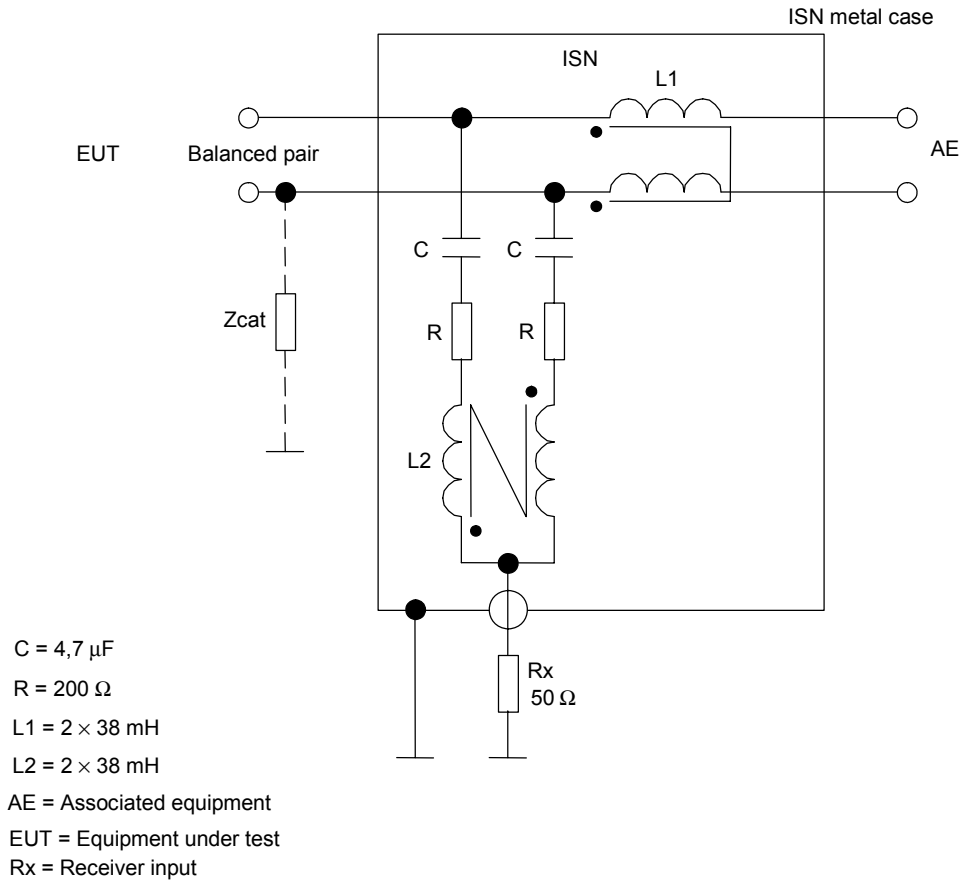


Figure C.5 – Flowchart for selecting test method

Annex D
(informative)

Schematic diagrams of examples of impedance stabilization networks (ISN)

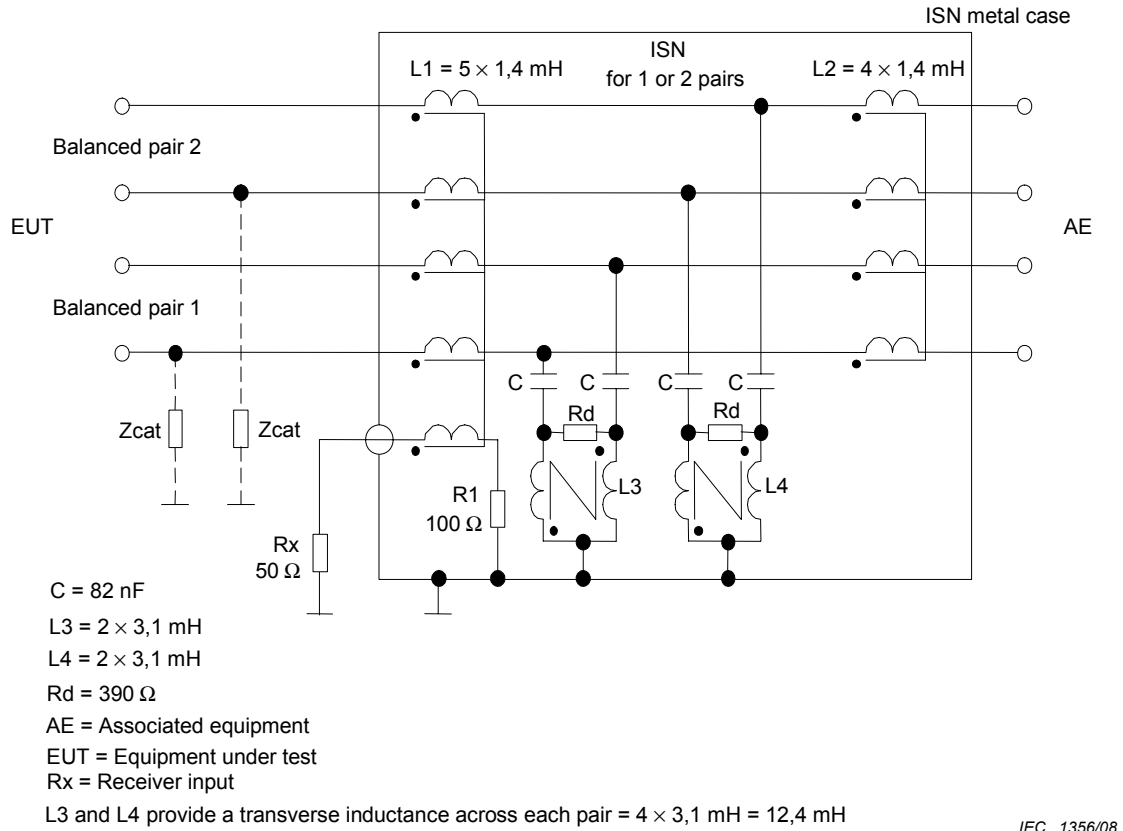


IEC 1355/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

Figure D.1 – ISN for use with unscreened single balanced pairs

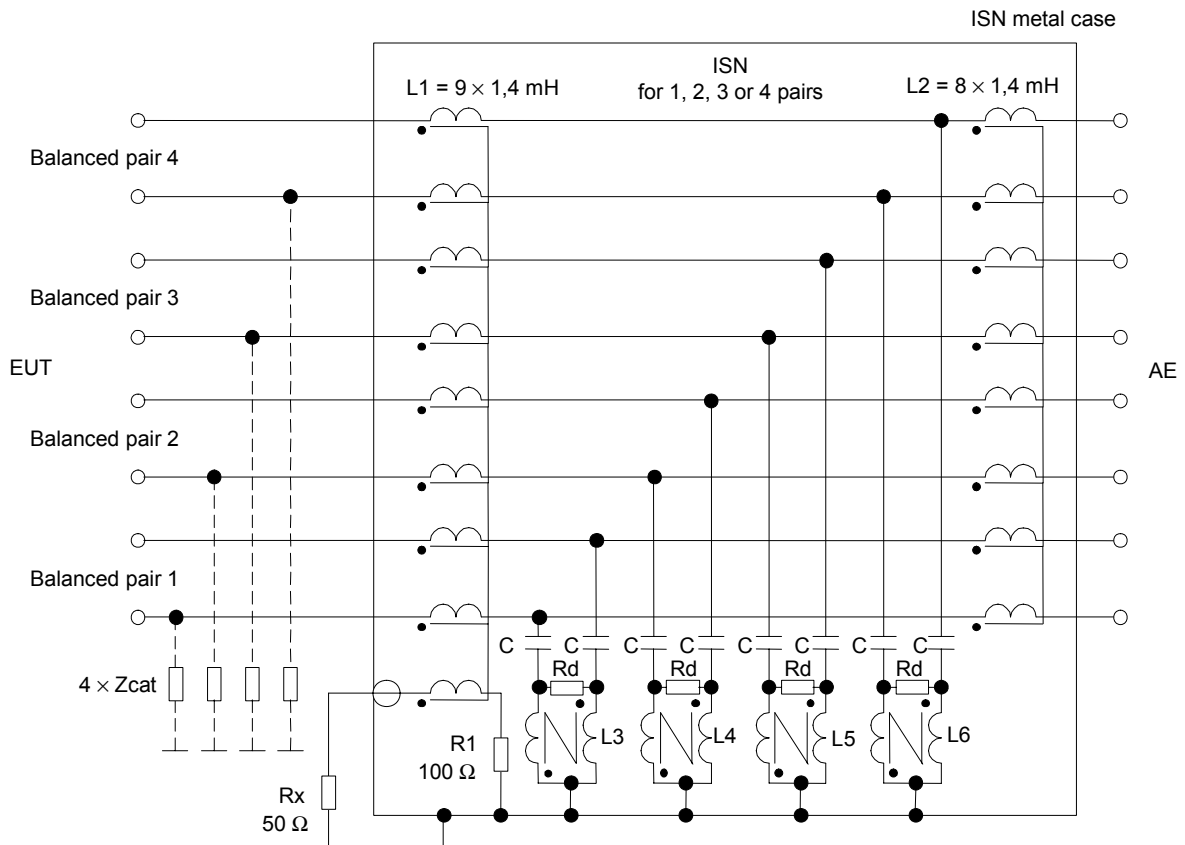


NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

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

Figure D.2 – ISN with high longitudinal conversion loss (LCL) for use with either one or two unscreened balanced pairs



C = 82 nF

Rd = 390 Ω

AE = Associated equipment

EUT = Equipment under test

Rx = Receiver input

L3, L4, L5 and L6 = 2 × 3,1 mH

L3, L4, L5, and L6, provide a transverse inductance across each pair = 4 × 3,1 mH = 12,4 mH

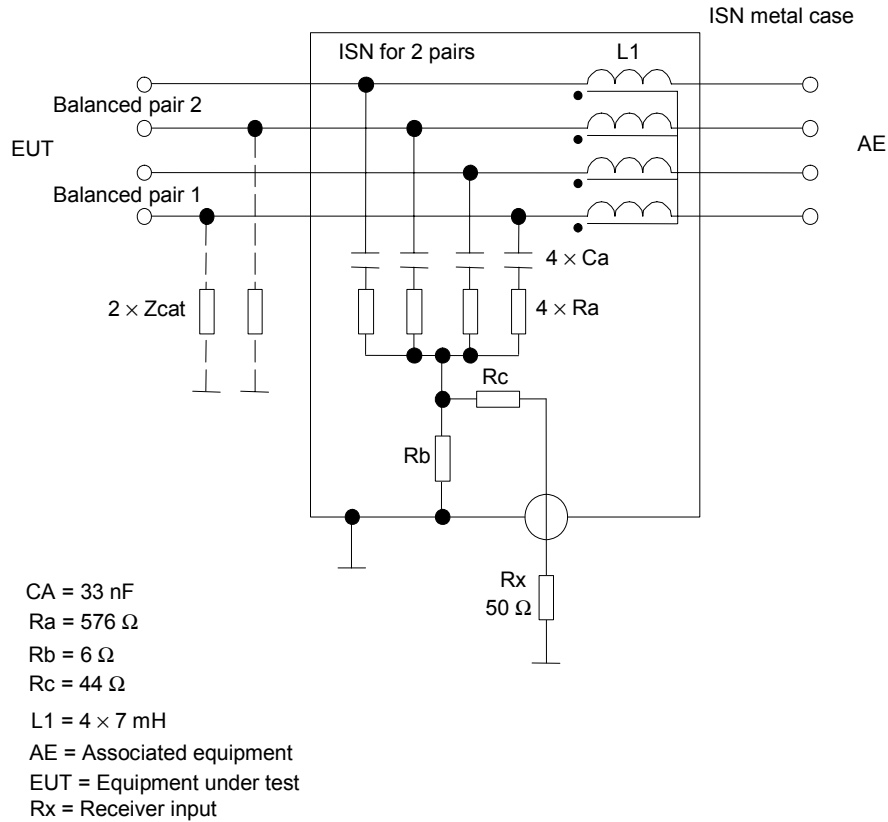
IEC 1357/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

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

Figure D.3 – ISN with high longitudinal conversion loss (LCL) for use with one, two, three, or four unscreened balanced pairs



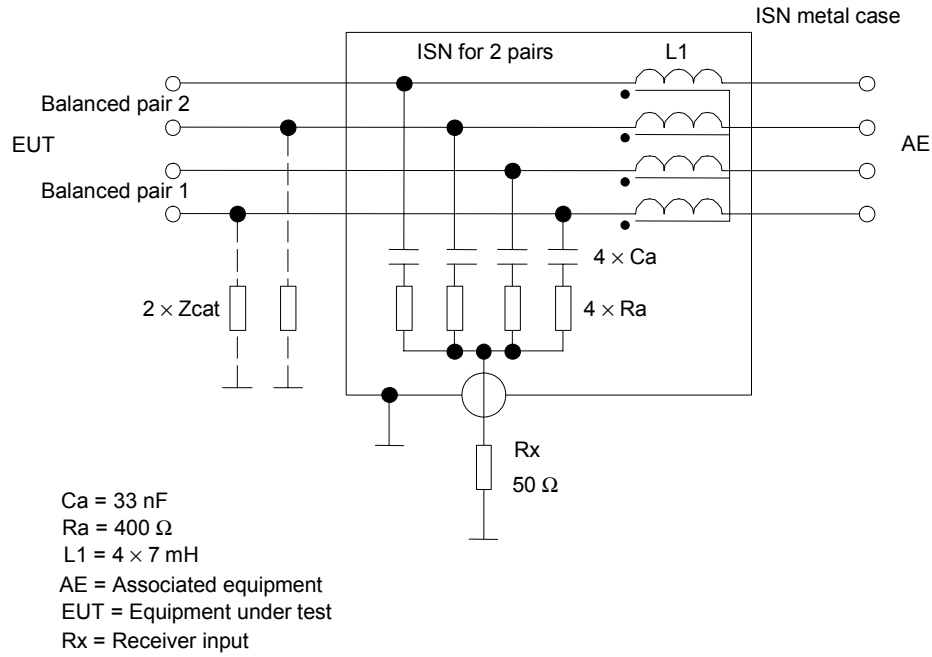
IEC 1358/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 34 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

WARNING This ISN must not be used to measure common mode disturbances on unshielded pair cables connected to telecommunication ports that employ only one active unshielded balanced pair.

Figure D.4 – ISN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with two unshielded balanced pairs



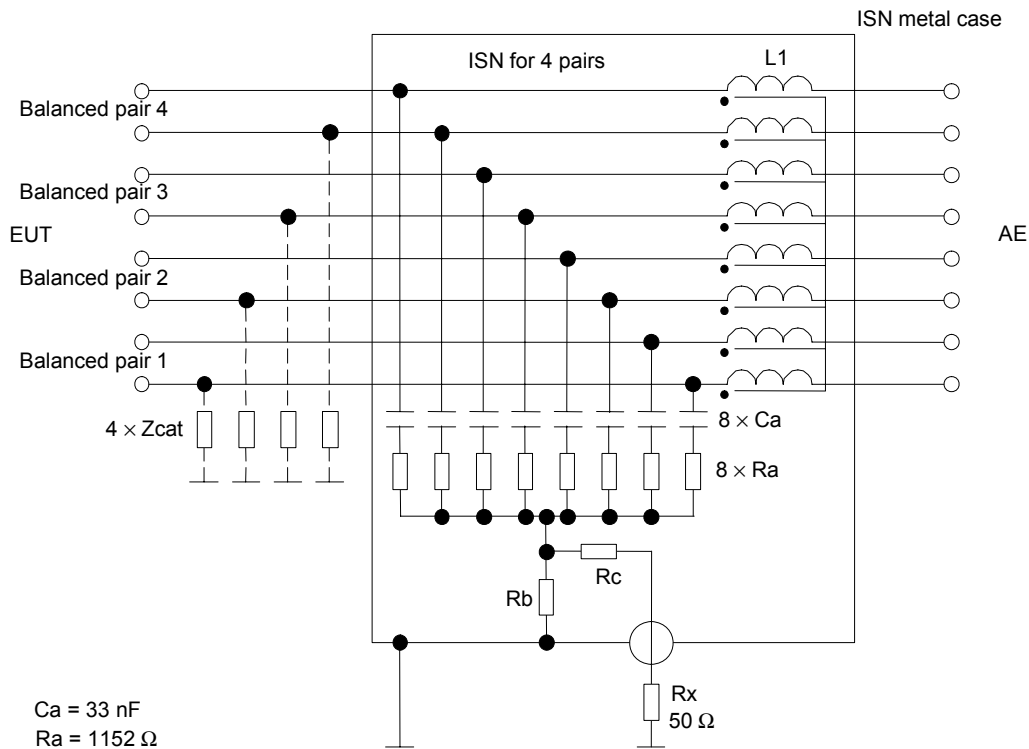
IEC 1359/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

WARNING This ISN must not be used to measure common mode disturbances on unshielded pair cables connected to telecommunication ports that employ only one active unshielded balanced pair.

Figure D.5 – ISN for use with two unshielded balanced pairs



Ca = 33 nF
 Ra = 1152 Ω
 Rb = 6 Ω
 Rc = 44 Ω
 L1 = 8 × 7 mH

AE = Associated equipment
 EUT = Equipment under test
 Rx = Receiver input

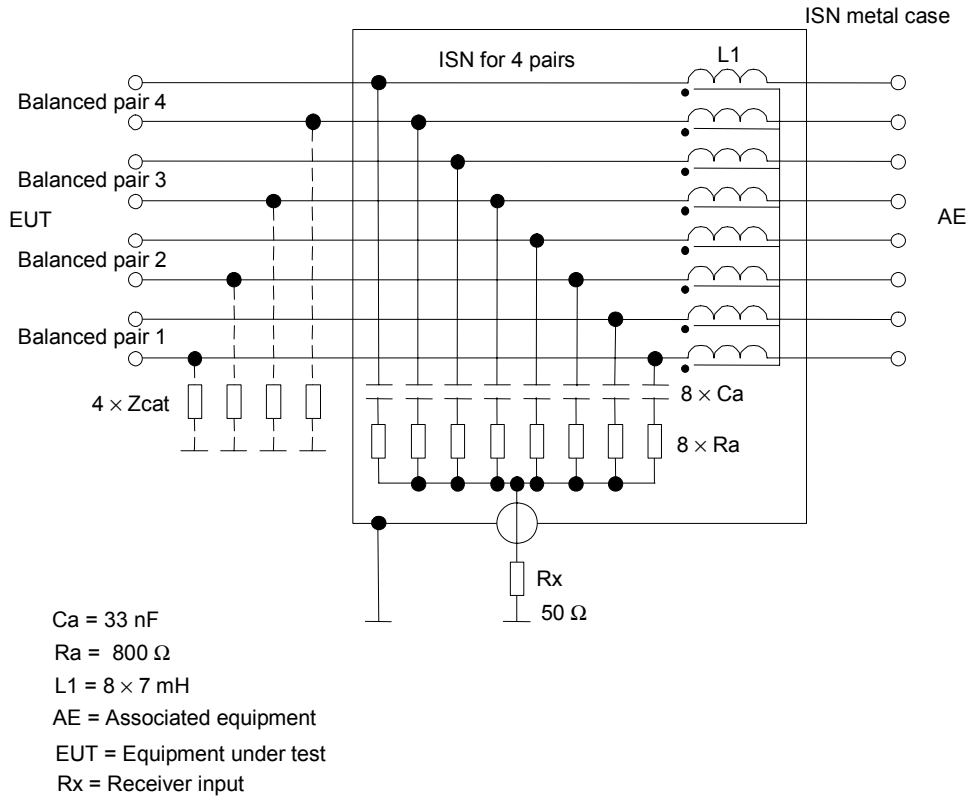
IEC 1360/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 34 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

WARNING This ISN uses the terminations of all four pairs to achieve the specified impedances and hence must not be used to measure common mode disturbances on unscreened pair cables connected to telecommunication ports that employ other than four active unscreened balanced pairs.

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

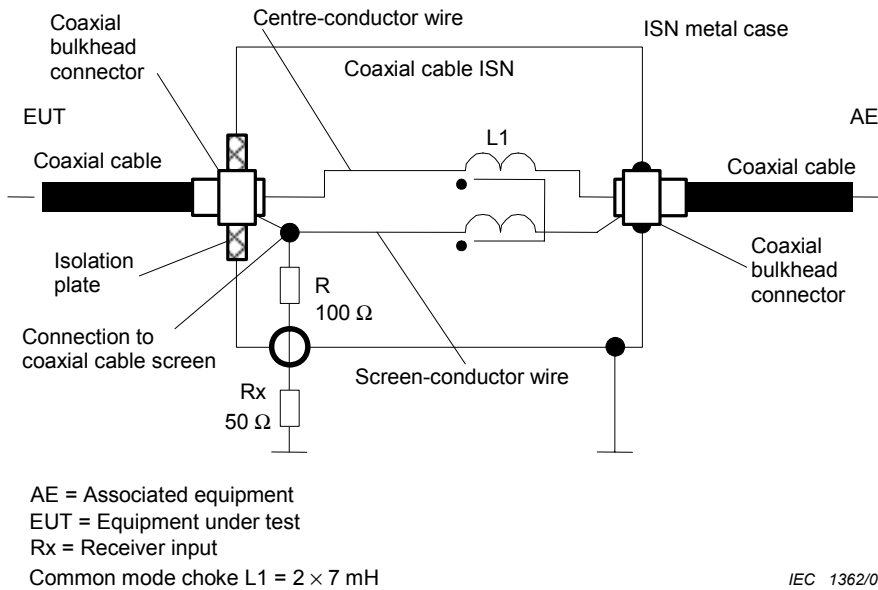


NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat represents the unbalance network required to adjust the LCL of the ISN to the values specified in 9.6.2 c) 1) – 3).

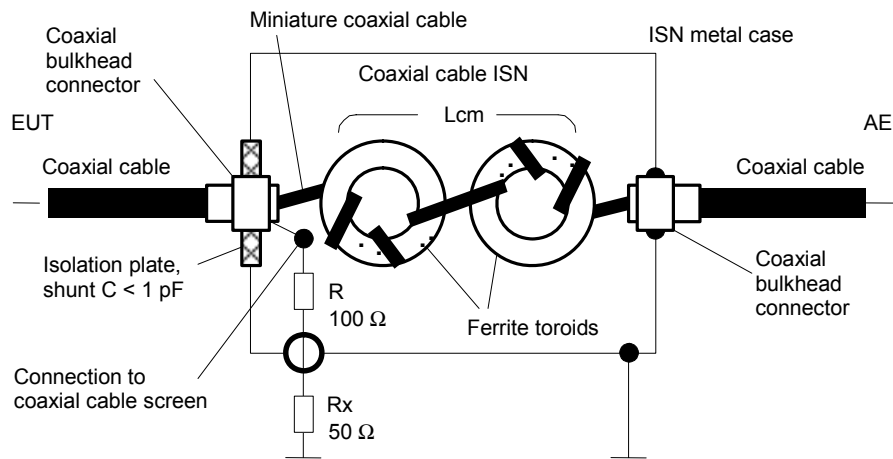
WARNING This ISN uses the terminations of all four pairs to achieve the specified impedances and hence must not be used to measure common mode disturbances on unscreened pair cables connected to telecommunication ports that employ other than four unscreened balanced pairs.

Figure D.7 – ISN for use with four unscreened balanced pairs



NOTE Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

Figure D.8 – ISN 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)



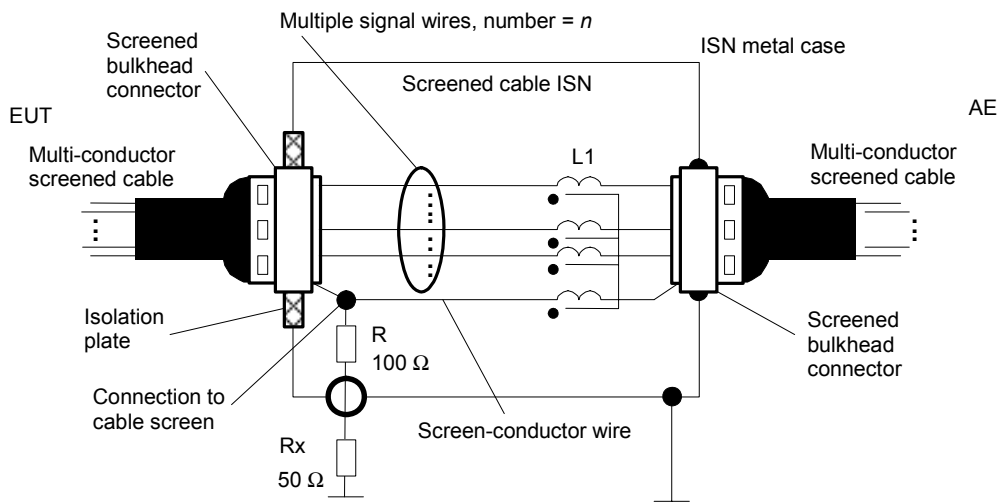
AE = Associated equipment
 EUT = Equipment under test
 Rx = receiver input
 Common mode choke $L_{cm} > 9 \text{ mH}$, total parasitic shunt $C < 1 \text{ pF}$

IEC 1363/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB.

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

Figure D.9 – ISN 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

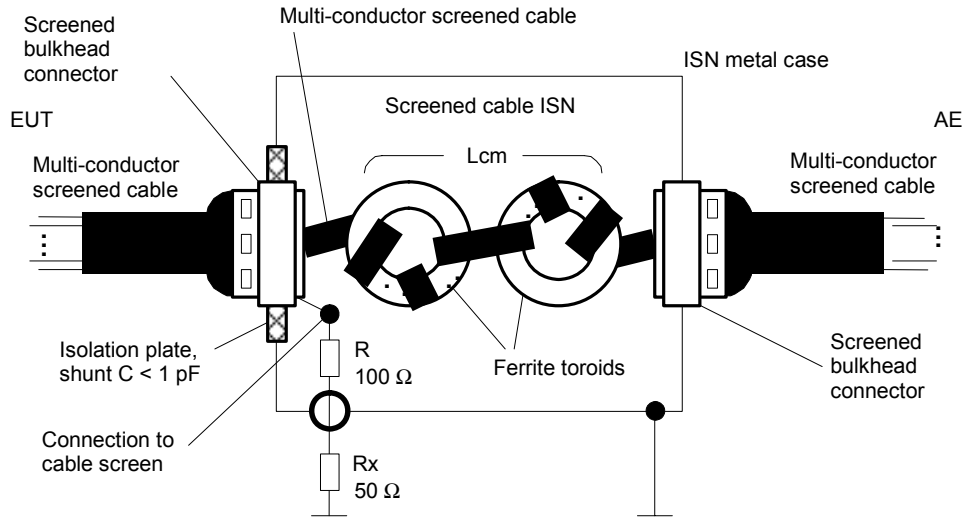


AE = Associated equipment
 EUT = Equipment under test
 Rx = Receiver input
 Common mode choke $L1 = (n + 1) \times 7 \text{ mH}$, where n = number of signal wires

IEC 1364/08

NOTE Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB

Figure D.10 – ISN 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 $L_{cm} > 9 \text{ mH}$, total parasitic shunt $C < 1 \text{ pF}$

IEC 1365/08

NOTE 1 Nominal voltage division factor defined in 9.6.2 e) = 9,5 dB

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

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

Annex E (informative)

Parameters of signals at telecommunication ports

E.1 General

No limits are defined for differential current or voltage signal levels in this standard.

However, the maximum signal levels that can be present at telecommunication ports in differential mode are dependent upon, and are limited by, the electrical balance or longitudinal conversion loss (LCL) [1] [2] of the telecommunication ports and the cables or networks to which they are intended to be connected, if the wanted signals are not to appear as unacceptable disturbances across the common mode impedance to ground.

The LCL of a signal port, cable, or network causes a portion of any differential signals on that port, cable, or network to be converted to common mode disturbances for which this standard has defined limits [3] [4] [5]. Common mode disturbances (also called antenna mode disturbances because they are a source of radiated disturbances in the environment) must be limited if interference with the reception of radio signals of all kinds is to be minimized. Common mode disturbances created at a nominally balanced signal port or transmission medium, for example a twisted copper pair, must be controlled and limited whether or not the port or medium is provided with an overall shield. If a shielded medium is used, deficiencies in the shield itself as well as in the shield connectors – leading perhaps to significant electrical discontinuities – will allow a portion of the common mode disturbances created within the shield environment to appear outside the shield.

The worst-case values for balance and LCL quoted in many network specifications are based upon the desired signal transmission and crosstalk performance of the networks and do not necessarily have regard for the control of the common mode disturbances considered in this standard.

To ensure that the physical layer specifications for telecommunication networks do not inadvertently lead to the generation of unacceptable electromagnetic disturbances, it is essential that the electromagnetic compatibility (EMC) implications of the specifications for some critical parameters be considered early in the development of the network standards.

To achieve EMC of telecommunication networks employing twisted pair media, the most important parameters to consider are:

- the levels specified for the wanted transverse or differential mode electrical signals;
- the spectral characteristics of the line codes specified for the wanted differential signals;
- the design of the protocol of the wanted differential signals;
- the expected electrical balance or LCL of the physical copper media, *in situ*, on which the wanted electrical signals will be conveyed;
- the electrical balance or LCL of the telecommunication signal ports of the medium attachment units which will be connected to the physical media;

- the differential mode and the common mode impedances expected of the physical media on which the wanted differential signals will be conveyed;
- the differential mode and the common mode impedances specified at the telecommunication signal ports of the medium attachment units on which the wanted differential signals will appear;
- the shielding effectiveness expected of connectors and shields if shielded media are to be used.

The influence of the absolute levels of the wanted differential signals on the resultant common mode disturbance levels needs little elaboration. In the absence of non-linearities, the levels of the common mode disturbances resulting from differential mode to common mode conversion by electrical unbalance of the telecommunication ports or the physical media will be directly proportional to the levels of the wanted differential signals.

The spectral characteristics and the protocols specified for the wanted differential signals will also have a major influence on the levels of the common mode disturbances appearing on the physical media.

For a given data rate, a differential signal employing line coding designed to spread the signal power across a wide range of frequencies is less likely to create unacceptable common mode disturbances than is a differential signal line code that concentrates the power into a narrow spectral band or bands.

Selection of the signal protocols can significantly influence the spectral characteristics of the differential signals. The formats of Start and End Delimiters, Framing and Synchronization bit patterns, the bit patterns of Tokens, and ultimately the design of the Access Control protocols, have a major influence on how much concentration of differential signal power into narrow spectral bands takes place during the various operating states (high traffic periods, low traffic periods, idle periods) of telecommunication networks. The creation of highly periodic waveforms which persist for lengthy periods of time should be avoided, if the levels of common mode disturbances, created from the differential signals on the network, are to be minimized.

E.2 Estimation of common mode disturbance levels

Estimations can be made of the levels of common mode disturbances that will be created by differential mode to common mode conversion of the wanted differential signals if the relationships between the important electrical and spectral parameters are known. In particular, estimations can be made of the maximum allowed levels for differential signals, if the common mode disturbances created from them are not to exceed the common mode disturbance limits.

Consider two items connected together in a LAN, for example a nominally balanced telecommunication signal port connected to a nominally balanced unshielded twisted pair terminated in its characteristic impedance. Assume that the electrical unbalance of the combination of these two items is dominated by the electrical unbalance of the item which exhibits the worst (lowest) LCL. The strength of the common mode disturbances produced by differential mode to common mode conversion through the LCL of that item can be estimated approximately from

$$I_{cm} \text{ (dB}\mu\text{A)} \approx U_T \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{LCL (dB)} - 20 \log_{10} \left| 2 Z_0 \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4 Z_{cm}} \right| \quad (\text{E.1})$$

when estimating the common mode current I_{cm} caused by the differential signal voltage, and

$$U_{cm} \text{ (dB}\mu\text{V)} \approx U_T \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{LCL (dB)} - 20 \log_{10} \left| \frac{2 Z_0}{Z_{cm}} \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4 Z_{cm}} \right| \quad (\text{E.2})$$

when estimating the common mode voltage U_{cm} caused by the differential signal voltage U_T ,

where

Z_{cm} is the common mode impedance presented by the item having the worst (lowest) LCL;

Z_{ct} is the common mode impedance presented by the item with the higher LCL;

Z_0 is the transverse or differential mode impedance at the telecommunication signal port.

The above expressions, which have been derived from relationships developed in [6], implicitly assume that both of the items in the combination present a transverse or differential impedance of Z_0 .

By setting the common mode disturbance levels in the equations equal to the common mode disturbance limits, the maximum allowable transverse or differential signal levels can be estimated.

When making use of the above equations it should be recalled that a common mode disturbance limit is a quantity that is specified for comparison with disturbances measured in a defined bandwidth (for example, 9 kHz) using a specified detector function (quasi-peak or average). Therefore, for the given LCL the maximum allowed differential signal levels estimated using the above expressions are those which are allowed to appear in the same bandwidth when measured differentially with the same detector functions.

E.3 Reference documents

- [1] ITU-T Recommendation G.117: 1996, *Transmission aspects of unbalance about earth*
- [2] ITU-T Recommendation O.9: 1988, *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*
- [3] DANEFFEL, H.R. and RYSER, H., *Problem on the ISDN subscriber S and U interface*, ISSLS 86, pp 145-149, 1986
- [4] DAVIES, W.S., MACFARLANE, I.P. and BEN-MEIR, D., "Potential EMI from ISDN basic access systems," *Electronics Letters*, Vol. 24, No. 9, pp 533-534, April 1988
- [5] KUWABARA, N., AMEMIYA, F. and IDEGUCHI, T., "Interference field emission due to unbalance in telecommunication lines," IEEE Int. Symp. on EMC, Nagoya, pp 487-492, Sept 1989
- [6] VAN MAURIK, R.M., "Potential Common Mode Currents On The ISDN S And T-Interface Caused By Cable Unbalance", IEEE Eighth International Conference on Electromagnetic Compatibility, Edinburgh, 21-24 Sept 1992, IEE Conference Publication No. 362, pp 202-206.
- [7] Haas, Lee & Christensen, Ken, *LAN Traffic Conditions for EMI Compliance Testing*, IBM Corporation, Research Triangle Park, NC.

Annex F (informative)

Rationale for disturbance measurements and methods on telecommunications ports

F.1 Limits

The disturbance voltage (or current) limit is defined for a TCM load impedance of 150 Ω (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 undefined TCM impedance at the AE and the EUT.

In general, the TCM impedance seen by the EUT at the AE port is not defined unless a CDN/ISN 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.

CDN/ISNs do not exist for all types of cables used by ITE. It is therefore also necessary to define alternative methods that do not use CDN/ISNs (“Non-invasive” test methods).

Only the cable attached to the EUT port under test is shown in the Figures of Annex C. Normally, there are several other cables (or ports) present at the EUT. At least the connection to the mains terminal is present 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 have to be defined during the test of small EUTs. It is sufficient to have in addition to the port under test at least 2 additional ports connected to a 150 Ω TCM impedance (normally by using an ISN or CDN with the RF measurement port terminated with 50 Ω) for reducing this influence to a negligible amount.

Coupling devices for nonshielded 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 idea of this requirement is to take into account the transformation of the symmetrical signal into a TCM signal, which might contribute to the radiation when the EUT is used in the real application. Asymmetry in the ISN is purposely constructed to yield the specified LCL. This asymmetry may enhance or cancel the asymmetry of the EUT. In the interest of determining the worst case emissions and optimization of 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 ISN as defined in 9.6.2.

Since imbalance on each balanced pair can/will contribute to the total conducted common mode emission, all combinations of imbalance on all balanced pairs should be considered. For a single balanced pair, this is a relatively minor test impact – the 2 wires are reversed. However, for 2 balanced pairs, the number of LCL loading combinations (i.e. test configurations) is 4. For 4 balanced pairs, the number of loading combinations grows to 16. Such numbers will have a significant impact on test time and test documentation. Such testing should be undertaken with care, and, if implemented, properly documented.

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

Table F.1 summarizes the advantages and disadvantages of the methods described in Annex C.

Table F.1 – Summary of advantages and disadvantages of the methods described in Annex C

	Method C.1.1	Method C.1.2	Method C.1.3
Advantages	Smallest measurement uncertainty. (Only possible if ISN/CDNs with appropriate transmission properties are available) LCL must be known and shall be taken into account.	Non-invasive (except removing the insulation of the shielded cable). Always applicable the shielded cables. Small measurement uncertainty for higher frequencies	Non-invasive
Disadvantages	Not in all cases applicable. (Needs appropriate ISN/CDNs) Invasive (needs appropriate cable connections) Needs an individual ISN/CDN for each cable type (results in a high number of different ISN/CDNs) No isolation is provided by an ISN to symmetric signals from the AE.	Increased measurement uncertainty for very low frequencies (<1 MHz). Destruction of the cable insulation is necessary. Reduced insulation against disturbances from the AE side (compared to C.1.1). Does not assess the interference potential that arises due to conversion of the symmetric signal due to the LCL of the cable network to which the EUT will be connected.	No isolation against disturbances from the AE side (compared to C.1.1). Does not assess the interference potential that arises due to conversion of the symmetric signal due to the LCL of the cable network to which the EUT will be connected.

F.2 Combination of current probe and capacitive voltage probe

The method described in C.1.3 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 $150\ \Omega$, the method C.1.3 will show a result which is in general too high, but never too low (worst case estimation of the emission).

F.3 Basic ideas of the capacitive voltage probe

Figure C.3 uses a capacitive voltage probe to measure the TCM voltage. There are two approaches to the construction of a capacitive voltage probe. For either approach, if a $150\ \Omega$ TCM impedance 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 $150\ \Omega$ TCM impedance.

TCM impedance tolerance is $\pm 20\ \Omega$ over the frequency range of 0,15 MHz to 30 MHz. If the capacitive voltage probe loading is to reduce at most the $150\ \Omega$ TCM impedance down to $120\ \Omega$, 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, $5\ \text{pF}$ is approximately $-j1,062\ \Omega$, which, in parallel with $150\ \Omega$ results in a combined TCM of approximately $148\ \Omega$.

The first construction approach to the 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 subclause 5.2.2 of CISPR 16-1-2.

The second construction approach 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, it is possible, given the physical size of the capacitive coupling device, 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 $< 5\ \text{pF}$ loading may be violated. If this technique is employed, the capacitive loading should be verified by measurement, and not rely 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 emissions measurement should be used for this capacitance measurement.

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

F.4 Combination of current and voltage limit

If the TCM impedance is not $150\ \Omega$, 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. If however both voltage and current are measured with current and voltage limits applied simultaneously, the result is a worst case estimation of the emission as explained below.

The basic circuit for which the limit is defined is shown in Figure F.1. This circuit is the reference for which the limits expressed in current and voltage are derived. Any other measurement has to be compared to this basic circuit. Z_1 is an unknown parameter of the EUT. Z_2 is 150 Ω in the reference measurement.

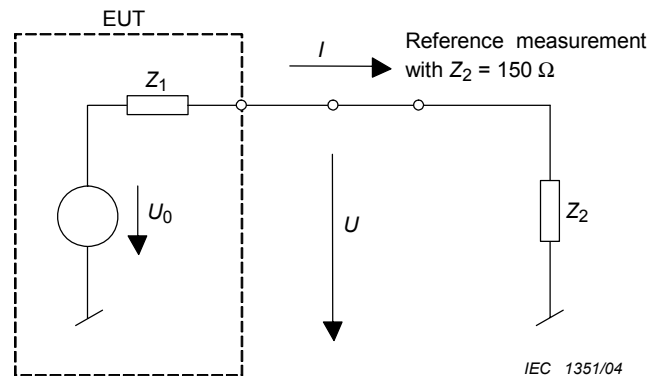


Figure F.1 – Basic circuit for considering the limits with defined TCM impedance of 150 Ω

If the measurement is performed without defining the TCM impedance seen by the EUT, the simplified circuit is as shown in Figure F.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.

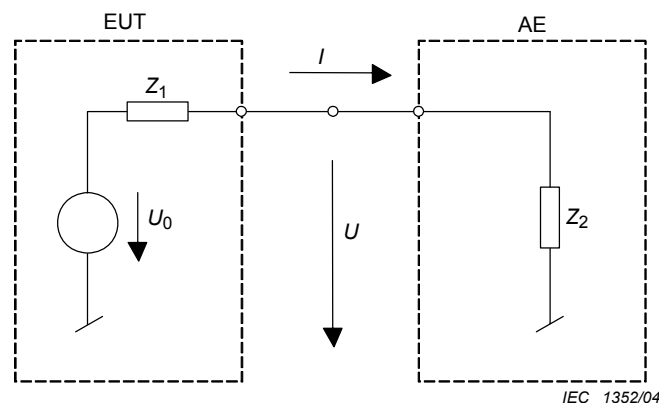


Figure F.2 – Basic circuit for the measurement with unknown TCM impedance

If the measurement is performed according to the circuit of Figure F.1, the limit of current and the limit of voltage are equivalent. The relation between current and voltage will always be 150 Ω and either of the two can be used to determine the compliance with the limit. This is not the case if Z_2 is not 150 Ω (see Figure F.2).

It is important to be aware that the quantity determining the compliance with the limit is not the source voltage U_0 . The interference voltage measured has to be measured at a standardized Z_2 of 150 Ω and depends on Z_1 , Z_2 and U_0 together. The 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 F.2 where Z_2 is not defined, it is not possible to measure the exact value of the interference voltage. Since 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). If for example an EUT with emissions above the limit is measured 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. By contrast, if the same EUT is measured only by measuring the current in a test setup 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 emissions exceeding the limits will always be discovered by exceeding either the current limit (if Z_2 is $< 150 \Omega$) or the voltage limit (if Z_2 is $> 150 \Omega$).

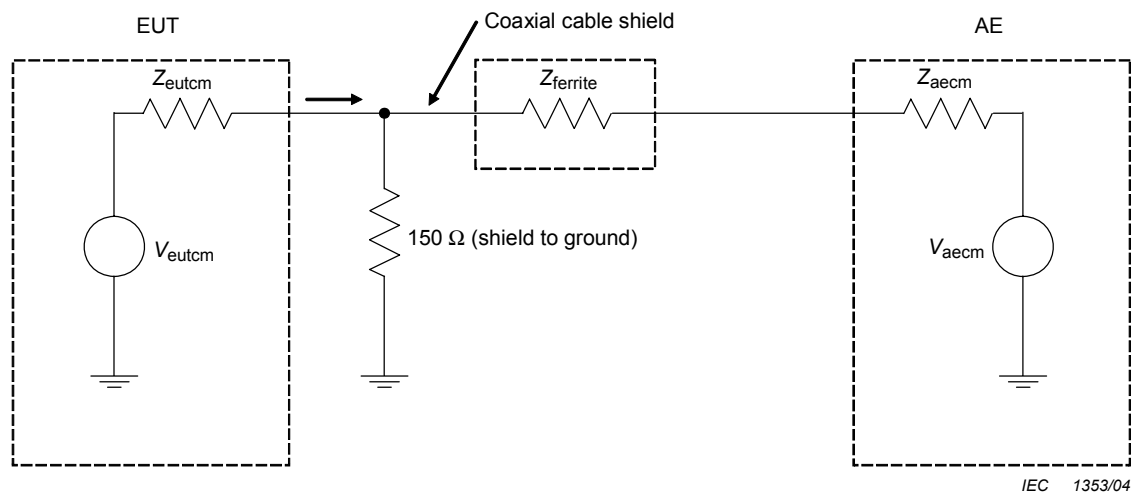
If the TCM impedance of the AE (Z_2) is far from 150Ω , it is possible that an EUT, which would comply with the limits if measured with $Z_2 = 150 \Omega$, may be rejected. However it will never happen that an EUT not complying with the limits is accepted. The measurement according to C.1.3 is therefore a worst case estimation of the emission. If an EUT exceeds the limit with this method, it is possible the EUT would comply with the limits if it could be measured with $Z_2 = 150 \Omega$.

F.5 Adjusting the TCM impedance with ferrites

In some cases (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 C.1.4 requires measurement of the TCM impedance and adjustment of the ferrites at each frequency to be measured until the TCM impedance is $150 \Omega \pm 20 \Omega$. The method is therefore very complicated and time-consuming if applied to 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 invented instead).

F.6 Ferrite requirements for use in Annex C

Subclause C.1.2 defines a test setup for measuring the common mode conducted emissions on the shield of a coaxial cable. A 150Ω load is specified to be connected between the coax shield and the reference ground plane as shown in Figure C.2. Ferrites are shown placed over the coax shield between the 150Ω load and the AE. Following are functional requirements of the ferrites necessary to satisfy the requirements of C.1.2.

**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 , $Z_{ferrite}$, and Z_{aecm}

Figure F.3 – Impedance layout of the components used in Figure C.2

Figure F.3 shows all of the basic impedances involved in Figure C.2. The ferrites are specified in C.1.2 to provide a high impedance such that "...the common mode impedance towards the right of the 150 Ω resistor shall be sufficiently large as to not affect the measurement." This impedance is shown in Figure F.3 as "Z".

The above quote from C.1.2 infers that the combined series impedance of $Z_{ferrite}$ and Z_{aecm} should not load down the 150 Ω resistor. The general approach in CISPR 22 for tolerance on 150 Ω common mode loads is $\pm 20 \Omega$ 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 F.3) should be no lower than 130 Ω . This in turn implies that this relationship must hold regardless of the value of Z_{aecm} .

To establish the impedance characteristics of the ferrites, only two cases need to be considered: 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 is 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:

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

Solving for Z_{ferrite} yields a value of 1 000 Ω . This implies that the ferrites selected for this application shall have a minimum impedance of 1 000 Ω 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 cases cited above, it is seen that Case 2 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.

To determine that the selected ferrites will accomplish the intended function, the test setup shown in Figure F.4 is suggested. A traditional Impedance meter or analyzer can be used to measure the impedance between point Z and the reference ground. Another approach is to measure the individual voltage and current at point Z (I and V in Figure F.4) and calculate the impedance. As a minimum, the impedance measurement should be made at 0,15 MHz. It would be advisable, however, to measure the impedance across the entire 0,15 MHz to 30 MHz range to ensure that no stray capacitance associated with the ferrites and the coaxial cable degrades the ferrite impedance. This is of concern since laboratory data have shown that it is unlikely that desired impedance can be achieved with a single pass of the coaxial cable through the ferrites. Multiple passes through the ferrites are necessary. This increases chances of stray capacitance adversely affecting the impedance of the ferrites. The capability to achieve the desired impedance versus frequency has been demonstrated in the laboratory.

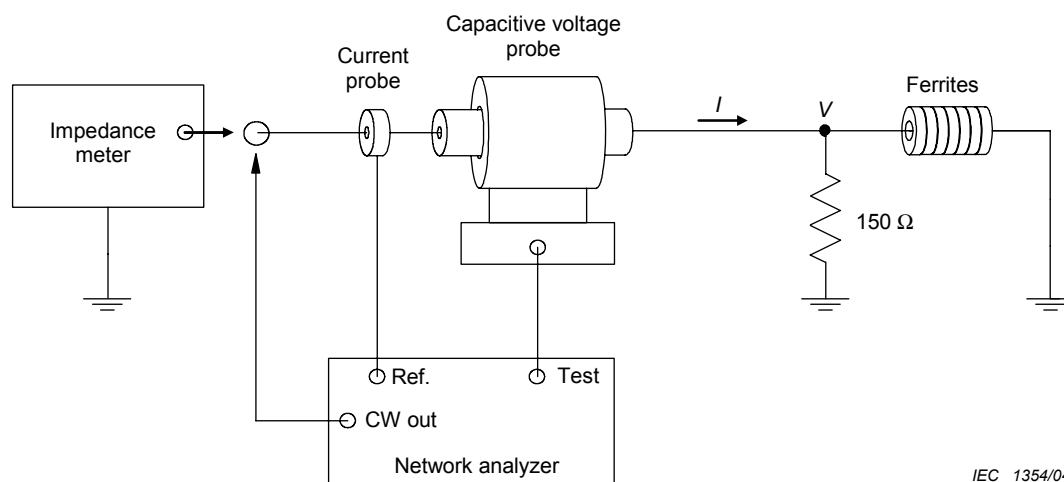


Figure F.4 – Basic test set-up to measure combined impedance of the 150 Ω and ferrites

F.7 Measurement uncertainty for telecommunications port conducted emissions measurements

The main uncertainty components for each measurement are identified and an estimate of their magnitude provided. All assumptions made are documented in A.5 of CISPR 16-4-2.

F.7.1 Example of uncertainty for measurements using ISNs

Input quantity	x_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Probability distribution function			
Receiver reading	V_r	$\pm 0,1$	k = 1	0,10	1	0,10
Attenuation ISN-Receiver	L_c	$\pm 0,1$	k = 2	0,05	1	0,05
ISN voltage division factor	L_{ISN}	$\pm 0,2$	k = 2	0,10	1	0,10
Receiver corrections:						
Sine wave voltage	δV_{sw}	$\pm 1,0$	k = 2	0,50	1	0,50
Pulse amplitude response	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87	1	0,87
Pulse repetition rate response	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87	1	0,87
Noise floor proximity	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Mismatch: ISN-receiver	δM	+0,7/-0,8	U-shaped	0,53	1	0,53
ISN impedance	δZ_i	+2,6/-2,7	Triangular	1,08	1	1,08
AMN impedance	δZ_a	+2,6/-2,7	Triangular	1,08	1	1,08

The measurand $V_{ISN} = V_r + L_c + L_{ISN} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_i + \delta Z_a$.

The combined standard uncertainty $U_c(V_{ISN}) = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(x_i)}$ is 2,1.

$U_{Lab} = 2U_c(V_{ISN})$ is 4,2 dB.

F.7.2 Example of uncertainty for measurements using current probes and voltage probes

Input quantity	x_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Probability distribution function			
Receiver reading	V_r	$\pm 0,1$	k = 1	0,10	1	0,10
Attenuation Current Probe-Receiver	L_c	$\pm 0,1$	k = 2	0,05	1	0,05
Current Probe voltage division factor	L_{cp}	$\pm 0,2$	k = 2	0,10	1	0,10
Attenuation Voltage Probe-Receiver	L_v	$\pm 0,1$	k = 2	0,05	1	0,05
Voltage Probe voltage division factor	L_{vp}	$\pm 0,2$	k = 2	0,10	1	0,10
Receiver corrections:						
Sine wave voltage	δV_{sw}	$\pm 1,0$	k = 2	0,50	1	0,50
Pulse amplitude response	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87	1	0,87
Pulse repetition rate response	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Rectangular	0,87	1	0,87
Noise floor proximity	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Mismatch: Probe-receiver	δM	+0,7/-0,8	U-shaped	0,53	1	0,53
AMN impedance	δZ_a	+2,6/-2,7	Triangular	1,08	1	1,08

The measurand $S = V_r + L_c + L_{cp} + L_v + L_{vp} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_a$.

The combined standard uncertainty $U_c(S) = \sqrt{\sum_i c_i^2 u^2(x_i)}$ is 1,8.

$U_{Lab} = 2U_c(S)$ is 3,6 dB.

Annex G (informative)

Operational modes for some types of ITE

G.1 Operation of visual display units

If the EUT includes a visual display or monitor, the following operating rules should be used.

- Set the contrast control to maximum.
- Set the brightness control to maximum or at raster extinction if raster extinction occurs at less than maximum brightness.
- Select the worse case of positive or negative video if both alternatives are available.
- Set character size and number of characters per line so that typically the greatest number of characters per screen is displayed.
- For monitors with graphics capabilities, a pattern consisting of all scrolling Hs should be displayed. For monitors with text only capability, a pattern consisting of random text shall be displayed. If neither of the above applies, use a typical display.

The EUT should be operated in the operating mode that generates the greatest level of emission while satisfying the above operating rules.

G.2 Operation of facsimile devices

Facsimile devices should be tested in the idle state, transmit and receive modes using the facsimile receivers test chart specified by the ITU-T, in the most detailed image mode of the EUT.

NOTE It may be necessary to repeat the test pattern many times in order to obtain the full disturbance potential of facsimile devices.

G.3 Operation of telephone sets

Telephone sets capable of transmitting voice information by digital signals should be tested in the idle state, transmit and receive modes with the receiving condition of the standard speech data for the telephony specified by the ITU-T.

Bibliography

CISPR 16-2 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity*

CISPR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

IEEE Standard 1284-1, IEEE Standard for Information Technology & Transport Independent Printer/System Interface (TIP/SI)

IEEE Standard 1394, IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	84
INTRODUCTION	86
1 Domaine d'application et objet	87
2 Références normatives	87
3 Définitions	88
4 Classification des ATI	90
4.1 Appareils de classe B	90
4.2 Appareils de classe A	90
5 Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication	90
5.1 Limites de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation	91
5.2 Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication	91
6 Limites des perturbations rayonnées	92
6.1 Limites en dessous de 1 GHz.....	92
6.2 Limites au-dessus de 1 GHz	93
7 Interprétation des limites des perturbations radioélectriques spécifiées par le CISPR	94
7.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR.....	94
7.2 Application des limites pour les essais de conformité des appareils produits en série	94
8 Conditions générales de mesure	95
8.1 Bruit ambiant	95
8.2 Disposition générale	95
8.3 Disposition de l'appareil en essai	98
8.4 Fonctionnement de l'appareil en essai	100
9 Méthode de mesure des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication	101
9.1 Détecteurs de mesure.....	101
9.2 Récepteurs de mesure.....	102
9.3 Réseau fictif d'alimentation	102
9.4 Plan de masse de référence	102
9.5 Disposition de l'appareil en essai	102
9.6 Mesure des perturbations aux accès de télécommunication	105
9.7 Enregistrement des mesures	109
10 Méthode de mesure des perturbations rayonnées.....	109
10.1 Détecteurs de mesure.....	109
10.2 Récepteur de mesure en dessous de 1 GHz.....	109
10.3 Antenne en dessous de 1 GHz.....	109
10.4 Emplacement d'essai pour les mesures en dessous de 1 GHz.....	110
10.5 Disposition de l'appareil en essai en dessous de 1 GHz	111
10.6 Mesure des émissions rayonnées au-dessus de 1 GHz	111
10.7 Enregistrement des mesures	112
10.8 Mesure en présence de signaux ambiants élevés.....	112
10.9 Essai sur les lieux d'utilisation	112
11 Incertitude de mesure	112

Annexe A (normative) Mesures d'atténuation pour d'autres emplacements possibles	123
Annexe B (normative) Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête.....	129
Annexe C (normative) Configurations d'essai possibles pour la mesure des perturbations de mode commun	130
Annexe D (informative) Schémas de principe d'exemples de réseaux de stabilisation d'impédance (RSI)	137
Annexe E (informative) Paramètres des signaux aux accès de télécommunication.....	146
Annexe F (informative) Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication	149
Annexe G (informative) Modes opératoires pour certains types d'ATI.....	158
Bibliographie	159
Figure 1 – Emplacement d'essai.....	113
Figure 2 – Caractéristiques minimales d'un autre emplacement d'essai	114
Figure 3 – Dimensions minimales du plan de masse métallique	114
Figure 4 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (émissions conduites et rayonnées) (vue de dessus).....	115
Figure 5 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1a).....	116
Figure 6 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1b).....	116
Figure 7 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 2).....	117
Figure 8 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions conduites).....	118
Figure 9 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions conduites).....	119
Figure 10 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions rayonnées).....	119
Figure 11 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions rayonnées).....	120
Figure 12 – Exemple de disposition d'essai pour appareils disposés à même le sol avec support vertical et câbles aériens (mesure d'émissions rayonnées et conduites).....	121
Figure 13 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions rayonnées).....	122
Figure A.1 – Positions typiques d'antenne pour les mesures d'ANE d'autres emplacements d'essai.....	126
Figure A.2 – Positions des antennes pour les mesures d'autres emplacements d'essai pour le volume minimal recommandé	127
Figure B.1 – Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête	129
Figure C.1 – Utilisation du RCD décrit dans la CEI 61000-4-6 en tant que RCD/RSI.....	131
Figure C.2 – Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)	132
Figure C.3 – Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive avec un EUT posé sur table	133
Figure C.4 – Dispositif d'étalonnage	135
Figure C.5 – Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai	136
Figure D.1 – RSI pour une paire symétrique non blindée.....	137

Figure D.2 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une ou deux paires symétriques non blindées.....	138
Figure D.3 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une, deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées	139
Figure D.4 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour deux paires symétriques non blindées	140
Figure D.5 – RSI pour deux paires symétriques non blindées.....	141
Figure D.6 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour quatre paires symétriques non blindées.....	142
Figure D.7 – RSI pour quatre paires symétriques non blindées	143
Figure D.8 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire d'un conducteur central isolé et d'un conducteur extérieur (blindage) isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite).....	143
Figure D.9 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un câble coaxial miniature (miniature semi-rigide avec conducteur extérieur en cuivre plein ou miniature avec conducteur extérieur à double tresse) enroulé sur des tores de ferrite	144
Figure D.10 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire des fils de signaux isolés et du fil de blindage isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite).....	144
Figure D.11 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance de mode commun constituée en enroulant un câble blindé multi-conducteurs sur des tores de ferrite	145
Figure F.1 – Circuit de base pour la considération des limites avec une impédance TCM définie de 150 Ω	152
Figure F.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance TCM inconnue.....	152
Figure F.3 – Montage d'impédance des composants utilisés à la Figure C.2	154
Figure F.4 – Montage d'essai de base pour mesurer l'impédance combinée de la charge de 150 Ω et des ferrites	155
Tableau 1 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe A	91
Tableau 2 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe B	91
Tableau 3 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe A.....	92
Tableau 4 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe B.....	92
Tableau 5 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe A	92
Tableau 6 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe B	93
Tableau 7 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe A à une distance de mesure de 3 m	93
Tableau 8 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe B à une distance de mesure de 3 m	93
Tableau 9 – Acronymes utilisés dans les figures.....	113

Tableau A.1 – Atténuation normalisée de l'emplacement (A_N (dB)) pour les géométries recommandées avec des antennes à large bande.....	125
Tableau F.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C	150

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**APPAREILS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION –
CARACTÉRISTIQUES DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –
LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CISPR 22 a été établie par le sous-comité I du CISPR: Compatibilité électromagnétique des matériels de traitement de l'information, multimédia et récepteurs.

Cette sixième édition de la CISPR 22 annule et remplace la cinquième édition parue en 2005, l'Amendement 1 (2005) et l'Amendement 2 (2006). Cette édition constitue une révision mineure.

Le document CISPR//265/FDIS, circulé comme Amendement 3 auprès des Comités nationaux de la CEI, a conduit à la publication de la nouvelle édition.

Le texte de la présente norme est basé sur la cinquième édition, son Amendement 1, son Amendement 2 et sur les documents suivants :

FDIS	Rapport de vote
CISPR/II/265/FDIS	CISPR/II/271/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

INTRODUCTION

Le domaine d'application a été étendu à l'ensemble du spectre radioélectrique de 9 kHz à 400 GHz, mais les limites ne sont spécifiées que sur une partie de ce spectre. Ceci a été considéré comme suffisant pour définir des niveaux d'émission convenables afin de protéger la radiodiffusion et les autres services de télécommunication et afin de permettre aux autres appareils de fonctionner comme prévu lorsqu'ils sont placés à une distance raisonnable.

APPAREILS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION – CARACTÉRISTIQUES DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux ATI définis en 3.1.

Des procédures sont indiquées pour la mesure des niveaux des signaux parasites engendrés par les ATI; les limites sont spécifiées pour la gamme de fréquence de 9 kHz à 400 GHz et concernent aussi bien les appareils de classe A que ceux de classe B. Il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesure aux fréquences pour lesquelles aucune limite n'est spécifiée.

L'objet de la présente publication est d'établir des exigences uniformes pour les limites des perturbations radioélectriques des appareils relevant du domaine d'application, de fixer des limites pour le niveau perturbateur, de décrire des méthodes de mesure et de normaliser les conditions de fonctionnement et l'interprétation des résultats.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60083:2006, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*

CEI 61000-4-6:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radio-électriques*¹

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*²

Amendement 1 (2004)

CISPR 13:2001, *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*³

Amendement 1 (2003)

Amendement 2 (2006)

CISPR 16-1-1:2006, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1:*

¹ Il existe une édition consolidée 2.2 (2006) comprenant l'édition 2.0, son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2006).

² Il existe une édition consolidée 4.1 (2004) comprenant l'édition 4.0 et son Amendement 1 (2004).

³ Il existe une édition consolidée 4.2 (2006) comprenant l'édition 4.0, son Amendement 1 (2003) et son Amendement 2 (2006).

*Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*⁴

Amendement 1 (2006)

Amendement 2 (2007)

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*⁵

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

CISPR 16-1-4:2007, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*⁶

CISPR 16-2-3:2006, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

appareils de traitement de l'information (ATI)

Appareils:

- a) qui ont comme fonction principale une ou plusieurs des fonctions suivantes: saisie, archivage, affichage, recherche, transmission, traitement, commutations ou commande de données et de messages de télécommunication, et pouvant être équipés d'un ou de plusieurs accès destinés typiquement au transfert de l'information;
- b) qui ont une tension d'alimentation assignée ne dépassant pas 600 V.

Cela comprend par exemple les appareils de traitement de données, les machines de bureau, les appareils électroniques professionnels et les appareils de télécommunication.

Les appareils (ou les parties des appareils) dont la fonction principale est l'émission et/ou la réception radioélectrique, conformément au Règlement des Radiocommunications de l'UIT, sont exclus du domaine d'application de cette publication.

NOTE Il convient que tout appareil qui possède une fonction d'émission et/ou de réception radioélectrique, conformément aux définitions du Règlement des Radiocommunications de l'UIT soit conforme aux règlements nationaux pour les radiocommunications, que la présente publication soit également applicable ou non.

⁴ Il existe une édition consolidée 2.2 (2007) comprenant l'édition 2.0, son Amendement 1 (2006) et son Amendement 2 (2007).

⁵ Il existe une édition consolidée 1.2 (2006) comprenant l'édition 1.0, son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2006).

⁶ Il existe une édition consolidée 2.1 (2008) comprenant l'édition 2.0 et son Amendement 1 (2007).

Les appareils pour lesquels toutes les exigences d'émission radioélectrique dans la bande de fréquences considérée sont explicitement spécifiées dans d'autres publications de la CEI ou du CISPR sont exclus du domaine d'application de cette publication.

3.2

appareil en essai

ATI représentatif ou groupe d'ATI fonctionnellement interactifs (système) comprenant une ou plusieurs unités principales et utilisé dans le but d'être évalué

3.3

unité principale

partie d'un système ou unité d'un ATI qui assure le logement mécanique des modules, peut contenir des sources de radiofréquences et peut distribuer l'énergie à d'autres ATI. Les distributions d'énergie entre la ou les unités principales et les modules ou autres ATI peuvent être effectuées soit en courant alternatif, soit en courant continu, soit les deux

3.4

module

partie d'un ATI qui assure une fonction et peut contenir des sources de radiofréquences

3.5

ATI et modules identiques

modules et ATI produits en série et avec des tolérances de fabrication normales conformément à une spécification de fabrication déterminée

3.6

accès de télécommunication et de réseau

point de connexion pour le transfert de la voix, des données et de la signalisation, destiné à être relié à des systèmes largement étendus par des moyens tels qu'une connexion directe à des réseaux de télécommunication multiutilisateurs (par exemple les réseaux publics commutés, les réseaux numériques à intégration de services (RNIS), les réseaux xDSL, etc.), à des réseaux locaux (par exemple Ethernet, Token Ring, etc.) et à des réseaux similaires

NOTE Les accès généralement prévus pour l'interconnexion des composants d'un système d'ATI à l'essai (par exemple RS-232, bus IEEE 1284 (accès parallèle pour imprimante), bus série universel (USB), bus IEEE 1394 « Fire Wire », etc.) et utilisés comme prévu dans le cadre de leurs spécifications fonctionnelles (par exemple pour la longueur maximale du câble connecté), ne sont pas considérés comme des accès de télécommunication et de réseau au sens de cette définition.

3.7

appareil multifonction

appareil de traitement de l'information qui comporte deux ou plusieurs fonctions soumises à cette norme et/ou à d'autres normes dans la même unité

NOTE Des exemples d'appareils de traitement de l'information comprennent

- un ordinateur personnel muni d'une fonction de télécommunication et/ou d'une fonction de réception radiodiffusion;
- un ordinateur personnel muni d'une fonction de mesure, etc.

3.8

impédance totale de mode commun

impédance TCM

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

NOTE Le câble complet est considéré comme un fil du circuit, le plan de masse comme l'autre fil du circuit. L'onde TCM est le mode de transmission de l'énergie électrique, qui peut se traduire par un rayonnement d'énergie électrique si le câble est exposé à l'air libre en situation réelle. Inversement, il s'agit également du mode dominant, qui se manifeste lors de l'exposition du câble à des champs électromagnétiques extérieurs.

3.9 disposition

disposition physique de l'appareil en essai qui comprend les périphériques connectés et appareils auxiliaires dans l'emplacement d'essai

3.10 configuration

mode de fonctionnement et autres conditions fonctionnelles de l'appareil en essai

3.11 appareil auxiliaire AE

appareil contribuant à faire fonctionner l'appareil en essai. L'appareil auxiliaire peut être physiquement situé en dehors de l'emplacement d'essai

4 Classification des ATI

Ces appareils sont subdivisés en deux catégories dénommées appareils de classe A et appareils de classe B.

4.1 Appareils de classe B

La classe B est constituée par les ATI qui respectent les limites de perturbation de la classe B.

Les ATI de classe B sont destinés principalement à être utilisés dans un environnement résidentiel et peuvent comprendre:

- les appareils n'ayant pas d'emplacement fixe d'utilisation, par exemple les appareils portatifs alimentés par des piles ou des batteries incorporées;
- les équipements terminaux de télécommunication alimentés par un réseau de télécommunication;
- les ordinateurs personnels et les appareils auxiliaires qui leur sont connectés.

NOTE L'environnement résidentiel est un environnement dans lequel on peut s'attendre à l'utilisation de récepteurs de radiodiffusion sonore et de télévision à une distance de l'appareil inférieure ou égale à 10 m.

4.2 Appareils de classe A

La classe A est constituée de tous les autres ATI qui respectent les limites de perturbations de la classe A mais pas celles de la classe B. Il convient que la vente de ces appareils ne soit pas soumise à restriction mais l'avertissement suivant doit figurer dans les instructions d'emploi:

Avertissement

Cet appareil est un appareil de classe A. Dans un environnement résidentiel, cet appareil peut provoquer des brouillages radioélectriques. Dans ce cas, il peut être demandé à l'utilisateur de prendre des mesures appropriées.

5 Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication

L'appareil en essai doit respecter les limites des Tableaux 1 et 3 ou 2 et 4, selon le cas, qui comprennent les limites en valeur moyenne et les limites en valeur de quasi-crête lorsqu'on utilise respectivement un récepteur à détection de valeur moyenne et un récepteur à détection de quasi-crête et lorsqu'il est mesuré conformément aux méthodes décrites dans l'Article 9. Selon le cas, on doit respecter les valeurs limites de tension ou les valeurs limites de courant des Tableaux 3 ou 4, sauf pour la méthode de mesure de C.1.3 pour laquelle les deux limites

doivent être respectées. Si la limite définie pour la valeur moyenne est respectée en utilisant un récepteur à détection de quasi-crête, l'appareil en essai doit être considéré comme respectant les deux limites et la mesure avec le récepteur à détection de valeur moyenne n'est pas nécessaire.

Si l'indication du récepteur de mesure montre des fluctuations à proximité de la limite, cette indication doit être observée pendant au moins 15 s à chaque fréquence de mesure; l'indication la plus élevée doit être notée, à l'exception de toute pointe fugitive qui doit être négligée.

5.1 Limites de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation

Tableau 1 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites dB(μ V)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,50	79	66
0,50 à 30	73	60
NOTE La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.		

Tableau 2 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites dB(μ V)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,50	66 à 56	56 à 46
0,50 à 5	56	46
5 à 30	60	50
NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.		
NOTE 2 La limite décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence entre 0,15 MHz et 0,50 MHz.		

5.2 Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication ⁷⁾

⁷⁾ Voir 3.6

Tableau 3 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites de tension dB(μV)		Limites de courant dB(μA)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,5	97 à 87	84 à 74	53 à 43	40 à 30
0,5 à 30	87	74	43	30

NOTE 1 Les valeurs limites décroissent linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la gamme 0,15 MHz à 0,5 MHz.
NOTE 2 Les valeurs limites du courant perturbateur et de la tension perturbatrice sont liées à l'utilisation d'un réseau de stabilisation d'impédance (RSI) qui présente une impédance de mode commun (mode asymétrique) de 150 Ω à l'accès de télécommunication à l'essai (le facteur de conversion est $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

Tableau 4 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites de tension dB (μV)		Limites de courant dB (μA)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,5	84 à 74	74 à 64	40 à 30	30 à 20
0,5 à 30	74	64	30	20

NOTE 1 Les valeurs limites décroissent linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la gamme 0,15 MHz à 0,5 MHz.
NOTE 2 Les valeurs limites du courant perturbateur et de la tension perturbatrice sont liées à l'utilisation d'un réseau de stabilisation d'impédance (RSI) qui présente une impédance de mode commun (mode asymétrique) de 150 Ω à l'accès de télécommunication à l'essai (le facteur de conversion est $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

6 Limites des perturbations rayonnées

6.1 Limites en dessous de 1 GHz

L'appareil en essai doit respecter les limites du Tableau 5 ou du Tableau 6, la mesure étant effectuée dans une distance d'essai *R* conformément aux méthodes décrites à l'Article 10. Si l'indication du récepteur de mesure montre des fluctuations à proximité de la limite, cette indication doit être observée pendant au moins 15 s à chaque fréquence de mesure; l'indication la plus élevée doit être notée, à l'exception de toute pointe fugitive qui doit être négligée.

Tableau 5 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites quasi-crête dB(μV/m)
30 à 230	40
230 à 1000	47

NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.
NOTE 2 Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires dans les cas où des brouillages se produisent.

Tableau 6 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites quasi-crête dB(μ V/m)
30 à 230	30
230 à 1000	37
NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition. NOTE 2 Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires dans les cas où des brouillages se produisent.	

6.2 Limites au-dessus de 1 GHz

L'appareil en essai doit respecter les limites du Tableau 7 ou du Tableau 8 lorsqu'il est mesuré selon la méthode décrite dans l'Article 10 et en suivant la procédure conditionnelle d'essai décrite ci-dessous.

Tableau 7 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe A à une distance de mesure de 3 m

Gamme de fréquences GHz	Limite en valeur moyenne dB(μ V/m)	Limite en valeur crête dB(μ V/m)
1 à 3	56	76
3 à 6	60	80
NOTE La limite inférieure s'applique à la fréquence de transition.		

Tableau 8 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe B à une distance de mesure de 3 m

Gamme de fréquences GHz	Limite en valeur moyenne dB(μ V/m)	Limite en valeur crête dB(μ V/m)
1 à 3	50	70
3 à 6	54	74
NOTE La limite inférieure s'applique à la fréquence de transition.		

- Procédure conditionnelle d'essai:**

La plus haute source interne d'un appareil en essai est définie comme la plus haute fréquence générée ou utilisée dans l'appareil en essai ou sur laquelle l'appareil en essai travaille ou s'accorde.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai est inférieure à 108 MHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 1 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai se situe entre 108 MHz et 500 MHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 2 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai se situe entre 500 MHz et 1 GHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 5 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai est au-dessus de 1 GHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 5 fois la plus haute fréquence ou 6 GHz, en prenant la plus petite des deux.

7 Interprétation des limites des perturbations radioélectriques spécifiées par le CISPR

7.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR

7.1.1 Une valeur limite CISPR est une valeur dont on recommande l'introduction par les autorités nationales dans les publications nationales, dans les réglementations légales et dans les spécifications officielles. Il est également recommandé que les organismes internationaux utilisent ces limites.

7.1.2 Pour les appareils, la limite doit signifier que, sur une base statistique, au moins 80 % de la production est conforme à cette limite, avec une probabilité d'au moins 80 %.

7.2 Application des limites pour les essais de conformité des appareils produits en série

7.2.1 Les essais doivent être effectués:

7.2.1.1 Soit sur un échantillon d'appareils du modèle considéré, en utilisant la méthode statistique d'évaluation donnée en 7.2.3.

7.2.1.2 Soit, pour des raisons de simplicité, sur un seul appareil.

7.2.2 Il est nécessaire, spécialement dans le cas indiqué en 7.2.1.2, d'effectuer ensuite, de temps en temps, des essais sur des appareils prélevés aléatoirement dans la production.

7.2.3 La conformité aux limites doit être vérifiée statistiquement, comme décrit ci-dessous:

On doit effectuer cet essai sur un échantillon comportant au moins cinq appareils du modèle et au plus 12 appareils. Si, en raison de circonstances exceptionnelles, il n'est pas possible d'obtenir un échantillon de cinq appareils, il est alors nécessaire d'utiliser un échantillon de quatre ou de trois appareils. La conformité est jugée à l'aide de la relation suivante:

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

où

\bar{x} est la moyenne arithmétique des niveaux des n appareils de l'échantillon

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_n - \bar{x})^2$$

x_n est le niveau produit par un seul appareil;

L est la limite appropiée;

k est le facteur extrait de tables de la distribution de t non centrale qui assure, avec une probabilité de 80 %, que 80 % ou plus de la production ne dépasse pas la valeur limite; la valeur de k dépend de la taille de l'échantillon n et elle est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Les grandeurs x_n , \bar{x} , S_n et L sont exprimées en unités logarithmiques: dB(μ V), dB(μ V/m) ou dB(μ A).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

7.2.4 L'interdiction de vente ou le retrait d'agrément du modèle découlant de contestation ne doit être envisagé qu'après avoir effectué des essais en utilisant la méthode statistique d'évaluation, conformément à 7.2.1.1.

8 Conditions générales de mesure

8.1 Bruit ambiant

Un emplacement d'essai doit permettre de distinguer les perturbations émises par l'appareil en essai du bruit ambiant. On peut déterminer si un emplacement convient à l'essai en mesurant le niveau de bruit ambiant, l'appareil en essai n'étant pas en fonctionnement et en s'assurant que le niveau de bruit est inférieur d'au moins 6 dB aux limites spécifiées aux Articles 5 et 6.

Si dans certaines bandes de fréquences le bruit ambiant n'est pas inférieur de 6 dB à la limite spécifiée, les méthodes données en 10.8 peuvent être utilisées pour démontrer la conformité de l'appareil aux limites spécifiées.

Il n'est pas nécessaire que le niveau de bruit ambiant soit inférieur de 6 dB à la limite prescrite lorsque, combiné à celui de la source, il ne dépasse pas cette limite. Le bruit de la source est alors censé respecter cette limite. Lorsque la combinaison du bruit ambiant avec celui de la source dépasse la limite prescrite, l'appareil en essai ne doit pas être considéré comme ne satisfaisant pas aux limites sauf s'il est démontré qu'à toute fréquence de mesure pour laquelle la limite est dépassée, les deux conditions suivantes sont remplies:

- a) le niveau de bruit ambiant est inférieur d'au moins 6 dB à la somme des bruits ambiants et de la source;
- b) le niveau de bruit ambiant est inférieur d'au moins 4,8 dB à la limite spécifiée.

8.2 Disposition générale

Sauf spécification contraire dans le présent paragraphe, l'appareil en essai doit être configuré, installé, disposé et doit fonctionner d'une façon compatible avec ses applications typiques. Lorsque le fabricant a spécifié ou recommandé une pratique d'installation, on doit l'utiliser dans la disposition d'essai, lorsque cela est possible. Cette disposition doit être typique d'une pratique d'installation normale. Les câbles, charges et dispositifs d'interface doivent être reliés à au moins un exemplaire de chaque type d'accès de l'appareil en essai, et lorsque c'est possible, chaque câble doit être relié à un dispositif représentatif d'une utilisation réelle.

Lorsqu'il y a des accès multiples du même type, il peut être nécessaire d'ajouter à l'appareil en essai des câbles, charges ou dispositifs supplémentaires d'interconnexion, selon les résultats des essais préliminaires. Il convient de limiter le nombre de câbles ou fils supplémentaires du même type à la 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 l'appareil en essai reste conforme. Les explications concernant le choix de la configuration et des 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 de l'équipement particulier. Si la longueur peut être modifiée, celle qui produit l'émission maximale doit être retenue.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont employés au cours des essais pour obtenir la conformité, une note précisant la nécessité d'employer de tels câbles doit figurer dans la notice d'instructions.

Les longueurs de câbles en excès doivent être réunies en faisceau au centre approximatif du câble, chaque faisceau mesurant 30 cm à 40 cm de longueur. S'il n'est pas possible de procéder ainsi en raison de la masse ou de la rigidité du câble, ou parce que les essais sont effectués sur l'installation d'un utilisateur, la disposition du câble en excès doit être précisée dans le rapport d'essai.

S'il existe des accès d'interface multiples mais tous du même type, il suffit de relier un câble à un seul de ces accès, s'il peut être démontré que les câbles supplémentaires n'ont pas d'incidence notable sur les résultats.

Toute série de résultats doit être accompagnée d'une description d'ensemble complète de l'orientation des câbles et de l'appareil, de sorte que les résultats puissent être reproduits. Si des conditions spécifiques d'utilisation sont nécessaires pour le respect des limites, elles doivent être spécifiées et documentées; par exemple longueur de câble, type de câble, blindage et mise à la masse. Ces conditions doivent figurer dans les instructions données à l'utilisateur.

Un appareil qui comporte un grand nombre de modules (tiroir, carte enfichable, etc.) doit être essayé avec un nombre et des types de modules représentatifs d'une installation réelle. Il convient de limiter le nombre de cartes ou modules enfichables supplémentaires du même type à la condition que l'ajout d'une autre carte ou module enfichable 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 l'appareil en essai reste conforme. Il convient de donner les explications concernant le choix du nombre et du type de modules dans le rapport d'essai.

Un système qui est constitué de plusieurs unités distinctes doit être configuré de façon à constituer une configuration représentative minimale. Le nombre et le type des unités faisant partie de la configuration d'essai doivent être représentatifs d'une installation réelle. Il convient de donner les explications concernant le choix des unités dans le rapport d'essai.

Des exemples de configurations représentatives minimales sont donnés ci-dessous.

Pour un ordinateur personnel ou pour un périphérique d'ordinateur personnel, la configuration minimale est constituée des éléments suivants rassemblés et essayés ensemble:

- a) ordinateur personnel;
- b) clavier;
- c) moniteur vidéo;
- d) un périphérique externe pour deux types différents de protocoles d'entrée/sortie disponibles, par exemple, série, parallèle, etc.;
- e) si l'appareil en essai possède un accès pour un élément dédié à une utilisation particulière, par exemple une souris ou une commande de jeux, cet élément doit faire partie de la configuration minimale.

NOTE Les éléments a), b) et/ou c) peuvent, dans certains systèmes, être assemblés dans le même châssis. Les éléments a), b), c), une souris ou une commande de jeux, ne peuvent en aucun cas remplacer l'élément d).

Pour un terminal utilisé sur un point de vente, le système minimal est constitué des éléments suivants (dans la mesure où cela est possible) rassemblés et essayés ensemble:

- a) processeur actif (caisse enregistreuse);
- b) tiroir caisse;
- c) clavier(s);
- d) afficheurs (du caissier et du client);
- e) périphérique caractéristique (lecteur de code à barres);
- f) élément portable (lecteur de code à barres).

Un module de chaque type doit être en fonctionnement dans chaque ATI évalué dans un appareil en essai et, pour les systèmes, un exemplaire de chaque type d'ATI pouvant figurer dans la configuration possible du système doit être intégré dans l'appareil en essai.

Une partie d'un équipement qui constitue lui-même une partie d'un système très étendu (par exemple un terminal de traitement de données ou une station de travail, ou un autocommutateur privé, etc.), qui peut être lui-même un sous-système, peut être essayé séparément de l'unité principale ou du système. Les réseaux distribués, par exemple les réseaux locaux, peuvent être simulés sur l'emplacement d'essai en utilisant des longueurs de câbles et des périphériques réels ou des simulateurs de réseaux à distance, suffisamment éloignés pour être sûr qu'ils n'augmentent pas le niveau mesuré.

Les résultats d'évaluation d'appareils en essai comportant un type de chaque module ou ATI peuvent s'appliquer à des configurations comportant plusieurs de chacun de ces modules ou ATI. Cela découle d'essais montrant qu'en pratique les rayonnements de modules ou d'ATI identiques (voir 3.5) ne s'additionnent généralement pas.

Dans le cas d'appareils en essai en interaction fonctionnelle avec d'autres ATI, y compris ceux qui dépendent d'une unité principale pour leur interface d'alimentation, on peut utiliser pour réaliser des conditions de fonctionnement représentatives, soit l'ATI d'interface proprement dit, soit des simulateurs à condition que l'influence du simulateur puisse être isolée ou identifiée. Si un ATI est conçu pour servir d'unité principale pour d'autres appareils, ceux-ci doivent être raccordés de telle manière que l'unité principale fonctionne dans des conditions normales.

Il importe que tout simulateur remplaçant un ATI d'interface réel représente correctement les caractéristiques électriques, et parfois mécaniques, de cet appareil d'interface, principalement pour les signaux RF et les impédances. L'observation de cette procédure permettra aux résultats de mesures sur un ATI isolé de rester valables pour l'application à un système et pour l'intégration de cet appareil avec d'autres ATI essayés dans les mêmes conditions, y compris les appareils produits et essayés par des fabricants différents.

Dans le cas de cartes de circuits imprimés (PWBA), commercialisées séparément pour pouvoir être installées dans différentes unités hôtes, la carte (par exemple une interface RNIS, une unité centrale, une carte d'adaptation, etc.) doit être essayée dans au moins une unité hôte appropriée et représentative, choisie par le constructeur de la carte, de façon à assurer la conformité de la carte pour toutes les unités hôtes dans lesquelles il est prévu de l'installer.

L'unité hôte doit être un exemplaire de production conforme et typique.

Les cartes prévues pour être de classe B ne doivent pas être essayées dans une unité hôte de classe A.

La documentation accompagnant la carte doit mentionner les unités hôtes dans lesquelles la carte a été essayée et vérifiée et des informations permettant à l'utilisateur d'identifier les unités hôtes dans lesquelles la carte assurera la conformité à la classe (A ou B).

8.2.1 Détermination de la ou des disposition(s) d'émissions maximales

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 les essais initiaux, il convient de disposer l'appareil en essai comme indiqué dans les Figures 4 à 13, selon le cas.

Les mesures finales doivent être effectuées selon les Articles 9 et 10 pour la mesure des perturbations conduites et rayonnées, respectivement.

8.3 Disposition de l'appareil en essai

L'appareil en essai par rapport au plan de masse de référence doit être dans la même position que lors de son utilisation réelle. De ce fait, l'appareil posé au sol est placé sur un plan de masse de référence, mais isolé de ce dernier et l'appareil sur table est placé sur une table non conductrice.

Les appareils conçus pour être utilisés fixés à un mur doivent être soumis aux essais en tant qu'appareils en essai sur table. L'orientation de l'appareil doit correspondre à une pratique d'installation normale.

Les combinaisons des types d'appareils identifiés ci-dessus doivent également être disposées d'une manière qui corresponde à une pratique d'installation normale. Les appareils conçus à la fois pour une utilisation sur table et posés au sol doivent être soumis aux essais en tant qu'appareils sur table, à moins que l'installation habituelle soit posée au sol; dans ce cas, cette disposition doit être utilisée.

Il convient de reboucler les extrémités des câbles de signaux fixés à l'appareil en essai qui ne sont pas reliés à une autre unité, RSI ou appareils auxiliaires, si nécessaire, en utilisant une impédance terminale appropriée.

Les câbles de télécoms ou autres connexions aux appareils auxiliaires situés en dehors de l'emplacement d'essai doivent pendre librement vers le sol, et être ensuite dirigés vers l'endroit à partir duquel ils quittent l'emplacement d'essai.

Les appareils auxiliaires doivent être installés conformément à la pratique d'installation normale. Si cela signifie que les appareils auxiliaires sont situés sur l'emplacement d'essai, ils doivent être disposés en utilisant les mêmes conditions que celles qui sont applicables aux appareils en essai (par exemple, la distance par rapport au plan de masse et l'isolation du plan de masse s'ils reposent sur le sol, la disposition du câblage etc.).

NOTE Les exigences spécifiques au plan de masse sont données en 9.4 pour les mesures des perturbations conduites et en 10.4.4 pour les mesures des perturbations rayonnées; dans le cas où les exigences spécifiques se réfèrent à de dispositions d'essai particulières, elles figurent en 9.5 et 10.5

Les Figures 4 à 13 donnent des exemples de dispositions d'essai, uniquement à titre de lignes directrices. Les exigences figurant dans le texte prévalent.

8.3.1 Disposition sur table

Les conditions générales du 8.3 s'appliquent.

L'appareil prévu pour être utilisé sur table doit être placé sur une table non conductrice. Les dimensions de la table seront nominale de 1,5 m × 1,0 m mais peuvent finalement dépendre des dimensions horizontales de l'appareil en essai.

Toutes les unités de l'appareil formant le système en essai (y compris l'appareil en essai ainsi que les périphériques connectés et les appareils ou dispositifs auxiliaires) doivent être disposées de telle sorte qu'une distance nominale de 0,1 m soit obtenue entre unités voisines (voir la Figure 4). Si les unités sont normalement empilées, elles doivent alors être placées directement l'une sur l'autre (par exemple un moniteur et PC de bureau) et placées à l'arrière de la disposition (position périphérique 1 ou 2 de la Figure 4).

Idéalement, l'arrière de la disposition doit être au ras du bord arrière de la table de support, à moins que cela ne soit pas possible ou typique d'une utilisation normale. Cela peut nécessiter l'extension de la table. Si ce n'est pas possible, les unités additionnelles peuvent être placées sur les côtés autour de la table comme illustré dans la Figure 4. Les positions 1 et 2 doivent être utilisées pour deux unités additionnelles à la Figure 4 au maximum. Si plus de deux unités sont présentes, la disposition d'essai doit être choisie en maintenant aussi près que possible la distance de 0,1 m entre les unités à moins qu'elles ne soient normalement situées plus près les unes des autres.

Les câbles entre les unités doivent pendre librement sur la partie 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 des dispositifs tels que les claviers, souris, microphones, etc., doivent être mis en place comme pour une utilisation normale.

La disposition des unités d'alimentation électrique externes doit être conforme aux indications données ci-dessous.

- a) Si le câble d'entrée d'alimentation de l'unité d'alimentation externe est de longueur supérieure à 0,8 m, l'unité d'alimentation externe doit être placée sur la table, en respectant une distance nominale de 0,1 m de l'unité principale.
- b) Si l'unité d'alimentation externe comporte un câble d'entrée d'alimentation de longueur inférieure à 0,8 m, l'unité d'alimentation externe doit être placée à une hauteur située au-dessus du plan de masse de telle manière que son câble de puissance soit complètement étendu dans le sens vertical.
- c) Si l'unité d'alimentation externe est incorporée dans la fiche d'alimentation, elle doit être placée sur la table. Un câble prolongateur doit être utilisé entre l'unité d'alimentation électrique externe et la source de puissance. Il convient de raccorder le câble prolongateur d'une manière telle qu'il prenne le chemin le plus direct entre l'unité d'alimentation externe et la source de puissance.

Dans les dispositions ci-dessus, le câble situé entre l'appareil en essai et l'accessoire de puissance doit être disposé sur la table de la même manière que les autres câbles raccordant les composants de l'appareil en essai.

8.3.2 Disposition posée au sol

Les conditions générales du 8.3 s'appliquent.

L'appareil 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 référence de masse horizontal. Si l'appareil nécessite une connexion de masse dédiée, elle doit être prévue et fixée au plan de masse horizontal.

Les câbles entre les unités (entre les unités constituant l'appareil en essai ou entre l'appareil en essai et un appareil auxiliaire) doivent pendre librement vers le plan de masse de référence horizontal, mais demeurer isolés de ce dernier. Tout excédent doit être soit plié au centre du câble pour former un faisceau de longueur inférieure à 0,4 m, soit disposé en serpent.

Si un segment de câble entre les unités n'est pas suffisamment long pour pendre librement vers le plan de masse de référence horizontal, mais pend à moins de 0,4 m, alors l'excédent doit être plié au centre du câble pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m. Le faisceau doit être mis en place de sorte qu'il se situe soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal soit à la hauteur de l'entrée de câble ou au point de connexion s'il se situe à moins de 0,4 m du plan de masse de référence horizontal (Voir les Figures 8 et 11).

Pour l'appareil muni de support vertical de câbles, le nombre de supports doit être typique de la pratique d'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 de l'appareil 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 de l'appareil et la structure du support.

8.3.3 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

Les paragraphes 8.3.1 et 8.3.2 doivent s'appliquer avec les exigences additionnelles suivantes.

Les câbles entre les unités situées entre un appareil sur table et un appareil posé au sol doivent voir leur excédent replié en un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m. Le faisceau doit être mis en place de sorte qu'il se situe soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal soit à la hauteur de l'entrée de câble ou au point de connexion s'il se situe à moins de 0,4 m du plan de masse de référence horizontal (Voir Figure 9).

8.4 Fonctionnement de l'appareil en essai

Les conditions de fonctionnement de l'appareil en essai doivent être déterminées par le constructeur en fonction de l'utilisation typique de l'appareil pour laquelle il est prévu que le niveau d'émission soit le plus élevé. Le mode de fonctionnement déterminé et les raisons du choix de ces conditions doivent être indiqués dans le rapport d'essai. Des suggestions de modes opérationnels pour certains types d'ATI sont données en Annexe G.

L'appareil en essai doit être alimenté à sa tension nominale et fonctionner dans les conditions de charge (mécaniques ou électriques) pour lesquelles il a été conçu. Chaque fois que possible, il convient d'utiliser des charges réelles. Si un simulateur est utilisé, il doit être représentatif d'une charge réelle en ce qui concerne ses caractéristiques fonctionnelles et en fréquence radioélectrique.

Les programmes d'essai ou tout autre moyen utilisé pour faire fonctionner l'appareil doivent garantir que les différentes parties d'un système fonctionnent de telle façon que toutes les perturbations créées par le système puissent être détectées. Par exemple, dans un système informatique, il convient que les lecteurs de bande magnétique ou de disque suivent une séquence lecture-écriture-effacement et que différentes parties de la mémoire soient adressées. Il convient que tous les mouvements mécaniques soient effectués et que les moniteurs vidéo fonctionnent comme indiqué en G.1.

8.4.1 Mode opératoire des appareils multifonction

Un appareil multifonction qui est couvert à la fois par différents articles de cette norme et/ou d'autres normes doit être essayé avec chaque fonction opérant de manière isolée si cela peut être effectué sans modifier l'appareil de manière interne. On doit considérer l'appareil ainsi essayé comme remplissant les exigences de tous les articles ou de toutes les normes lorsque chaque fonction satisfait aux exigences de l'article ou de la norme correspondants. Par exemple, un ordinateur personnel avec une fonction de réception de radiodiffusion doit être essayé avec la fonction réception non activée selon la présente norme CISPR 22 et ensuite avec la fonction réception seule activée selon la CISPR 13, si l'appareil peut mettre en œuvre chaque fonction séparément en usage normal.

Lorsqu'il n'est pas possible pratiquement d'effectuer les essais avec chaque fonction opérant séparément, ou si la séparation d'une fonction particulière entraînait que l'appareil ne soit pas capable de remplir sa fonction principale, ou encore si l'opération simultanée de plusieurs fonctions conduisait 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. Par exemple, si la fonction réception d'un ordinateur personnel avec une fonction de réception de radiodiffusion ne peut être activée séparément de la fonction ordinateur, l'ordinateur personnel peut être essayé avec les fonctions réception et ordinateur activées conformément aux exigences de la CISPR 22 et de la CISPR 13.

Lorsqu'il est autorisé dans une norme d'exclure des accès ou des fréquences spécifiques, cette autorisation peut être utilisée lorsque les fonctions correspondantes, dans un appareil multifonction, sont soumises aux essais conformément à une norme différente (par exemple l'exclusion des fréquences fondamentale et des harmoniques d'un oscillateur local pendant la mesure, selon la CISPR 22, d'un appareil comportant une fonction de réception de radiodiffusion). De la même façon, des terminaisons spéciales peuvent être nécessaires, par exemple pendant les mesures conformément à la CISPR 22, l'accès antenne d'un récepteur de radiodiffusion doit être terminé par une résistance non inductive de valeur égale à l'impédance nominale de l'accès.

NOTE Les perturbations provoquées par l'oscillateur local peuvent être distinguées des perturbations provoquées par d'autres sources en modifiant l'accord de la fréquence ou du canal de réception.

Indépendamment des prescriptions ci-dessus,

- la mesure des tensions perturbatrices aux bornes d'alimentation, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si l'appareil en essai est conforme aux limites correspondantes de la CISPR 22;
- la mesure de la puissance perturbatrice, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si l'appareil en essai est conforme aux limites des perturbations rayonnées de la CISPR 22;
- la mesure du champ des perturbations rayonnées, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si toutes les perturbations rayonnées de l'appareil en essai sont conformes aux limites correspondantes de la CISPR 22.

9 Méthode de mesure des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication

9.1 Détecteurs de mesure

Les mesures doivent être effectuées avec des récepteurs à détection de quasi-crête et de valeur moyenne tels que décrits en 9.2. Ces deux modes de détection peuvent être inclus dans le même récepteur et les mesures peuvent être effectuées en utilisant alternativement le détecteur de quasi-crête et de valeur moyenne.

NOTE Il est recommandé que la mesure des perturbations conduites soit effectuée dans une enceinte blindée.

Pour réduire le temps de mesure, un récepteur à détection de crête peut être employé à la place d'un récepteur à détection de quasi-crête ou d'un récepteur à détection de valeur moyenne. En cas de contestation, les mesures avec un récepteur à détection de quasi-crête prévaudront pour les mesures relatives aux limites en quasi-crête et celles avec un récepteur à détection de valeur moyenne pour les mesures relatives aux limites en valeur moyenne (voir l'Annexe B).

9.2 Récepteurs de mesure

Les récepteurs de mesure à détection de quasi-crête doivent être conformes à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de valeur moyenne doivent être tels que définis à l'Article 6 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de crête doivent être tels que définis à l'Article 5 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

9.3 Réseau fictif d'alimentation

Un réseau fictif d'alimentation est nécessaire d'une part pour présenter une impédance à hautes fréquences définie aux bornes de l'alimentation, au point de mesure de la tension perturbatrice, et d'autre part pour isoler le circuit en essai du bruit ambiant provenant des lignes d'énergie.

Un réseau d'impédance nominale ($50 \Omega/50 \mu\text{H}$ ou $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$) défini en 4.3 de la CISPR 16-1-2 doit être employé.

Les perturbations conduites doivent être mesurées entre la phase et la masse de référence, et entre le neutre et la masse de référence. Les deux valeurs mesurées doivent respecter les limites appropriées.

Il peut être impossible d'effectuer la mesure à certaines fréquences en raison d'un bruit ambiant conduit, provoqué par des couplages avec des champs de services locaux de radiodiffusion. Un filtre RF supplémentaire approprié peut être introduit entre le réseau fictif d'alimentation et le réseau de distribution d'énergie, ou les mesures peuvent être effectuées dans une cage de Faraday. Il est recommandé que les composants de ce filtre supplémentaire RF soient enfermés dans un blindage métallique relié directement à la masse de référence du système de mesure. Il convient que les caractéristiques d'impédance du réseau fictif d'alimentation soient respectées à la fréquence de la mesure, lorsque le filtre RF supplémentaire est raccordé.

9.4 Plan de masse de référence

Un plan de masse de référence vertical ou horizontal doit s'étendre au moins à 0,5 m au-delà de la projection de la disposition d'essai, mais doit néanmoins avoir des dimensions minimales de $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

Le point de masse de référence du réseau fictif d'alimentation et le réseau de stabilisation d'impédance (RSI) doivent être raccordés au plan de masse de référence par un conducteur aussi court que possible.

9.5 Disposition de l'appareil en essai

9.5.1 Généralités

Le câble d'alimentation de l'unité à mesurer doit être raccordé à un réseau fictif d'alimentation. Si l'appareil en essai est un système, qui représente une collection d'ATI avec une unité principale ou plus, et si chaque élément comporte son propre câble d'alimentation, le point de connexion pour le réseau fictif d'alimentation est déterminé par les règles indiquées ci-dessous.

- a) Chaque câble d'alimentation terminé par une fiche de prise de courant d'un modèle normalisé (CEI 60083 par exemple) doit être soumis à l'essai individuellement.

- b) Les câbles ou bornes d'alimentation non spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés par l'intermédiaire d'une unité principale doivent être soumis à l'essai individuellement.
- c) Les câbles ou bornes de câblage spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés par l'intermédiaire d'une unité principale ou d'un autre équipement d'alimentation doivent être reliés à ces appareils, dont les bornes ou câbles sont ceux qui sont retenus pour le raccordement au réseau fictif d'alimentation, et sont soumis aux essais.
- d) Lorsqu'une connexion spéciale est spécifiée, les dispositifs nécessaires pour effectuer cette connexion doivent être fournis par le fabricant en vue de cet essai.

Le réseau fictif doit être placé à 0,8 m du périmètre de l'unité en essai et fixé au plan de masse de référence pour les réseaux fictifs d'alimentation montés au-dessus du plan de masse de référence. Cette distance correspond aux points les plus proches entre le réseau fictif d'alimentation et l'appareil en essai. Toutes les autres unités de l'appareil en essai et des appareils auxiliaires doivent se situer à au moins 0,8 m du réseau fictif d'alimentation.

Eventuellement, pour les réseaux fictifs d'alimentation montés au-dessous du plan de masse, la connexion du câble d'alimentation peut se faire soit directement au réseau fictif d'alimentation soit à une prise prolongée montée à la surface du plan de masse et connectée au réseau fictif d'alimentation. Pour le câble d'alimentation directement raccordé aux réseaux fictifs d'alimentation au-dessous du plan de masse, la distance de 0,8 m se situe entre le point le plus proche de l'appareil en essai et l'élévation du plan de masse au-dessus du réseau fictif d'alimentation. Lorsqu'on utilise un prolongateur fixé au réseau fictif d'alimentation, l'exigence d'impédance du réseau fictif d'alimentation doit être satisfaite au niveau du prolongateur et la distance de 0,8 m doit se situer entre le point le plus proche de l'appareil en essai et le point où le câble d'alimentation de l'appareil en essai est raccordé au prolongateur.

Si le câble d'alimentation fourni par le fabricant est d'une longueur supérieure à 1 m, il convient que l'excédent soit plié au centre pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m, de sorte que sa longueur soit raccourcie à 1 m. Si la longueur de câble de 1 m ne peut être obtenue en raison des limitations physiques de la disposition de l'équipement en essai, la longueur de câble doit s'approcher le plus possible de 1 m. Si le câble d'alimentation n'est pas spécifié ou fourni par le fabricant, un câble d'alimentation de 1 m doit être raccordé entre l'appareil en essai et le réseau fictif d'alimentation.

Les câbles d'alimentation de toutes les autres unités de l'appareil en essai doivent être raccordés à un second réseau fictif d'alimentation, qui est fixé au plan de masse de référence de la même manière que le réseau fictif pour l'unité mesurée. Une prise de courant multiple peut être utilisée pour connecter des câbles d'alimentation multiples à un seul réseau fictif d'alimentation à condition que les caractéristiques du réseau fictif d'alimentation ne soient pas dépassées. En variante, des réseaux fictifs d'alimentation supplémentaires peuvent être utilisés; dans ce cas, la distance entre tout réseau fictif d'alimentation et toute unité ne doit pas être inférieure à 0,8 m.

Tous les accès signaux et de télécommunications doivent être correctement reliés en utilisant soit un appareil auxiliaire approprié soit une terminaison représentative au cours de la mesure des perturbations conduites au réseau d'alimentation. Si un RSI est relié à un accès de télécommunications au cours de la mesure des perturbations conduites à la borne d'alimentation, alors l'accès récepteur RSI doit être terminé sur 50 Ω et les ACL doivent être représentatifs du réseau de télécommunications auquel l'accès est fixé (par exemple CAT5).

Si les RSI sont utilisés pour les mesures sur les accès de télécoms, ils doivent être nominalement à 0,8 m de l'appareil en essai et fixés au plan de masse de référence. D'autres unités de l'appareil en essai doivent être à au moins 0,8 m du RSI.

Les liaisons de masse, lorsqu'elles sont prescrites pour la sécurité, doivent être reliées au point de masse de référence du réseau fictif d'alimentation et, sauf si elles sont fournies ou spécifiées par le fabricant, avoir la même longueur que le câble d'alimentation, et un trajet parallèle au raccordement au réseau d'alimentation à une distance de 0,1 m au plus de ce dernier.

Les autres connexions de masse (par exemple pour la compatibilité électromagnétique), spécifiées ou fournies par le fabricant pour être reliées à la même borne finale que la terre de sécurité, doivent également être connectées à la masse de référence du réseau fictif d'alimentation.

En cas de contestation, les essais doivent être effectués tels qu'ils ont été réalisés à l'origine.

9.5.2 Disposition pour appareils sur table

Les conditions générales des 8.3.1 et 9.5.1 s'appliquent.

Il existe deux variantes des dispositions d'essai.

- 1) L'essai est réalisé avec un plan de masse de référence vertical. L'appareil doit être placé sur une table non conductrice de telle sorte qu'il soit à 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal. L'arrière de l'appareil en essai doit être à 0,4 m du plan de masse de référence vertical. Le plan de masse de référence vertical doit être fixé au plan de masse de référence horizontal. De ce fait, les réseaux fictifs d'alimentation et les RSI utilisés peuvent être fixés soit au plan de masse de référence vertical soit à d'autres plans métalliques considérés comme le plan de masse de référence. Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figure 5 (variante 1a) et Figure 6 (variante 1b).
- 2) L'essai est effectué avec un plan de masse de référence horizontal (par exemple sur un emplacement d'essai en espace libre (OATS) ou dans une enceinte blindée). L'appareil en essai doit être placé sur une table non conductrice de telle sorte qu'il soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal. La Figure 7 donne un exemple de disposition.

Dans tous les cas, le dispositif en essai doit être à au moins 0,8 m de toute autre surface métallique ou du plan de masse, qui ne font pas partie de l'appareil en essai ou de l'appareil auxiliaire.

On doit consigner dans le rapport d'essai la variante de disposition d'essai utilisée pour la mesure.

De plus

- Le ou les réseaux fictifs d'alimentation peuvent devoir être placés sur le côté de la table au cours des essais sur table pour satisfaire au critère selon lequel le réseau fictif d'alimentation doit être à une distance de 0,8 m de l'appareil en essai.
- Les câbles de signaux doivent être placés sur toute leur longueur, dans la mesure du possible, à une distance nominale de 40 cm du plan de masse de référence (en utilisant, si nécessaire, un dispositif non conducteur).

Par ailleurs, pour la variante 2

- Si les câbles d'interface pendent librement sur le côté arrière de la table, l'excédent doit être plié au centre du câble pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m, de telle façon que le faisceau soit sur la table.

Des exemples de dispositions sont illustrés de la Figure 4 à la Figure 7 incluse.

9.5.3 Disposition d'appareils posés au sol

Les conditions générales des 8.3.2 et 9.5.1 s'appliquent.

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 8 et 12.

9.5.4 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

La disposition d'essai pour l'appareil en essai sur table doit être conforme au 9.5.2

La disposition d'essai pour l'appareil en essai posé au sol doit être conforme au 9.5.3

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 9 et 13.

9.6 Mesure des perturbations aux accès de télécommunication

Le but de ces essais est de mesurer les perturbations de mode commun émises aux accès de télécommunication d'un appareil en essai. Le signal utile peut contribuer à ces perturbations de mode commun. Les perturbations de mode commun créées par le signal utile peuvent être maîtrisées lors de la conception de la technologie utilisée pour l'interface, en prenant en compte les indications de l'Annexe E.

9.6.1 Méthodes d'évaluation de la conformité

La mesure est effectuée aux accès de télécommunication en utilisant des RSI présentant des affaiblissements de conversion longitudinaux (LCL, *longitudinal conversion losses*) tels que définis en 9.6.2. Lorsque aucun RSI n'est défini, les mesures sont effectuées au moyen d'une sonde de courant et d'une sonde de tension conformément à 9.6.3.5. Il faut noter que les LCL ne sont pas définis lorsque la méthode de mesure de 9.6.3.5 est utilisée.

Le fabricant doit démontrer que l'appareil ne dépasse pas les limites du Tableau 3 ou 4 lorsqu'il est soumis à l'essai avec la catégorie de câble spécifiée dans la documentation de l'appareil fournie à l'utilisateur.

9.6.2 Réseau de stabilisation d'impédance (RSI)

La tension secteur doit être appliquée à l'appareil en essai au travers du réseau fictif utilisé pour la mesure de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation, comme il est indiqué en 9.3.

L'évaluation du courant ou de la tension perturbateurs de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication reliés à des paires symétriques non blindées doit être faite avec l'accès de télécommunication connecté par un câble à un RSI; de cette façon le RSI définira l'impédance terminale de mode commun vue par l'accès de télécommunication pendant les mesures de perturbation. Le RSI doit permettre le fonctionnement normal de l'appareil en essai et à cette fin doit être inséré sur le câble signal entre l'appareil en essai et n'importe quel appareil auxiliaire (AE) ou la charge nécessaire à la simulation de l'appareil en essai.

Il n'a pas été possible de définir un RSI applicable de façon générale, parce que sa conception dépend de la configuration de l'accès de télécommunication en essai. Il est permis, en attendant qu'un RSI approprié soit défini pour des câbles non symétriques, des câbles blindés ou non blindés comportant plus de quatre (4) paires symétriques, de relier de tels câbles à un équipement auxiliaire ou à un simulateur au lieu d'un RSI. La charge réelle doit être consignée dans le rapport d'essai. Dans tous les cas, l'EUT (équipement en essai, *equipment under test*) doit satisfaire aux limites du Tableau 3 ou 4 selon le cas.

Lorsqu'on utilise une sonde de courant, il convient de pouvoir relier celle-ci au câble à mesurer sans qu'il soit nécessaire de déconnecter ce câble. La sonde de courant doit avoir une réponse en fréquence uniforme sans résonance et fonctionner sans que les courants opératoires circulant dans son enroulement primaire ne produisent d'effet de saturation.

Si elle est utilisée, la sonde de courant doit être montée sur le câble à moins de 0,1 m du RSI. L'impédance d'insertion de la sonde doit être inférieure ou égale à 1 Ω; voir 5.1 de la CISPR 16-1-2.

Le RSI y compris tous les adaptateurs nécessaires pour connecter l'appareil en essai et l'appareil auxiliaire doit avoir les propriétés suivantes lorsque étalonné conformément à l'Annexe E de la CISPR 16-1-2:

- a) L'impédance terminale de mode commun dans la gamme de fréquences 0,15 MHz à 30 MHz doit être de 150 Ω ± 20 Ω et l'angle de phase de 0° ± 20°.
- b) Le RSI doit procurer une isolation suffisante contre les perturbations venant de l'AE ou de la charge connectés à l'accès de télécommunication à l'essai. L'atténuation du RSI, pour les perturbations dues au courant ou à la tension de mode commun provenant du AE, doit être telle que le niveau mesuré de ces perturbations à l'entrée du récepteur soit au moins de 10 dB inférieur à la limite d'émission appropriée.

L'isolation préférentielle est de:

- 150 kHz à 1,5 MHz > 35 dB à 55 dB, croissant linéairement selon le logarithme de la fréquence
- 1,5 MHz à 30 MHz > 55 dB

NOTE L'isolation est le découplage des perturbations de mode commun provenant d'un appareil auxiliaire et apparaissant par la suite à l'accès vers l'appareil en essai du RSI.

- c) 1) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 6 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 75 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB pour $f < 2$ MHz, – 3 dB / + 6 dB pour f compris entre 2 MHz et 30 MHz)

- c) 2) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 5 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 65 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB pour $f < 2$ MHz, – 3 dB / + 4,5 dB pour f compris entre 2 MHz et 30 MHz)

- c) 3) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 3 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 55 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \quad \text{dB} \quad (\pm 3 \text{ dB})$$

NOTE 1 Les spécifications ci-dessus de l'ACL en fonction de la fréquence sont des approximations de l'ACL des câbles à paires symétriques non blindés typiques dans des environnements représentatifs. Les spécifications pour les câbles de catégorie 3 (9.6.2 c)3) sont considérées comme représentatives de l'ACL des réseaux d'accès de télécommunications typiques. L'étude de ces spécifications continue et elles sont sujettes à des modifications futures.

NOTE 2 L'incertitude associée est à l'étude et une référence à la CISPR 16-3 8) sera incluse lorsque ce travail sera terminé.

- d) La distorsion d'amplitude ou tout autre détérioration de la qualité du signal dans la bande de fréquences occupée par le signal utile et causée par la présence du RSI ne doit pas affecter de façon significative le fonctionnement normal de l'appareil en essai.
- e) Le facteur de division en tension est défini comme suit:

Définition: Le facteur de division en tension du RSI muni d'un accès de mesure en tension est défini ainsi:

$$\text{facteur de division en tension} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \quad \text{dB}$$

où V_{cm} est la tension de mode commun apparaissant au travers de l'impédance de mode commun présentée à l'appareil en essai par le réseau de stabilisation d'impédance, et V_{mp} est la tension reçue par le récepteur mesurée directement à l'accès de mesure en tension.

Le facteur de division en tension doit être ajouté à la tension du récepteur mesurée directement à l'accès de mesure en tension et le résultat doit être comparé avec les limites de tensions du Tableau 3 ou du Tableau 4, selon celui qui est approprié. La précision du facteur de division de la tension doit être ± 1 dB.

9.6.3 Mesure aux accès de télécommunication

L'appareil en essai doit être installé comme indiqué aux Figures 4 à 9 pour les appareils sur table, les appareils disposés à même le sol et ceux combinant les deux.

De façon à faire des mesures d'émission fiables et représentatives d'une utilisation intensive d'un réseau local, il est seulement nécessaire de créer un taux d'utilisation du réseau local supérieur à 10 % et maintenir ce niveau pendant au moins 250 ms. Il est recommandé que le contenu du trafic pour l'essai consiste en des messages à la fois périodiques et pseudo-aléatoires de façon à simuler une transmission de données réaliste (par exemple aléatoire: fichiers compressés ou codés; périodique: fichiers graphique non compressés, pages mémoire, rafraîchissements d'écran, images stockées sur disque). Si le réseau local continue à transmettre au repos, des mesures doivent également être effectuées durant ces périodes de repos (voir [7] de l'Article E.3).

8) CISPR 16-3, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR.*

9.6.3.1 Mesure de la tension aux accès de télécommunication destinés à la connexion de paires symétriques non blindées

Lors de la réalisation des mesures de la tension perturbatrice, on doit utiliser un RSI comportant un accès de mesure de tension adaptable à un récepteur de mesure et répondant aux exigences d'impédance terminale de mode commun de l'accès signal.

Pour la mesure de la tension perturbatrice sur une seule paire symétrique non blindée, on doit utiliser un RSI deux fils; pour la mesure de câbles non blindés composés de deux paires symétriques, on doit utiliser un RSI quatre fils; pour la mesure de câbles non blindés contenant quatre paires symétriques, on doit utiliser un RSI huit fils (voir Annexe D).

La méthode de mesure de C.1.1 doit être utilisée.

Pour les câbles composés de plus de quatre paires symétriques, voir 9.6.3.5.

9.6.3.2 Mesure du courant aux accès de télécommunication destinés à la connexion de paires symétriques non blindées

Pour la mesure du courant perturbateur sur des câbles non blindés contenant une, deux ou quatre paires symétriques, le câble doit être muni des mêmes terminaisons que pour la mesure de la tension perturbatrice.

La méthode de mesure de C.1.1 doit être utilisée.

Pour les câbles composés de plus de quatre paires symétriques, voir 9.6.3.5.

9.6.3.3 Mesure de la tension aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles blindés ou de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.1 ou de C.1.2 doit être utilisée.

9.6.3.4 Mesure du courant aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles blindés ou de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.1 ou de C.1.2 doit être utilisée.

9.6.3.5 Mesures aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles contenant plus de quatre paires symétriques ou à la connexion de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.3 doit être utilisée. Un câble approprié doit être utilisé pour relier l'EUT à l'équipement auxiliaire. A chaque fréquence concernée, les exigences de C.1.3 doivent être satisfaites. Le type de câble utilisé pour relier l'EUT à l'équipement auxiliaire, ainsi que la longueur de ce câble, doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Procédure de mesure: Sans déconnecter l'équipement auxiliaire de l'EUT, mesurer le courant de mode commun avec une sonde de courant et mesurer la tension de mode commun avec une sonde de tension capacitive.

L'équipement auxiliaire doit être:

- un (des) équipement(s) typiquement raccordé(s) à l'accès de télécommunication en essai par un câble multiconducteur spécifié par le fabricant, ou alternativement,
- un équipement de simulation d'accès de télécommunication, ou
- un équipement qui termine l'accès de façon passive à l'extrémité du câble de l'équipement auxiliaire, à moins qu'un équipement actif ne se révèle nécessaire pour faire fonctionner l'accès en essai de manière appropriée.

9.7 Enregistrement des mesures

Parmi les perturbations dépassant ($L - 20$ dB), où L représente la limite en unités logarithmiques, les niveaux perturbateurs et les fréquences au moins des six plus forts niveaux doivent être enregistrés pour chaque borne d'alimentation et chaque accès de télécommunication que comprend l'appareil en essai. Pour les bornes d'alimentation, le conducteur transportant le courant doit être identifié pour chaque perturbation.

De plus, le rapport d'essai doit inclure la valeur de l'incertitude de mesure de l'appareillage de mesure et ses connexions associées utilisés pour réaliser les essais d'émission. Voir Article 11.

10 Méthode de mesure des perturbations rayonnées

10.1 Détecteurs de mesure

Les mesures doivent être effectuées avec un récepteur à détection de quasi-crête dans la gamme des fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz.

Pour réduire le temps de mesure, un récepteur à détection de crête peut être employé à la place d'un récepteur à détection de quasi-crête. En cas de contestation, les mesures avec un récepteur à détection de quasi-crête prévaudront.

10.2 Récepteur de mesure en dessous de 1 GHz

Les récepteurs de mesure à détection de quasi-crête doivent être conformes à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de crête doivent être tels que définis à l'Article 5 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

10.3 Antenne en dessous de 1 GHz

L'antenne doit être du type doublet demi-onde. La longueur d'antenne doit être accordée à 80 MHz et aux fréquences supérieures. Aux fréquences inférieures à 80 MHz, le doublet doit être ajusté à une longueur correspondant à la résonance à 80 MHz. De plus amples détails sont donnés à l'Article 4 de la CISPR 16-1-4

NOTE D'autres types d'antenne peuvent être utilisés à condition que leurs résultats puissent être corrélés avec ceux d'un doublet demi-onde avec un degré d'exactitude acceptable.

10.3.1 Distance entre l'antenne et l'appareil en essai

Les mesures du champ rayonné doivent être effectuées, l'antenne étant placée à une distance horizontale du périmètre de l'appareil en essai, spécifiée à l'Article 6. Le périmètre de l'appareil en essai est défini par une ligne droite imaginaire décrivant une configuration géométrique simple entourant l'appareil en essai. Tous les câbles et ATI interconnectés d'un système doivent être situés à l'intérieur de ce périmètre (voir également la Figure 2).

NOTE Si la mesure du champ à 10 m ne peut être effectuée à cause de niveaux élevés de bruit ambiant ou pour d'autres motifs, la mesure des ATI de classe B peut être effectuée à une distance plus courte, par exemple 3 m. Il convient d'utiliser un facteur de proportionnalité inverse de 20 dB par décade pour rapporter les résultats de mesure à la distance spécifiée, afin de déterminer la conformité. Lors de la mesure d'appareils de grandes dimensions, il convient de prêter attention aux effets de champ proche, pour les mesures à 3 m à des fréquences voisines de 30 MHz.

10.3.2 Hauteur de l'antenne par rapport au sol

On doit régler la hauteur de l'antenne par rapport au sol entre 1 m et 4 m afin d'obtenir l'indication maximale à chaque fréquence de mesure.

10.3.3 Azimut de l'antenne par rapport à l'appareil en essai

On doit également faire varier l'azimut de l'antenne pendant les mesures afin de trouver l'indication maximale. Pour faciliter la mesure, il est possible de faire tourner l'appareil en essai. Lorsque cela n'est pas possible, l'appareil reste dans une position fixe et les mesures sont effectuées autour de l'appareil en essai.

10.3.4 Polarisation de l'antenne par rapport à l'appareil en essai

On doit faire varier la polarisation de l'antenne (horizontale et verticale) par rapport à l'appareil en essai pendant les mesures, afin de trouver l'indication maximale.

10.4 Emplacement d'essai pour les mesures en dessous de 1 GHz

10.4.1 Généralités

Les emplacements d'essai doivent être validés en effectuant une mesure d'atténuation de l'emplacement, pour la polarisation verticale et pour la polarisation horizontale, dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

La distance entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception doit être la même que celle utilisée pour la mesure des perturbations rayonnées de l'appareil en essai.

10.4.2 Mesures d'atténuation d'un emplacement

Un emplacement de mesure doit être considéré comme acceptable si les mesures d'atténuation horizontale et verticale sont égales à ± 4 dB près à l'atténuation théorique de l'emplacement idéal (voir également la CISPR 16-1-4).

10.4.3 Emplacement d'essai en espace libre

L'emplacement d'essai doit être plat, dégagé de toute ligne aérienne, sans surface réfléchissante à proximité et assez vaste pour pouvoir placer l'antenne à la distance spécifiée tout en conservant un espace suffisant entre l'antenne, l'appareil en essai et d'éventuelles structures réfléchissantes. Les structures réfléchissantes sont définies comme celles dont le matériau de construction est essentiellement conducteur. L'emplacement d'essai doit être équipé d'un plan de masse conducteur décrit en 10.4.4. Deux emplacements d'essai sont représentés aux Figures 1 et 2.

L'emplacement d'essai doit respecter les exigences d'atténuation spécifiées dans la CISPR 16-1-4 pour les emplacements d'essai en espace libre.

10.4.4 Plan de masse conducteur

Un plan de masse conducteur doit s'étendre à au moins 1 m au-delà du périmètre de l'appareil en essai et au-delà de l'antenne de mesure la plus grande, et doit couvrir entièrement la zone entre l'appareil en essai et l'antenne. Il convient que ce plan soit métallique, sans trous ni fentes de dimensions supérieures à un dixième de la longueur d'onde à la fréquence de mesure la plus élevée. Il peut être nécessaire d'utiliser un plan de masse plus grand si les exigences d'atténuation de l'emplacement ne sont pas respectées.

10.4.5 Autres emplacements d'essai

Les essais peuvent être effectués sur d'autres emplacements n'ayant pas les caractéristiques physiques décrites en 10.4.3 et en 10.4.4. On doit alors démontrer la validité des mesures effectuées sur de tels emplacements. Ces autres emplacements conviennent pour les mesures des perturbations rayonnées si les mesures d'atténuation décrites à l'Annexe A satisfont aux exigences d'atténuation de 10.4.2.

Une cage de Faraday tapissée de matériau absorbant est un exemple d'autre emplacement d'essai.

NOTE L'Annexe A sera remplacée par la procédure correspondante spécifiée dans la CISPR 16-1-4.

10.5 Disposition de l'appareil en essai en dessous de 1 GHz

10.5.1 Généralités

Les câbles d'alimentation doivent pendre librement vers le plan de masse de référence. Ils doivent ensuite être dirigés vers la prise d'alimentation.

La prise d'alimentation doit être fixée au plan de masse de référence et il convient qu'elle ne dépasse pas au-delà de ce dernier. En cas d'utilisation d'un réseau fictif d'alimentation, ce dernier doit être installé sous le plan de masse de référence.

10.5.2 Disposition pour appareils sur table

Les conditions générales de 8.3.1 et 10.5.1 doivent s'appliquer.

L'appareil en essai doit être placé sur une table non conductrice, à 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal (voir 10.4.4) de l'emplacement d'essai.

La Figure 10 en donne un exemple de disposition.

10.5.3 Disposition d'appareils posés au sol

Les conditions générales de 8.3.2 et 10.5.1 doivent s'appliquer.

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 11 et 12.

10.5.4 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

La disposition d'essai pour la partie sur table de l'appareil en essai doit être conforme au 10.5.2. La disposition d'essai pour la partie posée au sol de l'appareil en essai doit être conforme au 10.5.3.

La Figure 13 donne un exemple de disposition.

10.6 Mesure des émissions rayonnées au-dessus de 1 GHz

Les appareils de mesure doivent être tels que spécifiés dans la CISPR 16-1-1.

Les antennes de mesure doivent être telles que spécifiées en 4.6 de la CISPR 16-1-4.

L'emplacement d'essai doit être tel que spécifié en 8 de la CISPR 16-1-4.

La procédure de mesure doit être telle que spécifiée en 7.3 de la CISPR 16-2-3.

Les limites en mode de détection crête ne s'appliquent pas aux perturbations produites par les arcs ou les décharges dues à des décharges haute tension. De telles perturbations sont produites lorsque des ATI contiennent ou contrôlent des commutateurs mécaniques qui contrôlent des courants dans des inducteurs, ou lorsque des ATI contiennent ou contrôlent des sous-systèmes qui créent de l'électricité statique (comme les appareils utilisant du papier). Les limites en valeur moyenne s'appliquent aux perturbations produites par les arcs ou les décharges, tandis que les limites en valeur moyenne et en valeur crête s'appliquent aux autres perturbations produites par de tels ATI.

10.7 Enregistrement des mesures

Parmi les perturbations dépassant ($L - 20$ dB), où L représente la limite en unités logarithmiques, les niveaux perturbateurs et les fréquences au moins des six plus forts niveaux doivent être enregistrés. La polarisation de l'antenne pour chacune de ces perturbations est également enregistrée.

De plus, le rapport d'essai doit inclure la valeur de l'incertitude de mesure de l'appareillage de mesure et ses connexions associées utilisés pour réaliser les essais d'émission. Voir Article 11.

10.8 Mesure en présence de signaux ambiants élevés

D'une façon générale, il convient que les signaux ambiants ne dépassent pas la limite. Le rayonnement perturbateur de l'appareil en essai au point de mesure peut toutefois être impossible à mesurer à certaines fréquences du fait de champs ambiants engendrés par des services locaux de radiodiffusion ou par d'autres sources artificielles ou naturelles.

Si le champ ambiant est trop élevé (voir Article 8) à la distance spécifiée, les méthodes suivantes peuvent être utilisées pour vérifier la conformité de l'appareil en essai.

- a) Effectuer des mesures rapprochées et déterminer la limite L_2 correspondant à la distance rapprochée d_2 , en appliquant la relation suivante:

$$L_2 = L_1 (d_1/d_2)$$

où L_1 est la limite spécifiée en microvolts par mètre ($\mu\text{V/m}$) à la distance d_1 .

Déterminer les conditions possibles d'environnement et d'essai de conformité stipulées à l'Article 8 en employant L_2 comme nouvelle limite à la distance d_2 .

- b) Dans les bandes de fréquences où les conditions de bruit ambiant de l'Article 8 sont dépassées (valeurs mesurées supérieures à la limite diminuée de 6 dB), les valeurs des perturbations de l'appareil en essai peuvent être interpolées à partir des valeurs adjacentes des perturbations. La valeur interpolée doit être située sur une courbe décrivant une fonction continue de valeurs adjacentes de part et d'autre de la bande où les conditions de bruit ambiant ne sont pas respectées.
- c) Une autre possibilité est d'utiliser la méthode décrite à l'Annexe C de la CISPR 11.

10.9 Essai sur les lieux d'utilisation

Dans certains cas, les mesures des ATI de classe A sur les lieux de l'installation peuvent être nécessaires. On doit effectuer ces mesures de préférence à la limite de la propriété de l'utilisateur; si cette limite est à moins de 10 m, on doit effectuer les mesures à 10 m de l'appareil en essai.

Ce type de vérification de conformité est spécifique de l'emplacement de l'installation puisque ses caractéristiques influencent la mesure. Des ATI supplémentaires conformes peuvent être ajoutés au système installé sans invalider la conformité de l'emplacement.

Cette méthode de mesure peut ne pas être applicable pour la vérification de la conformité des ATI ayant de grandes dimensions (par exemple certains matériels des centres de télécommunication). Pour de tels appareils, les méthodes de mesure et les limites sont à l'étude.

11 Incertitude de mesure

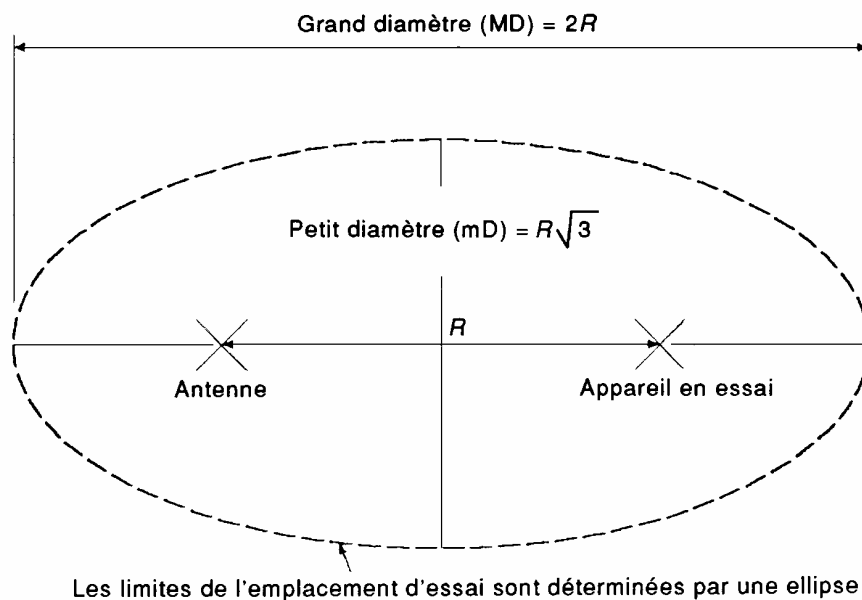
Les résultats de mesure d'émissions des ATI doivent faire référence aux considérations concernant l'incertitude due aux appareils de mesure contenues dans la CISPR 16-4-2.

La détermination de la conformité aux limites de la présente norme doit être basée sur les résultats des mesures de conformité sans tenir compte de l'incertitude due aux appareils de mesure. Cependant, l'incertitude due aux appareils de mesure et aux connexions entre les divers éléments de la chaîne de mesure qui leur sont associées doit être calculée, et les résultats de mesure ainsi que l'incertitude calculée doivent figurer dans le rapport d'essai.

NOTE Pour les mesures *in situ*, la contribution de l'incertitude due à l'emplacement lui-même est exclue du calcul d'incertitude.

Tableau 9 – Acronymes utilisés dans les figures

AE	Appareil auxiliaire
AMN	Réseau fictif d'alimentation
EUT	Appareil en essai
RSI	Réseau de stabilisation d'impédance

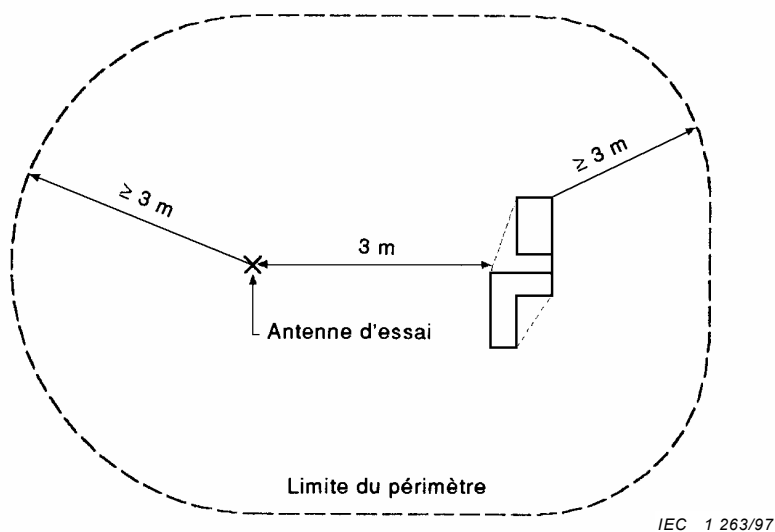


IEC 1 262/97

L'espace au-dessus du sol doit être dégagé de tout objet réfléchissant.

NOTE Les caractéristiques de l'emplacement d'essai sont décrites en 10.4. Voir aussi l'Article 6 pour la valeur de R .

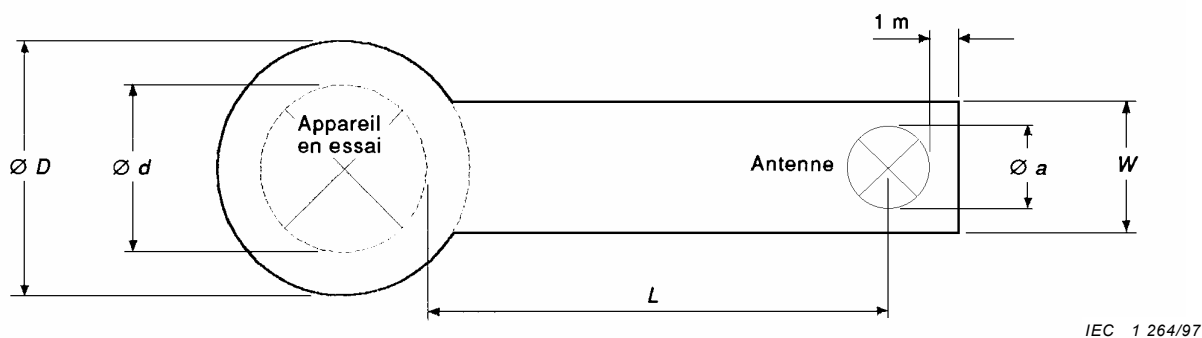
Figure 1 – Emplacement d'essai



Aucun objet réfléchissant ne doit se trouver à l'intérieur du volume délimité au sol par le tracé correspondant à cette figure et en hauteur par un plan horizontal situé à ≥ 3 m au-dessus de l'élément le plus élevé: antenne ou équipement en essai.

NOTE Voir 10.4.3 pour l'utilisation d'un autre emplacement d'essai. La méthode des segments pour définir le périmètre de l'unité d'essai est décrite en 10.3.1.

Figure 2 – Caractéristiques minimales d'un autre emplacement d'essai



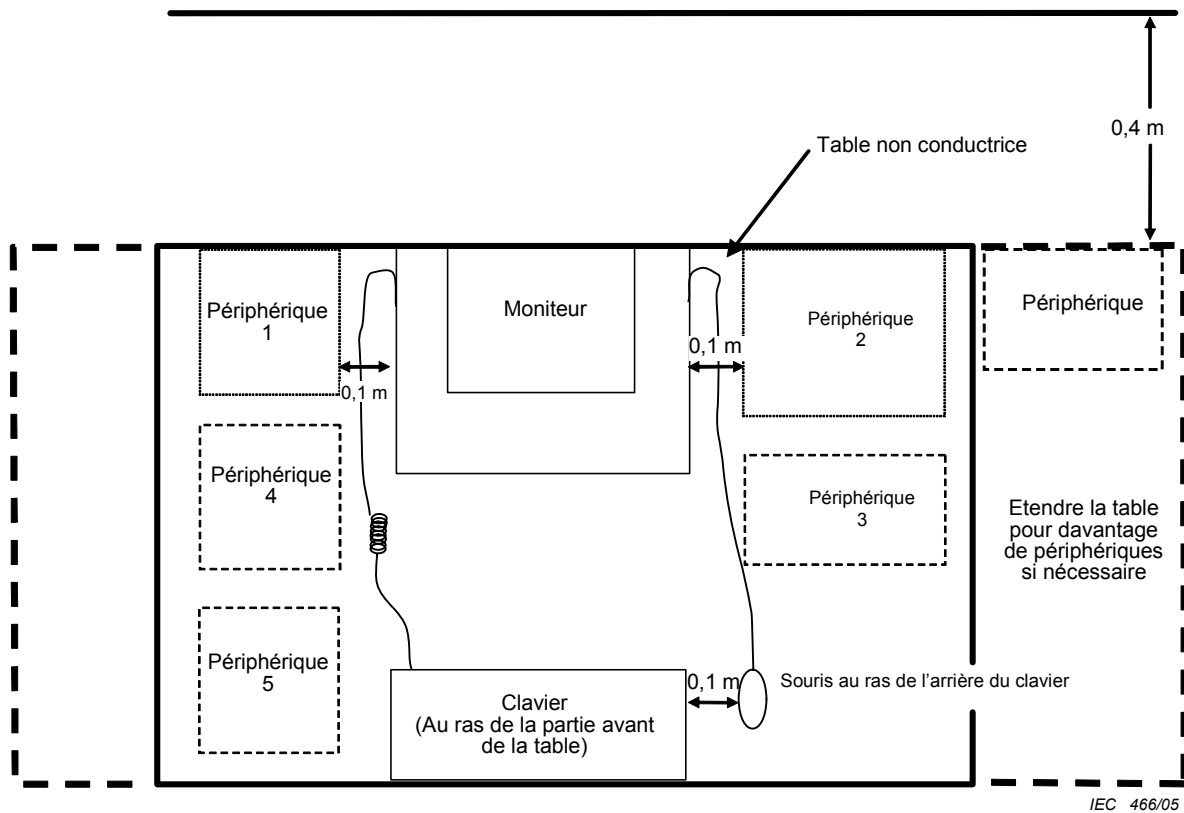
$D = d + 2$ m, où d est la dimension maximale de l'appareil en essai

$W = a + 2$ m, où a est la dimension maximale de l'antenne

$L = 3$ m ou 10 m

Figure 3 – Dimensions minimales du plan de masse métallique

Plan de masse de référence vertical (émissions conduites uniquement – variante 1)



NOTES:

1. Pour les mesures d'émissions conduites, la puissance réseau est fournie par l'intermédiaire d'un réseau fictif d'alimentation.
2. Pour plus de clarté, des câbles ont été enlevés (sauf aux endroits illustrés).

Figure 4 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (émissions conduites et rayonnées) (vue de dessus)

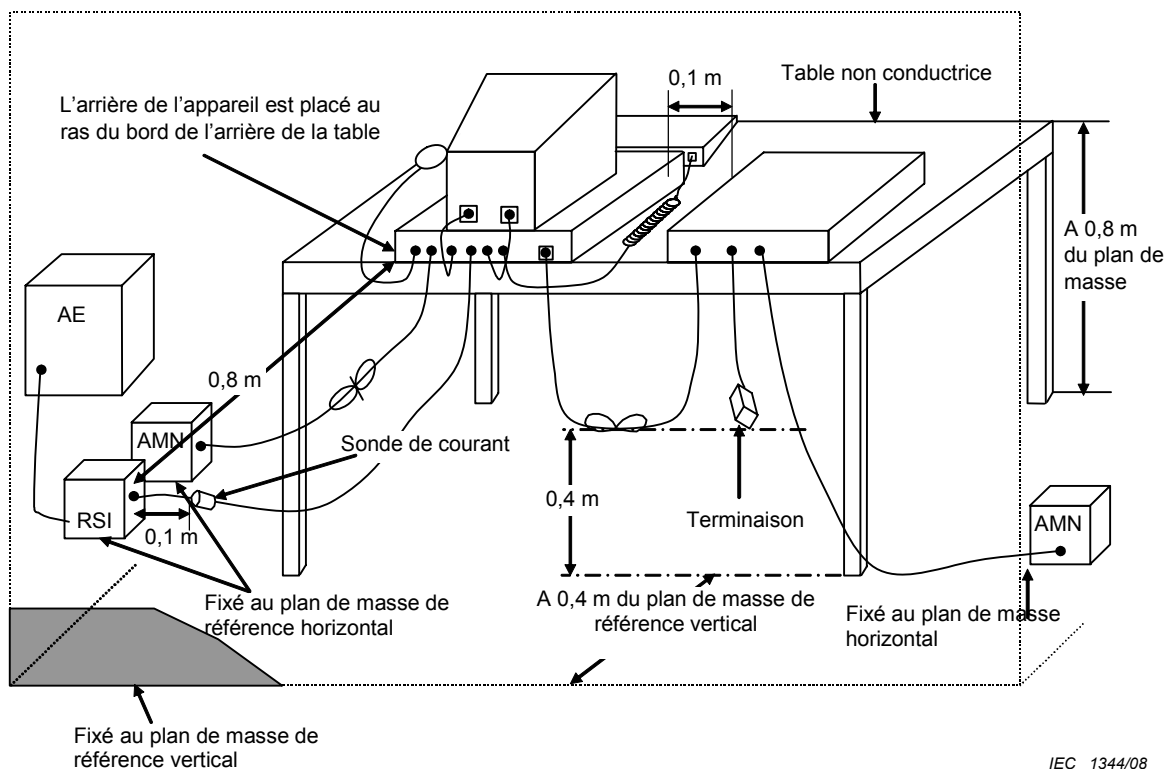


Figure 5 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1a)

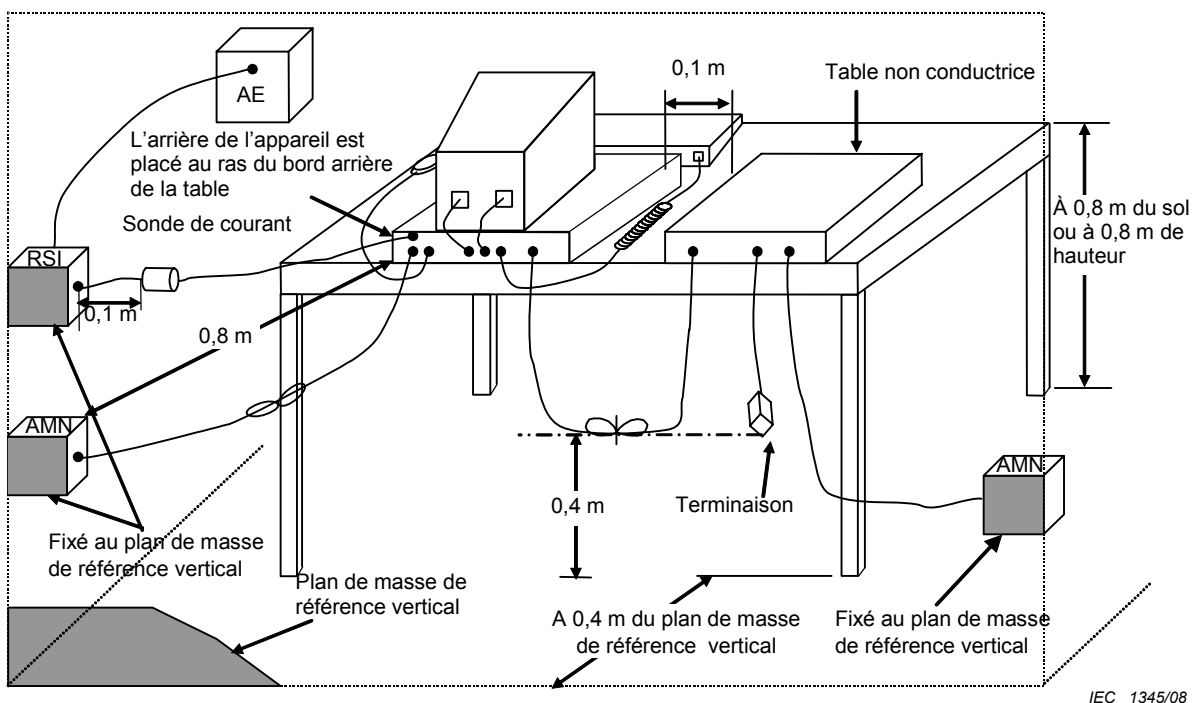
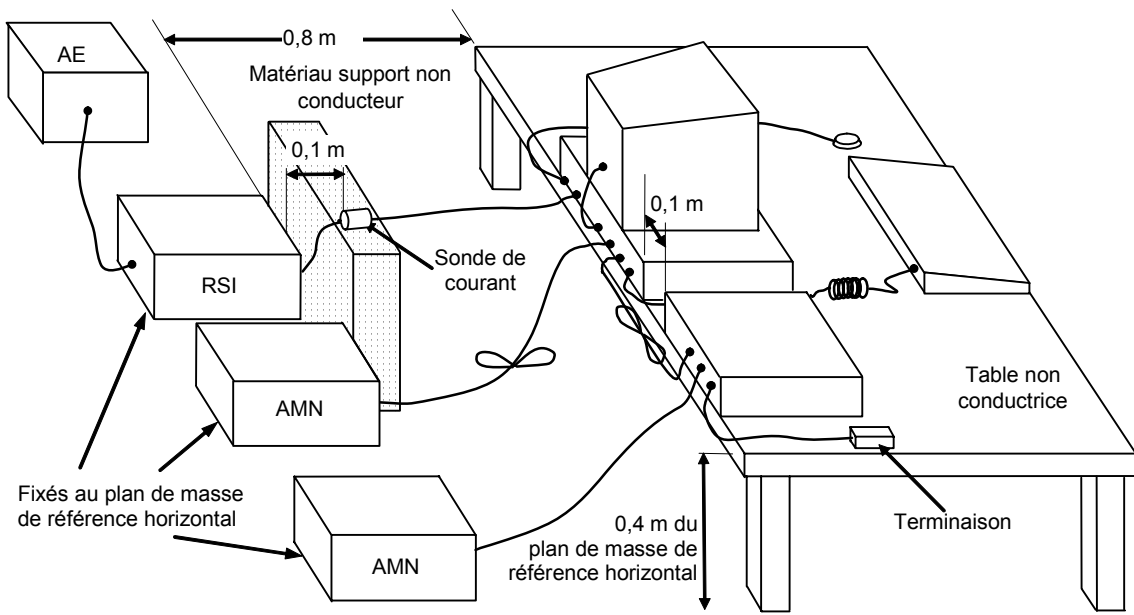
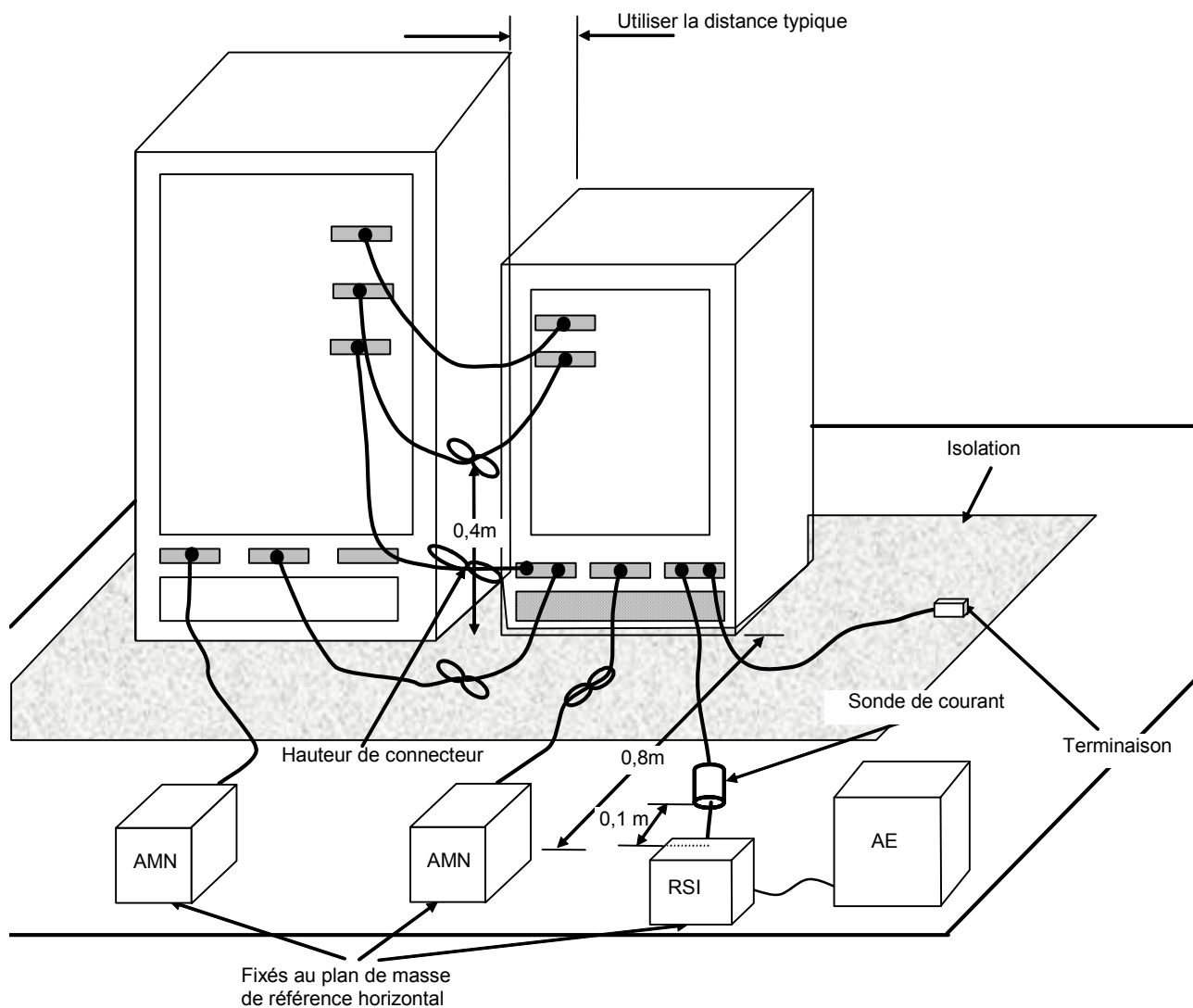


Figure 6 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1b)



IEC 1346/08

Figure 7 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 2)



IEC 1347/08

Figure 8 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions conduites)

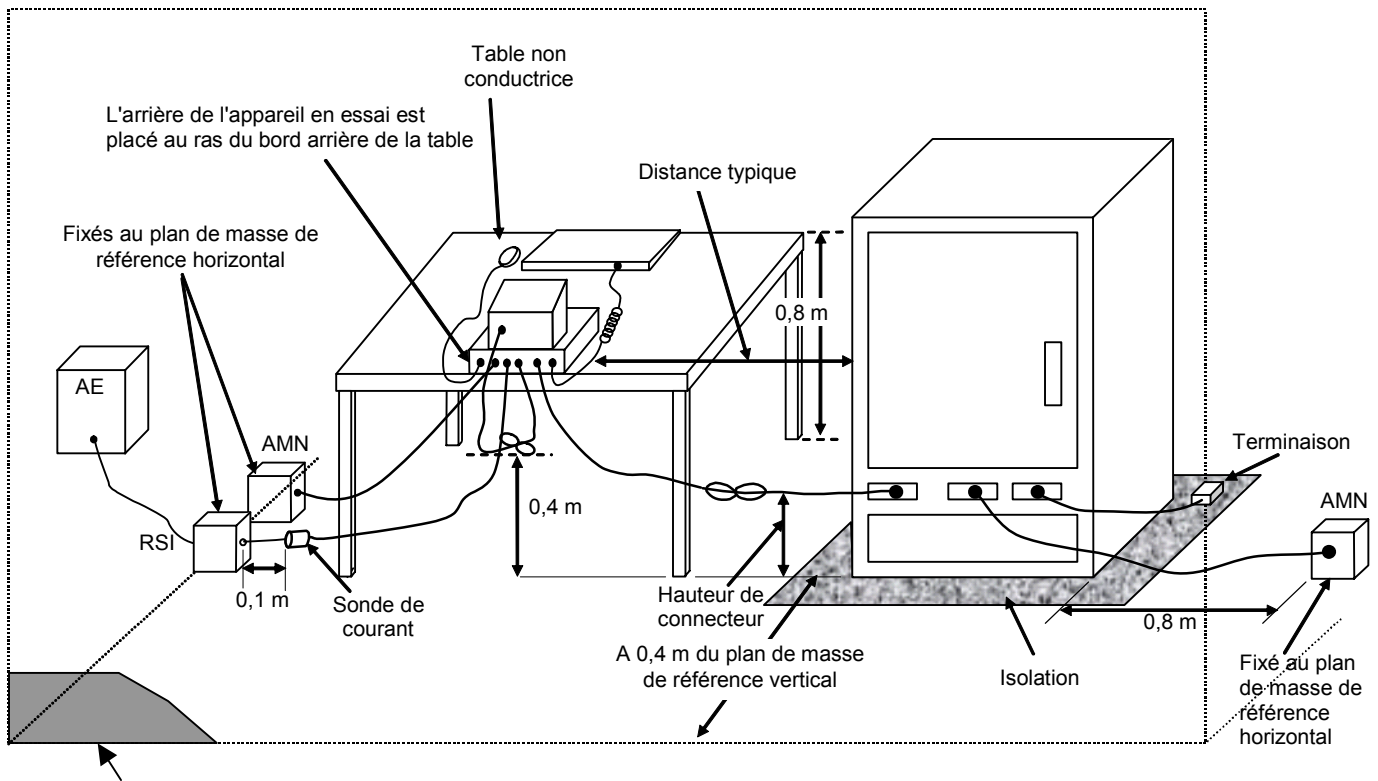


Figure 9 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions conduites)

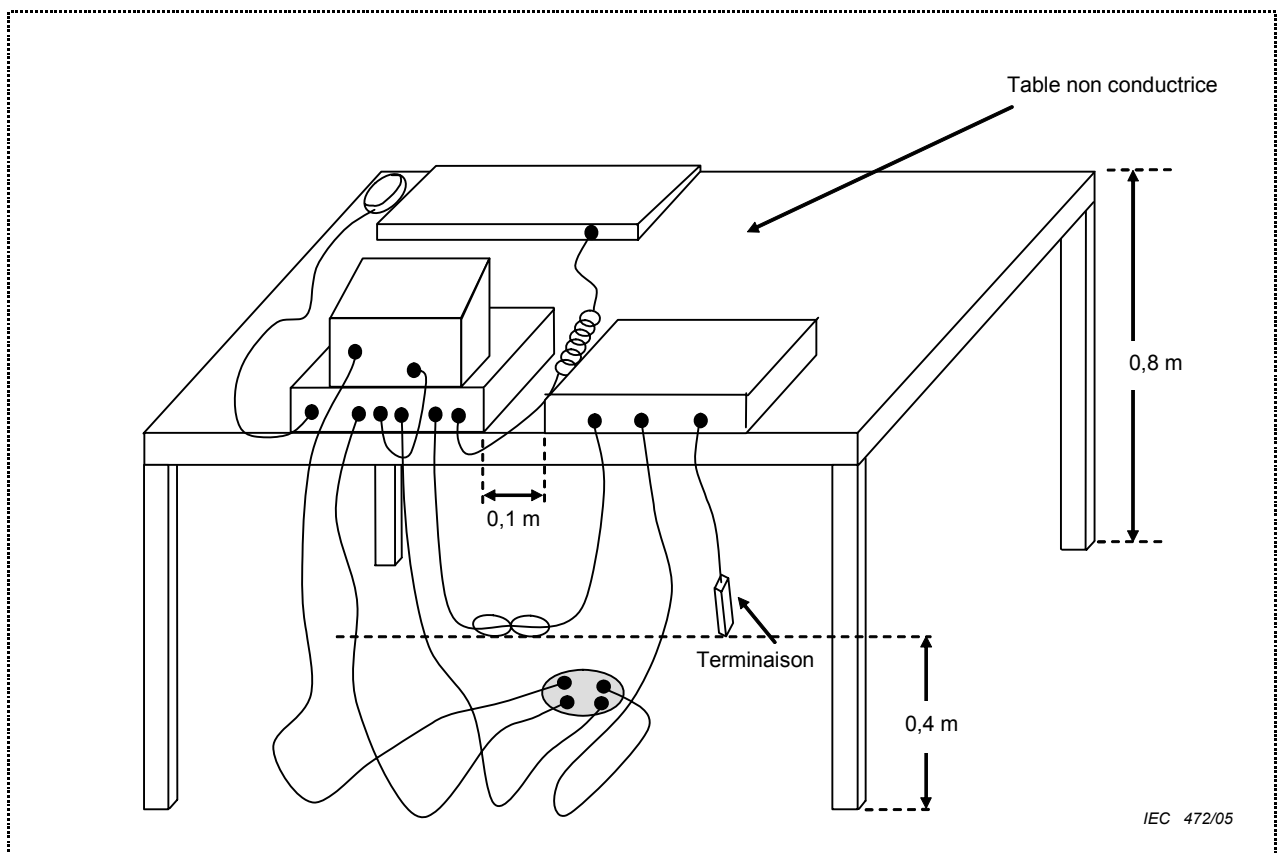
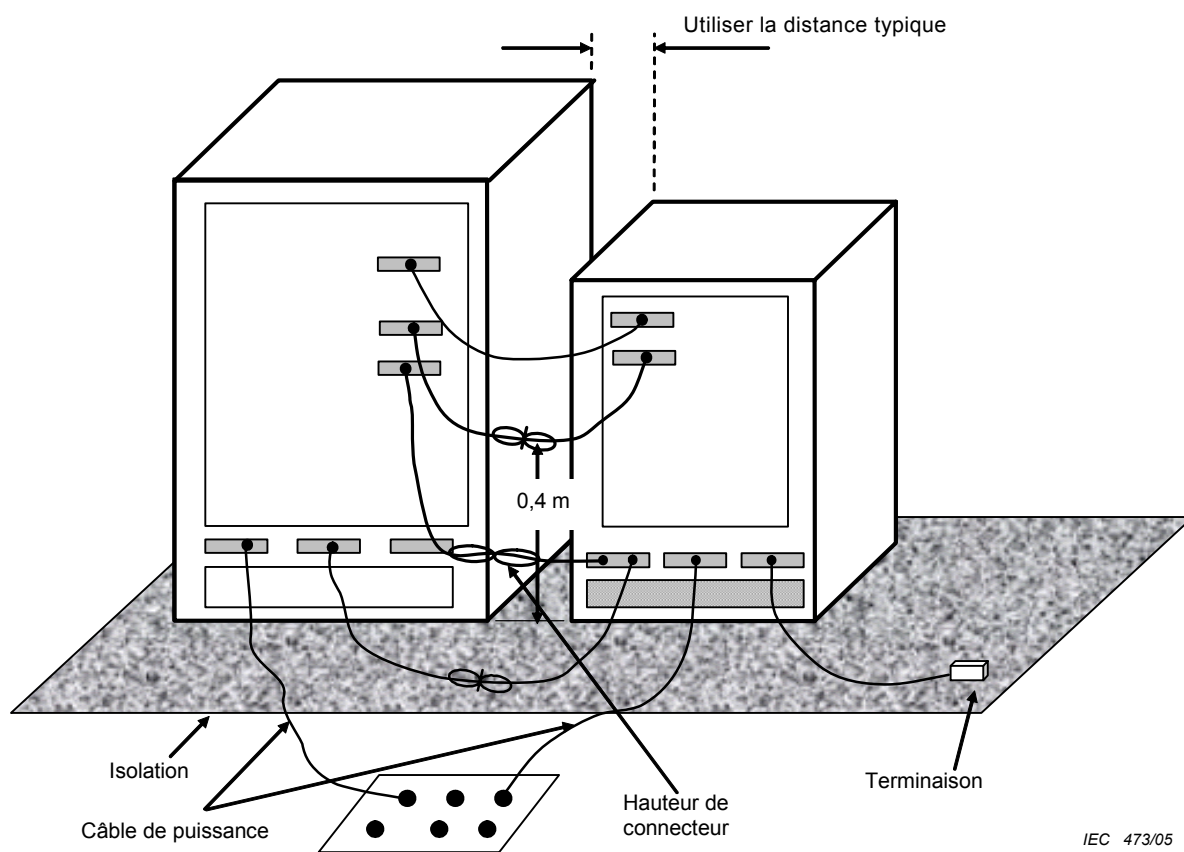
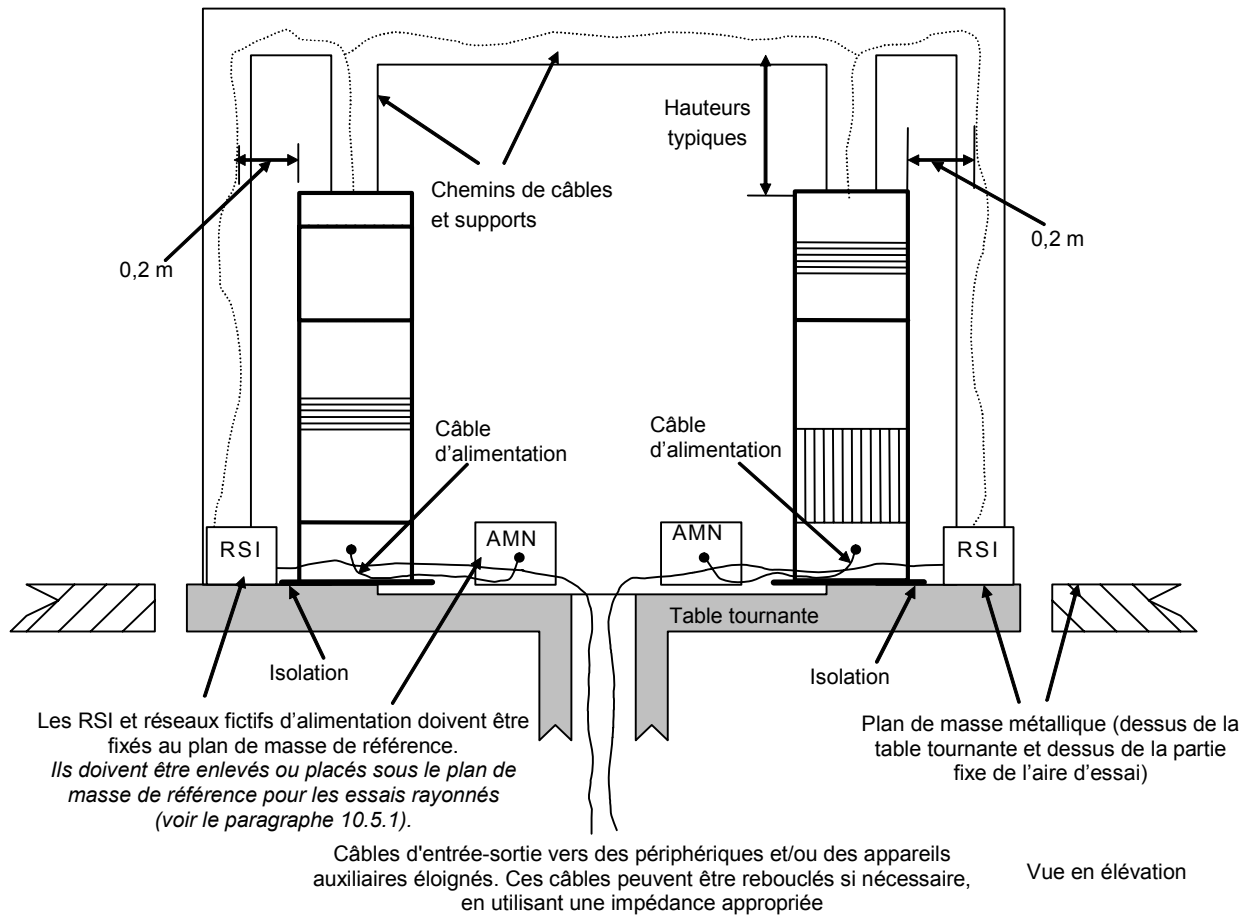


Figure 10 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions rayonnées)

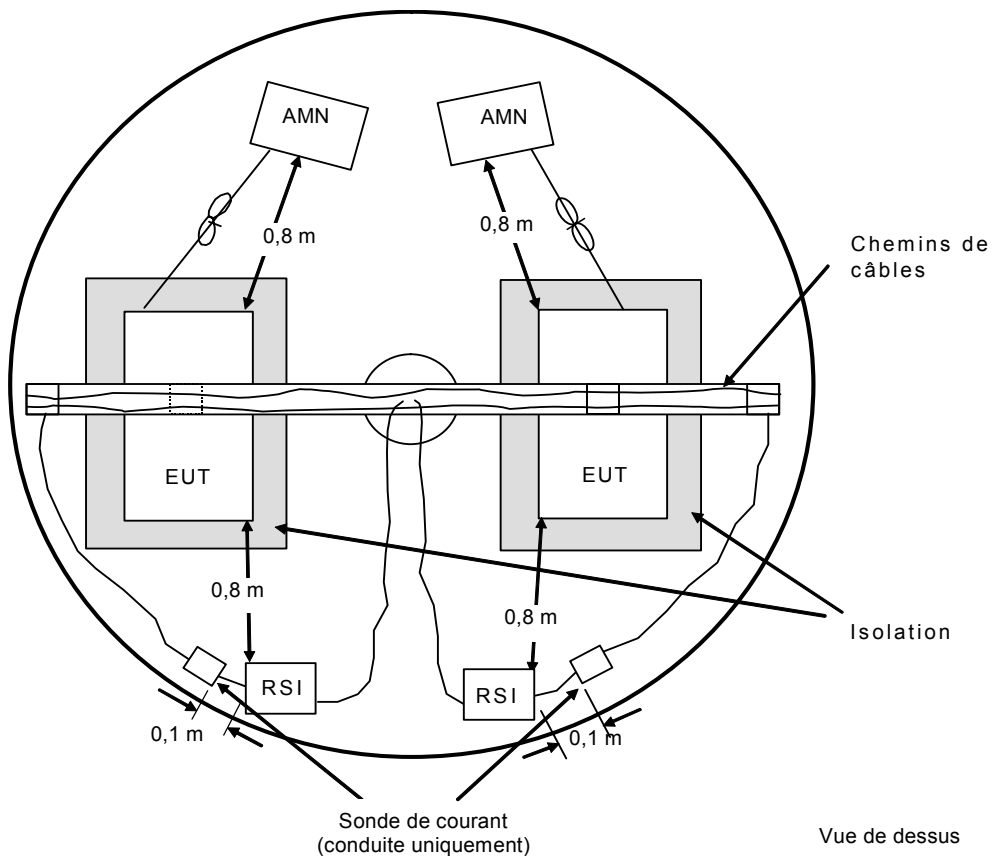


IEC 473/05

Figure 11 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions rayonnées)



IEC 1349/08



IEC 1350/08

Figure 12 – Exemple de disposition d'essai pour appareils disposés à même le sol avec support vertical et câbles aériens (mesure d'émissions rayonnées et conduites)

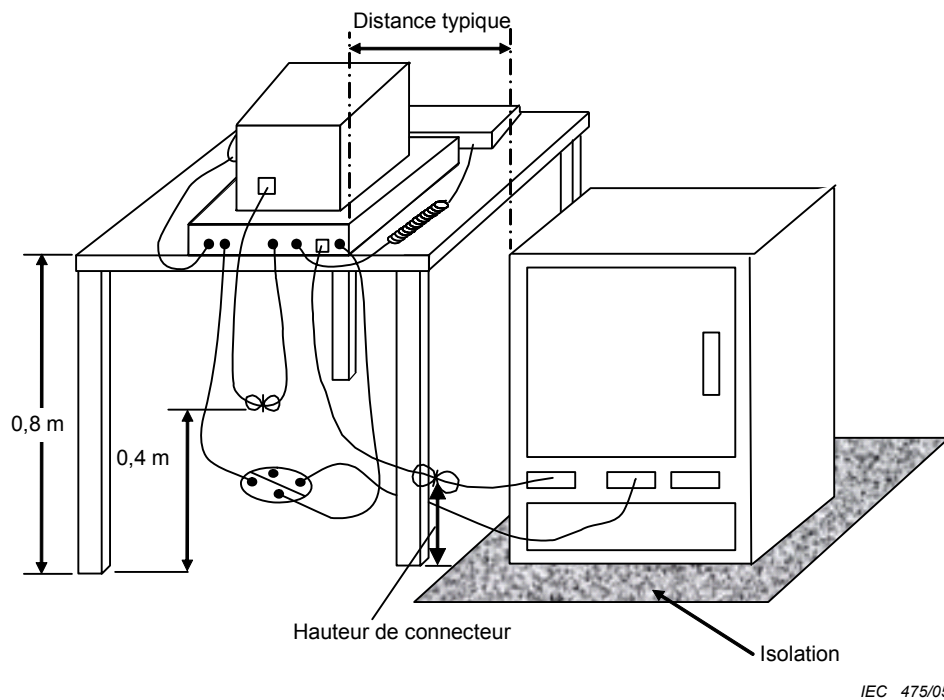


Figure 13 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions rayonnées)

Annexe A (normative)

Mesures d'atténuation pour d'autres emplacements possibles

A.1 Méthode de mesure de l'atténuation de l'emplacement

L'antenne d'émission doit être déplacée à l'intérieur d'un volume, en polarisation horizontale et en polarisation verticale (voir Article A.2, référence [2]) tel que représenté à la Figure A.1. Le volume minimal recommandé comprend les positions latérales définies par une table d'essai de 1 m par 1,5 m en rotation autour de son centre, et les points les plus hauts définis par les hauteurs des appareils en essai usuels aussi bien installés au sol qu'installés sur une table, c'est-à-dire 1,5 m ou moins, comme représenté à la Figure A.2. Des volumes plus importants peuvent être nécessaires, en fonction des appareils habituellement mesurés sur un emplacement d'essai.

On doit utiliser des antennes à large bande pour ces mesures et les distances de mesure doivent être prises à partir du centre des antennes. Les antennes d'émission et de réception doivent être disposées de façon que leurs éléments soient orthogonaux à l'axe de mesure de sorte que les éléments des antennes soient toujours parallèles.

A.1.1 Polarisation verticale

En polarisation verticale, la hauteur du centre de l'antenne d'émission doit être de 1 m (on doit maintenir une distance minimale de 25 cm entre l'extrémité de l'antenne et le plan de masse).

Les mesures doivent également être effectuées avec une hauteur de 1,5 m pour l'antenne d'émission dans les conditions suivantes:

- a) la hauteur prévue de l'appareil en essai est comprise entre 1,5 m et 2 m;
- b) l'extrémité de l'antenne d'émission atteint au moins 90 % de la hauteur prévue pour l'appareil en essai lorsque son centre est placé à 1 m.

L'antenne d'émission doit être placée dans les quatre positions suivantes et aux hauteurs appropriées, en polarisation verticale:

- 1) au centre exact de la table tournante (voir Note 1);
- 2) en un point situé à 0,75 m en avant du centre de la table tournante dans la direction de l'antenne de réception (sur l'axe de mesure reliant le centre de la table tournante à l'antenne de réception);
- 3) en un point situé à 0,75 m en arrière du centre de la table tournante, à l'opposé de l'antenne réceptrice, sauf si ce point est à plus de 1 m de l'interface diélectrique verticale la plus proche (voir Note 2);
- 4) en deux points situés à 0,75 m de chaque côté du centre (sur un axe passant par le centre et perpendiculaire à l'axe reliant le centre à l'antenne de réception).

On doit effectuer les mesures de l'atténuation normalisée de l'emplacement (ANE) en polarisation verticale en maintenant constante la distance entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception, selon le Tableau A.1. L'antenne de réception doit être déplacée le long d'un axe allant vers le centre de la table tournante de façon à maintenir la distance spécifiée.

En supposant une hauteur maximale de l'appareil en essai de 1,5 m, il est nécessaire d'effectuer au moins quatre mesures en polarisation verticale (quatre positions dans un plan horizontal pour une hauteur) (voir Figure A.2a).

A.1.2 Polarisation horizontale

Pour les mesures d'atténuation normalisée de l'emplacement en polarisation horizontale, on doit utiliser deux hauteurs pour l'antenne d'émission: 1 m et 2 m, mesurées à partir du centre de l'antenne (voir Tableau A.1). Les mesures doivent être effectuées dans les positions suivantes pour les deux hauteurs d'antenne:

- 1) au centre exact de la table tournante;
- 2) en un point situé à 0,75 m en avant du centre de la table tournante dans la direction de l'antenne de réception;
- 3) en un point situé à 0,75 m en arrière du centre de la table tournante, à l'opposé de l'antenne de réception, sauf si ce point est à plus de 1 m de l'interface diélectrique verticale la plus proche (voir Note 2);
- 4) en deux points situés de chaque côté du centre de la table tournante de telle sorte que l'extrémité extérieure de l'antenne soit à 0,75 m du centre. Ces deux positions ne sont pas nécessaires si l'extrémité de l'antenne s'étend jusqu'à couvrir 90 % de la largeur du volume, lorsque l'antenne est placée au centre de la table tournante. Si, du fait de leurs dimensions, les éléments de l'antenne recouvrent le centre, lorsqu'elle est placée dans les deux positions latérales, alors la mesure au centre précis (position 1) n'est pas nécessaire.

Les hauteurs d'antenne sont basées sur une hauteur maximale des appareils d'environ 2 m et sur l'utilisation d'antennes à large bande usuelles. La mesure d'appareil de plus de 2 m de haut ou occupant au sol une aire dépassant celle définie par la table de 1 m par 1,5 m en rotation, peut nécessiter des hauteurs supérieures pour l'antenne d'émission et des déplacements plus importants de l'antenne par rapport au centre de la table tournante. Des valeurs d'atténuation normalisée d'emplacement différentes que celles données dans cette publication peuvent être nécessaires pour certaines géométries (voir Article A.2, référence [1]).

En supposant que l'étendue horizontale maximale de l'appareil en essai soit de 1,5 m, le nombre minimal de mesures en polarisation horizontale est de quatre (deux positions dans le plan horizontal à deux hauteurs) (voir Figure A.2b).

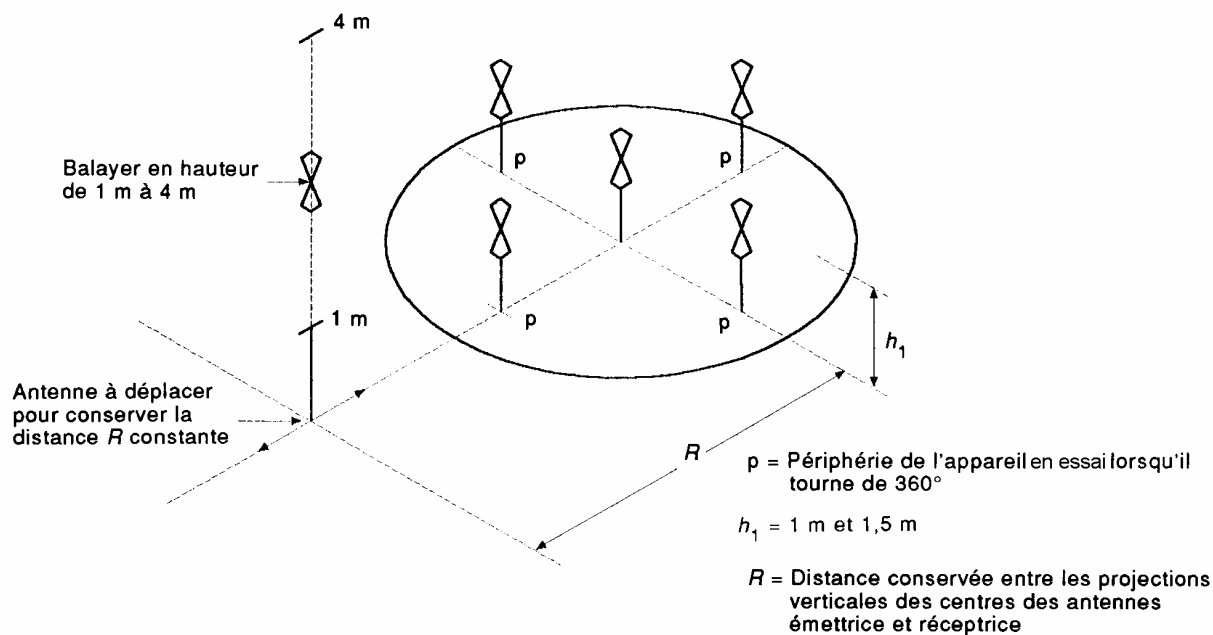
NOTE 1 Pour les emplacements sans table tournante, toutes les références au «centre» correspondent au centre d'une table d'essai de 1 m par 1,5 m.

NOTE 2 Il a été montré que les sources placées au voisinage d'interfaces diélectriques présentent des variations de densité de courant, qui peuvent affecter les caractéristiques de rayonnement de la source ainsi placée (voir Article A.2, référence [3]). A proximité de ces interfaces, une mesure supplémentaire d'atténuation est nécessaire.

Tableau A.1 – Atténuation normalisée de l'emplacement (A_N (dB)) pour les géométries recommandées avec des antennes à large bande

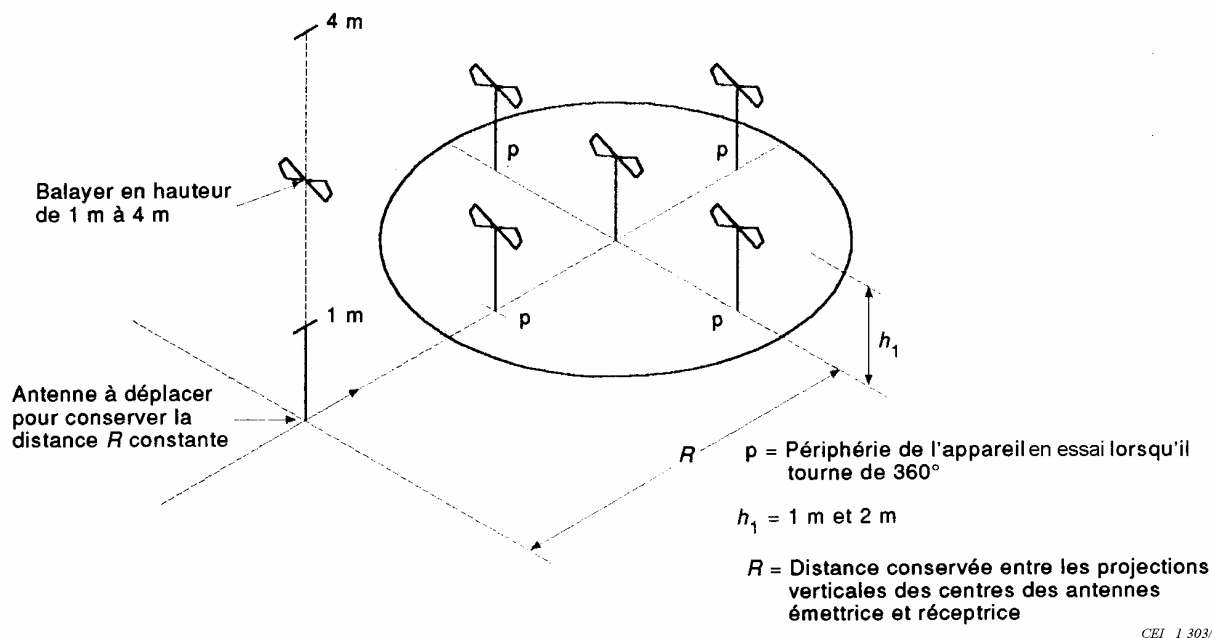
Polarisation	Horizontale						Verticale					
	R (m)	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30
h_1 (m)	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	1
h_2 (m)	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4
f (MHz)	A_N (dB)											
30	15,8	11,0	29,8	24,1	47,7	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	
35	13,4	8,8	27,1	21,6	45,0	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	
40	11,3	7,0	24,9	19,4	42,7	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	
45	9,4	5,5	22,9	17,5	40,7	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	
50	7,8	4,2	21,1	15,9	38,8	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	
60	5,0	2,2	18,0	13,1	35,7	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20,0	
70	2,8	0,6	15,5	10,9	33,0	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	
80	0,9	-0,7	13,3	9,2	30,7	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	
90	-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,7	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	
100	-2,0	-2,8	9,7	6,7	26,9	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	
120	-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,8	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	
125	-4,7	-4,7	6,4	4,6	23,1	17,6	-1,6	0,5	4,6	5,1	13,6	
140	-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,1	15,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	
150	-6,7	-6,3	3,9	2,9	20,0	14,7	-1,8	-2,6	3,1	3,8	12,1	
160	-7,4	-6,7	3,1	2,3	18,9	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	
175	-8,3	-6,9	2,0	1,5	17,4	12,4	-1,4	-4,9	2,0	2,9	10,8	
180	-8,6	-7,2	1,7	1,2	16,9	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	
200	-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,2	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	
250	-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	
300	-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,7	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	
400	-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,5	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	
500	-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	
600	-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	
700	-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	
800	-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	
900	-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	
1 000	-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,5	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,6	

NOTE Ces données s'appliquent aux antennes espacées d'au moins 250 mm par rapport au plan de masse, lorsque le centre de l'antenne est à 1 m au-dessus du plan de masse, en polarisation verticale.



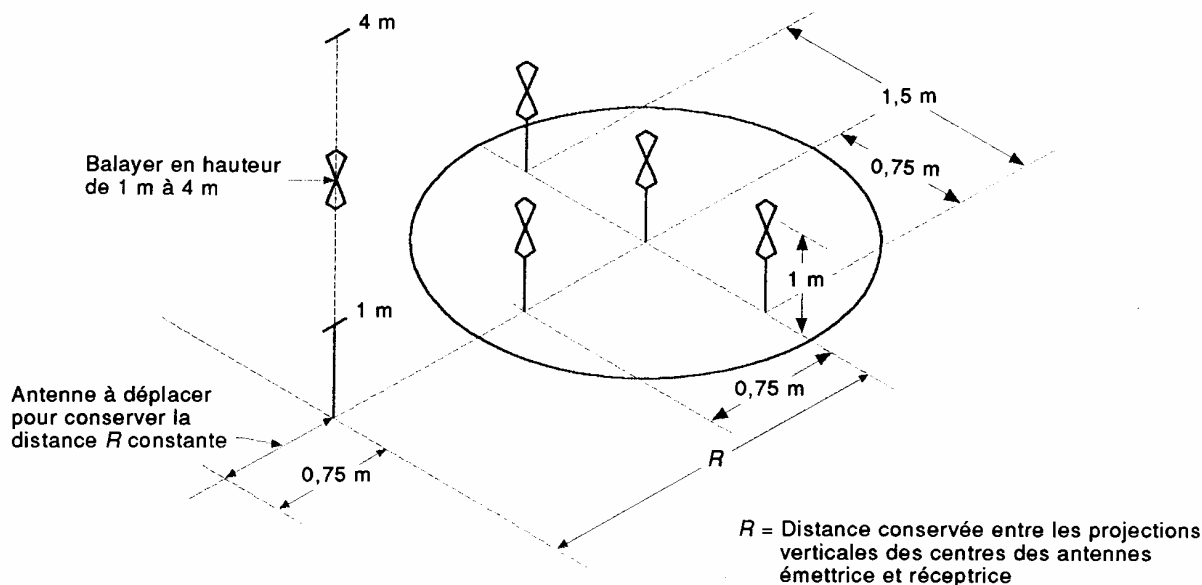
CEI 1 302/93

Figure A.1a – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements
Mesures d'ANE en polarisation verticale



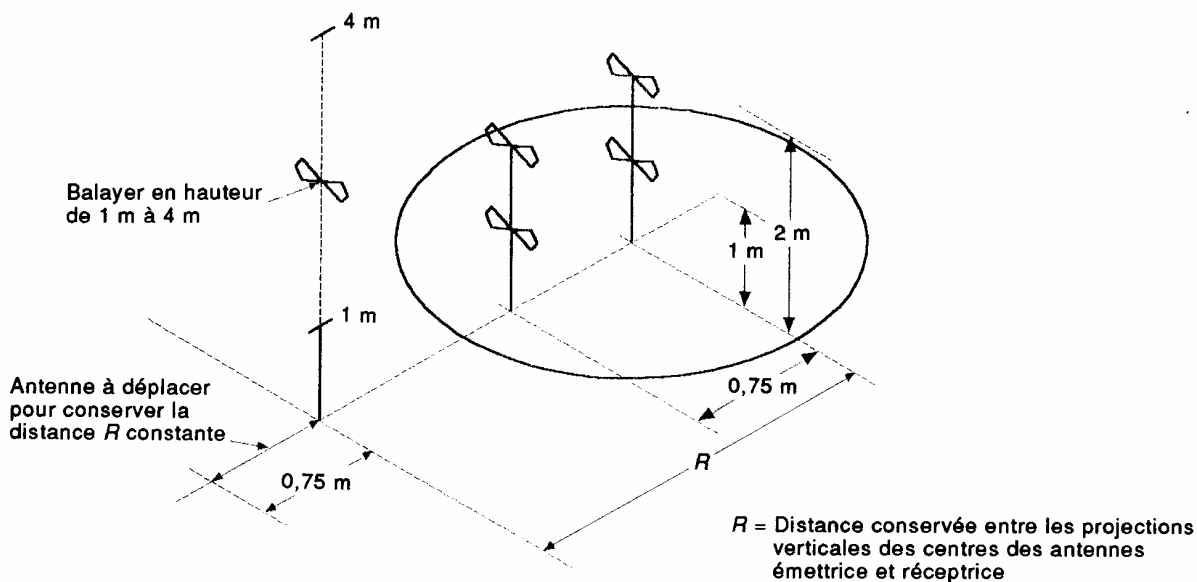
CEI 1 303/93

Figure A.1 – Positions typiques d'antenne pour les mesures d'ANE
d'autres emplacements d'essai



CEI 1 304/93

Figure A.2a – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements – Mesures d'ANE en polarisation verticale pour un appareil de volume inférieur à 1 m de profondeur, 1,5 m de large, 1,5 m de haut et dont la périphérie est à plus de 1 m du matériau le plus proche susceptible de provoquer des réflexions



CEI 1 305/93

Figure A.2b – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements – Mesures d'ANE en polarisation horizontale pour un appareil de volume inférieur à 1 m de profondeur, 1,5 m de large, 1,5 m de haut et dont la périphérie est à plus de 1 m du matériau le plus proche susceptible de provoquer des réflexions

Figure A.2 – Positions des antennes pour les mesures d'autres emplacements d'essai pour le volume minimal recommandé

A.2 Références

- [1] SMITH, A.A., GERMAN, R.F., PATE, J.B., «Calculation of site attenuation from antenna factors», IEEE Transactions on EMC, Vol EMC-24, 1982.
- [2] GERMAN, R.F., «Comparison of semi-anechoic chamber and open-field site attenuation measurements», 1982 IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility, pp 260-265.
- [3] PATE, J.B., «Potential measurement errors due to mutual coupling between dipole antennas and radio frequency absorbing material in close proximity», 1984 IEEE National Symposium Record on Electromagnetic Compatibility.

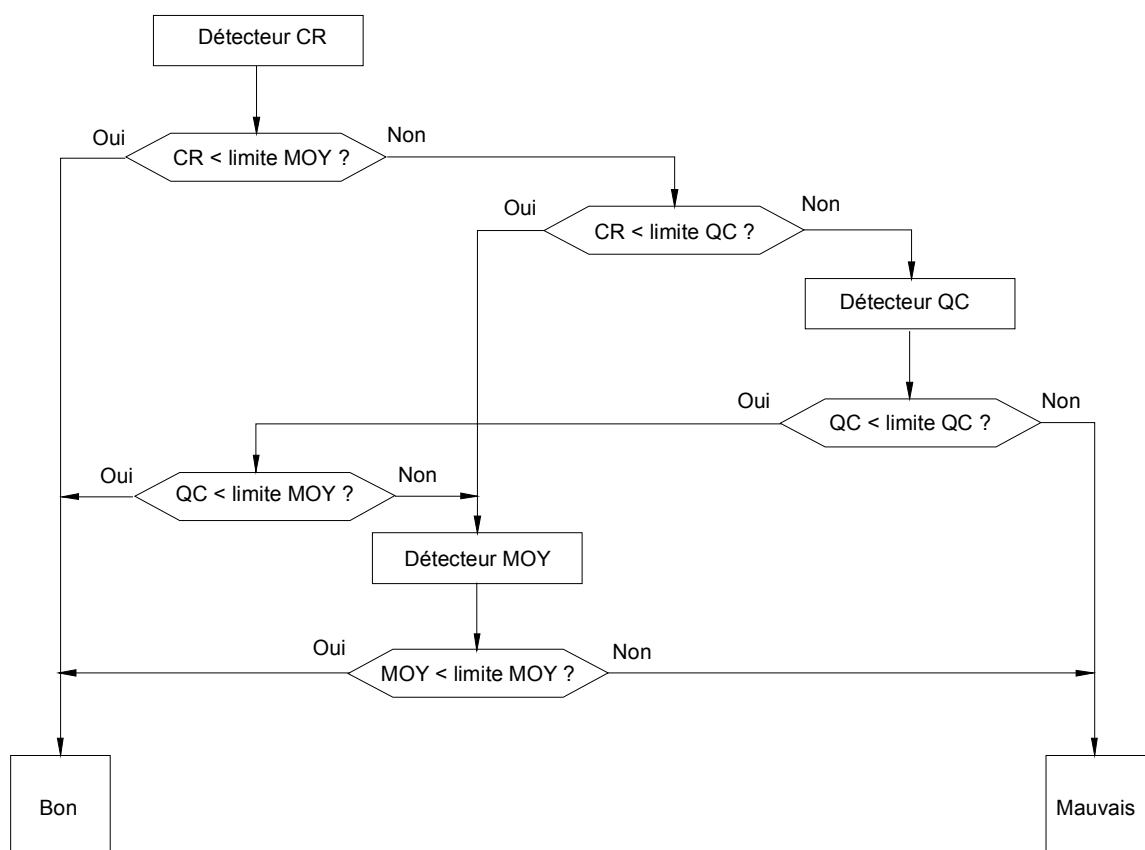
Annexe B (normative)

Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête

Si l'on utilise un récepteur à détection de crête pour réduire le temps de mesure lors des mesures des perturbations conduites aux bornes d'alimentation ou aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz, l'arbre de décision suivant est utilisé pour déterminer un jugement final bon/mauvais.

Il convient que les analyseurs de spectre ou les récepteurs qui comportent des pré-sélecteurs qui suivent automatiquement la fréquence qui est scrutée par l'analyseur de spectre ou le récepteur aient un temps de traitement suffisamment long à chaque fréquence, afin d'éviter des erreurs dans les niveaux mesurés.

De plus, afin de ne pas influencer les résultats de mesure, la bande vidéo de l'analyseur de spectre doit être supérieure ou égale à la bande de résolution.



IEC 1 273/97

CR Crête
QC Quasi-crête
MOY Valeur moyenne

Figure B.1 – Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête

Annexe C (normative)

Configurations d'essai possibles pour la mesure des perturbations de mode commun

C.1 Introduction

L'Annexe C décrit les méthodes de mesure qui peuvent être utilisées pour mesurer les émissions TCM conduites sur les lignes de télécommunication en respectant les exigences de la présente norme. En fonction du type de câble, différentes méthodes peuvent être utilisées, chacune présentant des avantages et des inconvénients. (Se référer à l'Annexe F informative.)

C.1.1 Utilisation d'un RSI ou de RCD, y compris ceux décrits dans la CEI 61000-4-6

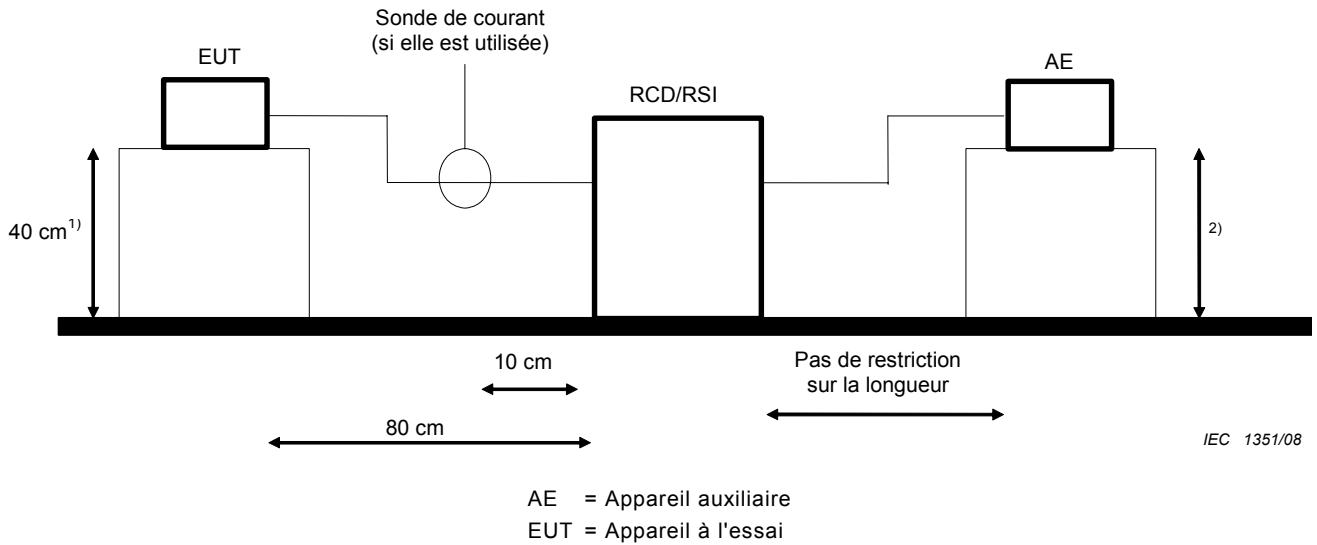
Pour les paires symétriques simples et doubles non blindées, on doit utiliser le RSI conformément au 9.6.2. Pour les autres types de câbles (blindés et non blindés), on peut utiliser les RCD décrits dans la CEI 61000-4-6, dans la mesure où de tels RCD existent, et tant que l'appareil en essai peut continuer à fonctionner normalement avec le RCD inséré au niveau du câble raccordé à l'appareil en essai. L'ACL du RCD ne doit pas être supérieur à la plus petite valeur de tolérance d'ACL de 9.6.2 pour un RSI approprié à la catégorie de câble connecté à l'appareil en essai.

Lorsque la mesure avec cette méthode est possible, la méthode C.1.1 donne les meilleurs résultats de mesure avec l'incertitude de mesure la plus faible.

Dans certains cas, un RSI approprié n'est pas défini, ou bien le fonctionnement du système est affecté par l'insertion du RSI. D'autres solutions pour la mesure sans RSI dédiés sont par conséquent nécessaires. C.1.2 et C.1.3 décrivent les méthodes alternatives possibles.

Lorsqu'un RCD conforme à la CEI 61000-4-6 est utilisé pour effectuer les mesures d'émissions conduites conformément à cette norme, il convient d'étalonner le RCD pour s'assurer que ses performances d'ACL ne dépassent pas les exigences données pour les RSI décrits dans la présente norme.

- Relier directement le RCD/RSI au plan de masse de référence.
- Si une mesure de tension est choisie, mesurer la tension à l'accès de mesure du RCD/RSI, corriger la lecture par l'addition du facteur de division de la tension du RCD/RSI défini en 9.6.2 e) et comparer à la limite de tension.
- Si une mesure de courant est choisie, mesurer le courant à l'aide de la sonde de courant et comparer à la limite de courant.
- Il n'est pas nécessaire d'appliquer la limite en tension et en courant si l'on utilise un RCD/RSI. Une charge de 50 Ω doit être reliée à l'accès de mesure du RCD/RSI pendant la mesure du courant.



- 1) Distance par rapport au plan de masse de référence (vertical ou horizontal).
2) La distance par rapport au plan de masse de référence n'est pas critique.

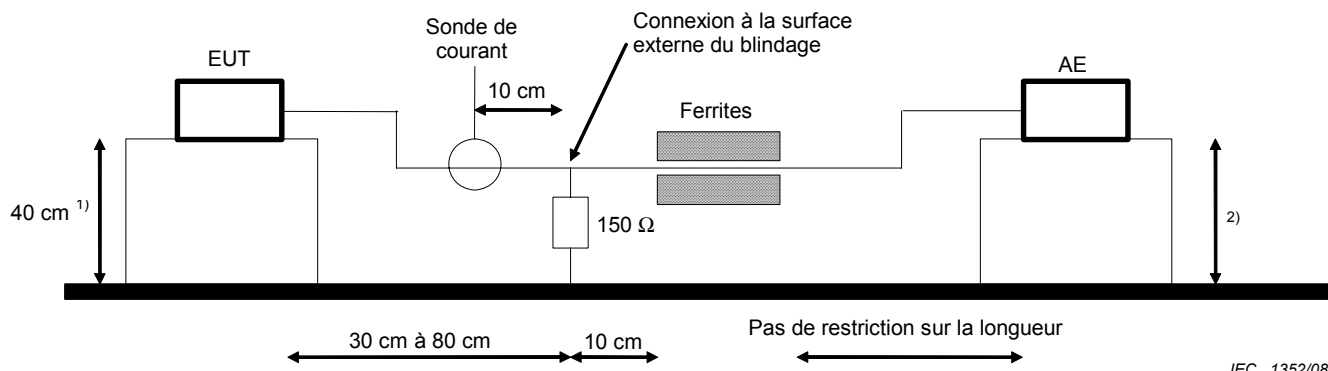
Figure C.1 – Utilisation du RCD décrit dans la CEI 61000-4-6 en tant que RCD/RSI

C.1.2 Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)

Pour tous les types de câbles coaxiaux ou de câbles multipaires blindés, il est possible d'utiliser la méthode C.1.2.

Il n'est pas nécessaire de couper le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai comme c'est le cas avec la méthode C.1.1. Cependant, il est nécessaire d'entailler l'isolant externe du câble afin d'atteindre la surface métallique extérieure du blindage.

- Rompre l'isolation et relier une résistance de 150 Ω entre la surface extérieure du blindage et la terre.
- Mettre en place un tube ou un anneau de ferrite entre le point de connexion des 150 Ω et l'appareil auxiliaire.
- Mesurer le courant à l'aide de la sonde de courant et comparer à la limite de courant. L'impédance de mode commun au niveau de la résistance de 150 Ω doit être suffisamment élevée pour ne pas affecter la mesure. Se référer à l'Article C.2 pour mesurer cette impédance qui devrait être beaucoup plus élevée que 150 Ω pour ne pas affecter la mesure des fréquences émises par l'appareil en essai.
- Une mesure de tension est également possible soit en parallèle avec la résistance de 150 Ω en utilisant une sonde à haute impédance, ou en utilisant un «adaptateur de 50 Ω à 150 Ω » décrit dans la CEI 61000-4-6 comme charge de 150 Ω , et en appliquant le facteur de correction approprié (9,6 dB dans le cas d'un «adaptateur de 50 Ω à 150 Ω »).



AE = Appareil auxiliaire

EUT = Appareil à l'essai

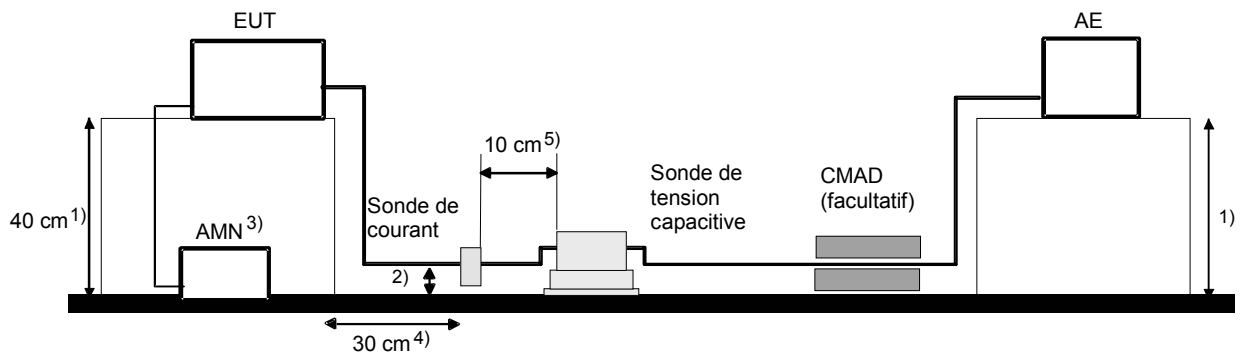
1) Distance par rapport au plan de masse de référence (vertical ou horizontal).

2) La distance par rapport au plan de masse de référence n'est pas critique.

Figure C.2 – Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)

C.1.3 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive

- Mesurer le courant à l'aide d'une sonde de courant.
- Comparer le courant mesuré à la limite de courant applicable.
- Mesurer la tension avec une sonde de tension capacitive comme spécifié en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.
- Régler la tension mesurée comme suit:
 - marge de courant ≤ 6 dB – soustraire la marge de courant réelle de la tension mesurée ;
 - marge de courant > 6 dB – soustraire 6 dB de la tension mesurée.
- Comparer la tension réglée avec la limite de tension applicable.
- Le courant mesuré et la tension réglée doivent tous deux être inférieurs aux limites de courant et de tension applicables.



IEC 1353/08

AE = Equipement auxiliaire
 EUT = Equipement en essai
 CMAD = Dispositif d'absorption en mode commun

Il n'est pas nécessaire de placer conjointement et simultanément la sonde de courant et la sonde de tension capacitive sur l'installation de mesure à moins que des mesures simultanées du courant et de la tension ne doivent être effectuées.

- 1) L'EUT et l'équipement auxiliaire doivent être placés sur des tables non conductrices à 40 ± 1 cm du plan de masse de référence (horizontal ou vertical).
- 2) Le câble utilisé pour l'essai doit parcourir l'espace compris directement entre l'EUT et un point situé à 4 ± 1 cm du plan de masse de référence et suivre ce parcours entre les tables de l'EUT et de l'équipement auxiliaire. Cette restriction ne s'applique pas à la section de câble qui passe à travers la sonde de tension.
- 3) Sauf s'il fonctionne sur batterie, l'EUT doit être alimenté en utilisant un réseau fictif d'alimentation (AMN) placé sur le plan de masse de référence et à plus de 10 cm de l'angle le plus proche du plan de masse. Le câble d'alimentation de l'EUT doit être positionné loin du câble utilisé pour l'essai afin de minimiser les effets de couplage et de diaphonie.
- 4) La projection horizontale de l'EUT sur l'équipement de mesure doit être de 30 ± 1 cm.
- 5) Lorsqu'elles sont utilisées pour des mesures simultanées du courant et de la tension (ou pour d'autres raisons), les sondes de courant et de tension doivent être séparées de 10 ± 1 cm. Soit la sonde de courant (telle qu'illustrée), soit la sonde de tension capacitive peut être placée à côté de l'EUT.

Figure C.3 – Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive avec un EUT posé sur table

C.1.4 Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Le logigramme pour la sélection de la méthode d'essai (voir Figure C.5) est valable pour différents accès (paire torsadée non blindée, paire torsadée blindée, câble coaxial, alimentation en courant alternatif, etc.). Dans les cas où différents types de câbles peuvent convenir, par exemple paire torsadée blindée (STP) ou paire torsadée non blindée (UTP), les deux doivent être soumis aux essais de conformité à la norme.

C.2 Mesure de l'impédance de mode commun du câble, de la ferrite et de l'appareil auxiliaire

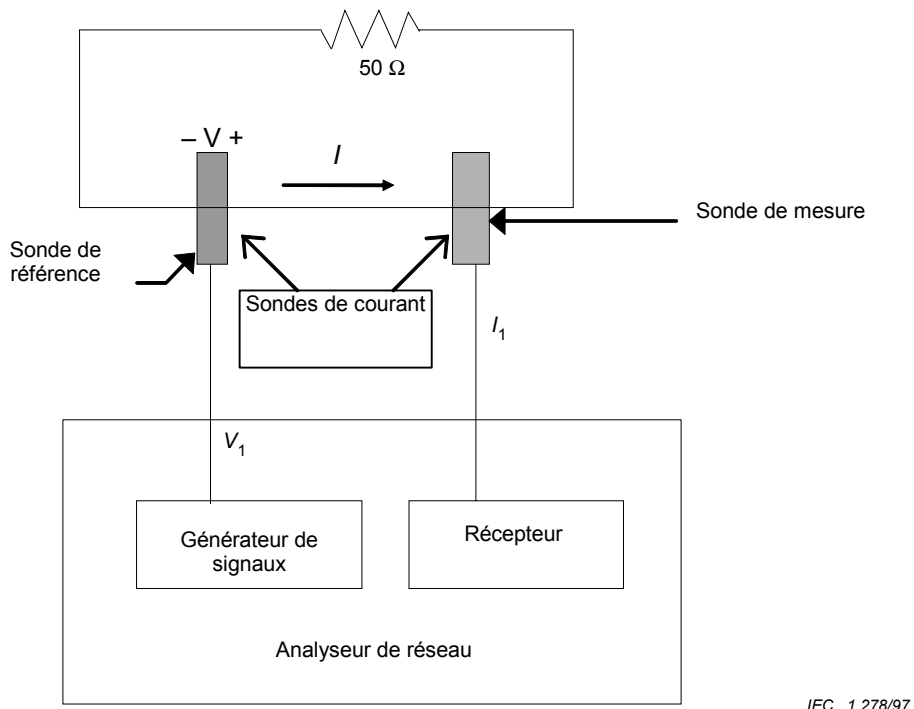
- Calibrer l'ensemble 50Ω composé de la sonde de référence et de celle de mesure 50Ω (voir Figure C.4). Appliquer une tension de référence (V_1) provenant d'un générateur de signaux dans la sonde de référence et noter le courant résultant (I_1) dans la sonde de mesure.

- Retirer le câble sortant de l'appareil en essai et le relier à la terre à l'extrémité de l'appareil en essai (voir Figure C.4).
- Appliquer la même tension de référence (V_1) sur le câble avec la même sonde de référence.
- Mesurer le courant avec la même sonde de mesure et calculer l'impédance de mode commun de l'ensemble constitué du câble, de la ferrite et de l'appareil auxiliaire en comparant le courant (I_2) obtenu sur la sonde de mesure à celui (I_1) obtenu lors de la première étape (impédance de mode commun = $50 \times I_1 / I_2$). Par exemple, si I_2 est égal à la moitié de I_1 , alors l'impédance de mode commun est 100Ω .
- Il convient que cette technique de mesure de l'impédance TCM soit utilisée uniquement dans les conditions suivantes:

La longueur de la boucle (circonférence) dans le dispositif d'étalonnage en 50Ω de la Figure C.4 doit représenter 0,9 – 1,1 fois la longueur totale de la boucle de la Figure C.4 et il convient que les deux longueurs de boucle soient inférieures à 1,25 m. Ces conditions sont nécessaires pour minimiser la ou les résonances de boucle qui pourraient affecter la mesure d'impédance et augmenter l'incertitude sur les mesures. L'une des deux méthodes suivantes est utilisée pour mesurer l'impédance TCM.

Méthode 1: Raccorder un analyseur d'impédance au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai au niveau de l'inverseur représenté à la Figure C.4. Raccorder l'analyseur d'impédance entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et le plan de masse de référence. L'appareil en essai n'est pas raccordé durant cette mesure, et tous les fils du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai sont connectés ensemble au niveau du point de raccordement à l'analyseur d'impédance. Il convient que les conditions précitées sur la longueur des câbles soient appliquées pour cette mesure. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.

Méthode 2: A l'aide d'un analyseur de réseaux, d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif, mesurer la tension et le courant de mode commun. Le rapport de la tension au courant, mesurés sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai selon la méthode utilisant l'analyseur de réseaux, définit l'impédance TCM. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.



IEC 1 278/97

Figure C.4 – Dispositif d'étalonnage

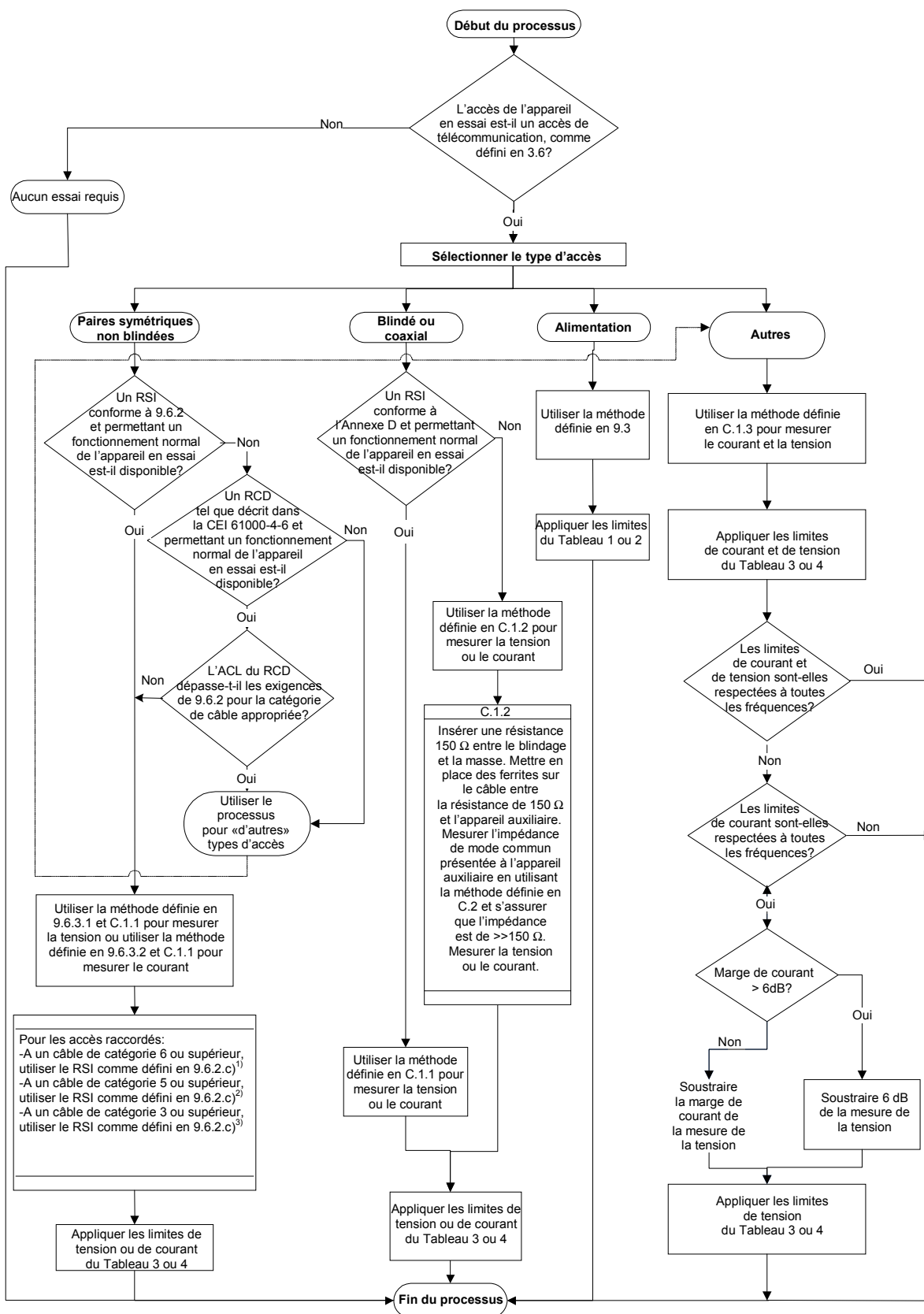
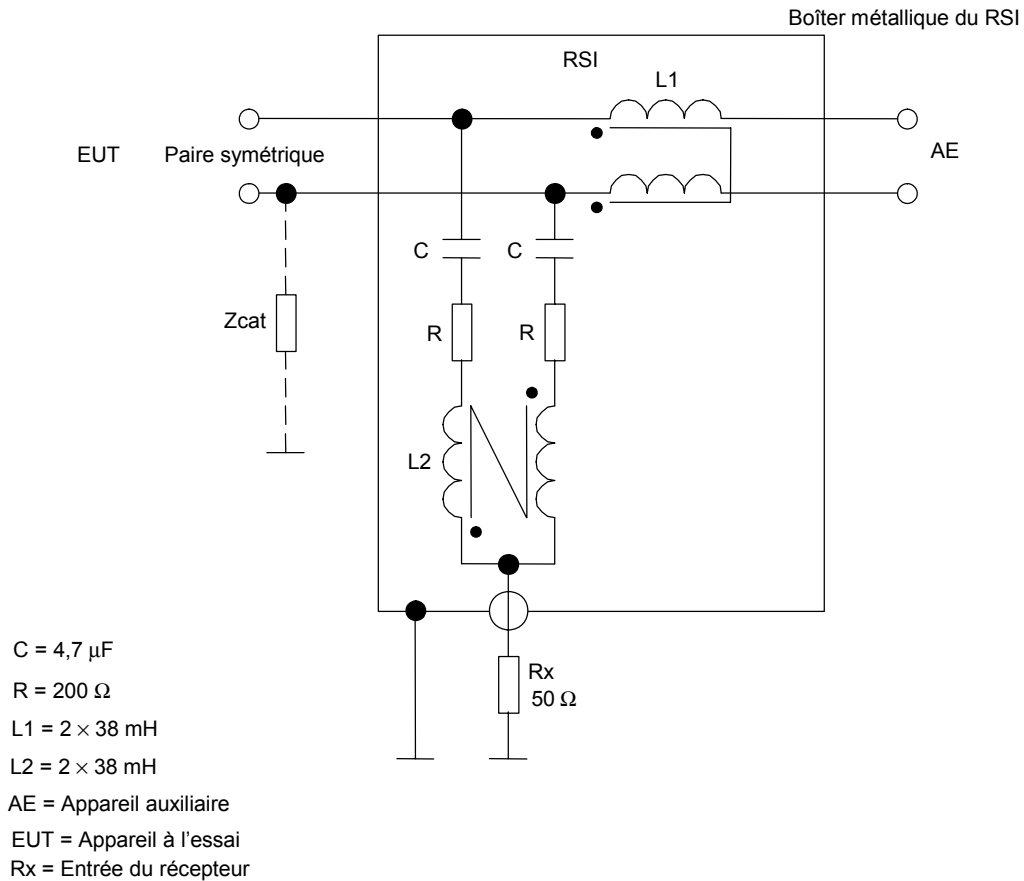


Figure C.5 – Organigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Annexe D (informative)

Schémas de principe d'exemples de réseaux de stabilisation d'impédance (RSI)

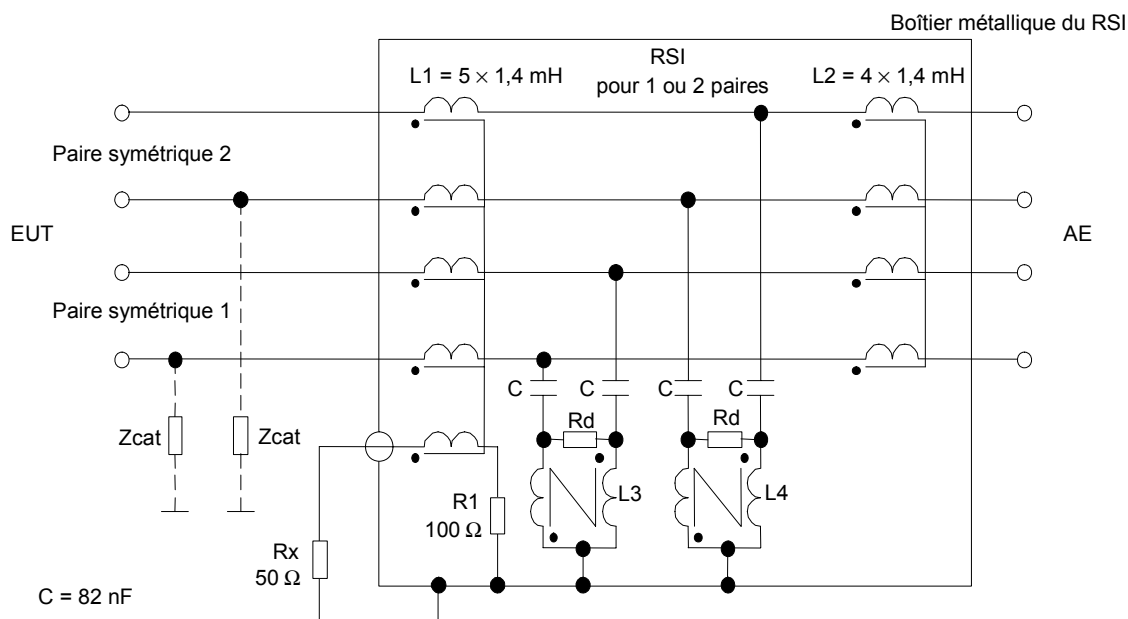


IEC 1355/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

Figure D.1 – RSI pour une paire symétrique non blindée



C = 82 nF

L3 = 2 × 3,1 mH

L4 = 2 × 3,1 mH

Rd = 390 Ω

AE = Appareil auxiliaire

EUT = Appareil à l'essai

Rx = Entrée du récepteur

L3 et L4 fournissent une inductance transverse à travers chaque paire = 4 × 3,1 mH = 12,4 mH

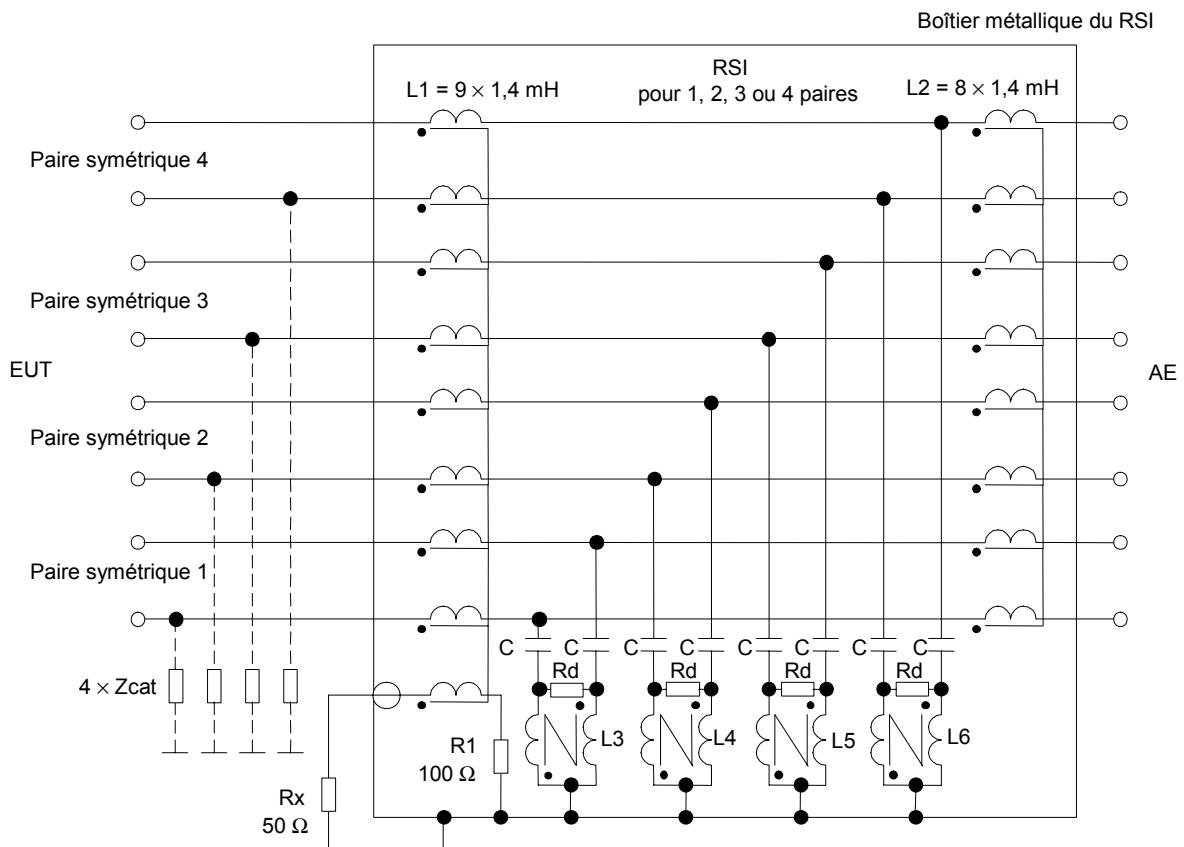
IEC 1356/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

NOTE 3 Ce RSI peut être utilisé pour mesurer les perturbations de mode commun aussi bien sur une seule paire symétrique non blindée que sur deux paires symétriques non blindées.

Figure D.2 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) élevé pour une ou deux paires symétriques non blindées



$C = 82 \text{ nF}$

$R_d = 390 \text{ } \Omega$

AE = Appareil auxiliaire

EUT = Appareil à l'essai

Rx = Entrée du récepteur

$L_3, L_4, L_5 \text{ et } L_6 = 2 \times 3,1 \text{ mH}$

$L_3, L_4, L_5, \text{ et } L_6$, fournissent une inductance transverse à travers chaque paire = $4 \times 3,1 \text{ mH} = 12,4 \text{ mH}$

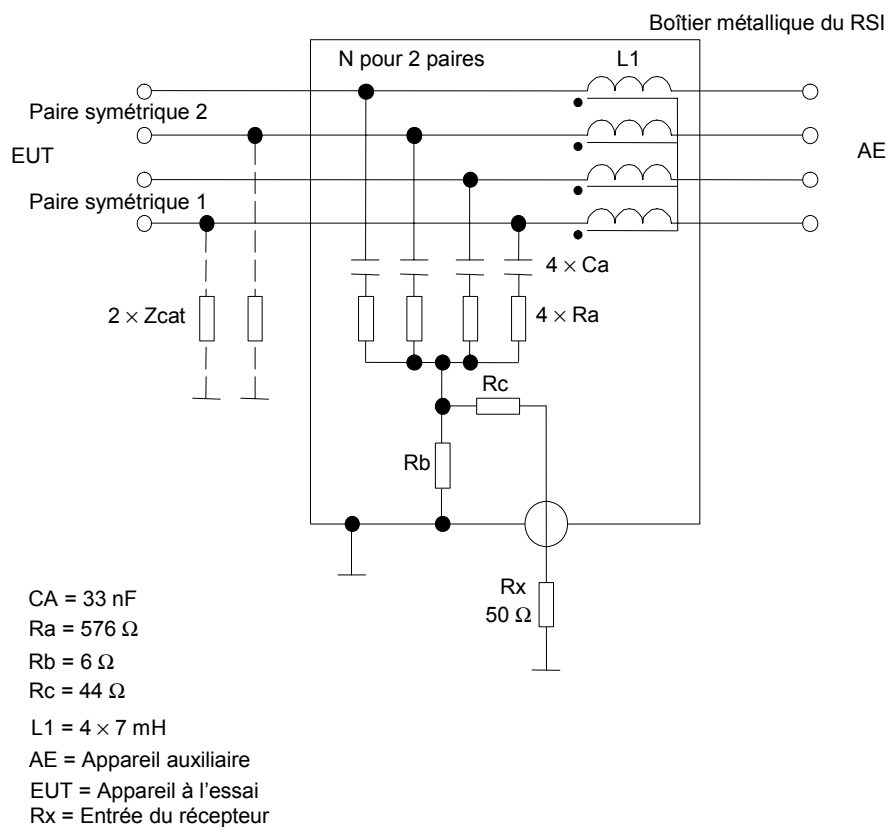
IEC 1357/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

NOTE 3 Ce RSI peut être utilisé pour mesurer les perturbations de mode commun aussi bien sur une seule paire symétrique non blindée que sur deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées.

Figure D.3 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une, deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées



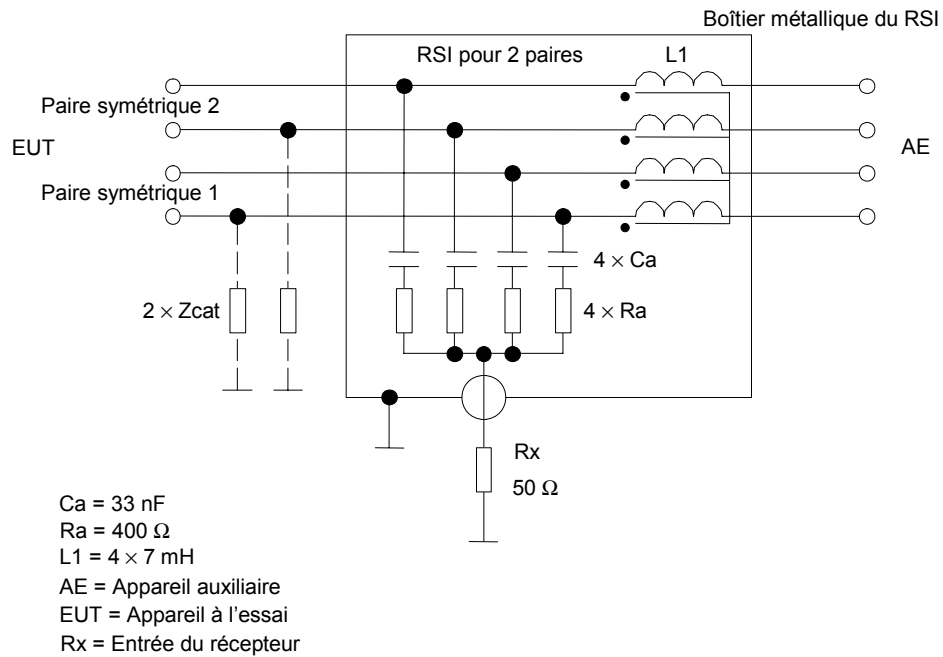
IEC 1358/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 34 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

AVERTISSEMENT Il ne faut pas utiliser ce RSI pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliés à des accès de télécommunication qui utilisent uniquement une paire symétrique non blindée active.

Figure D.4 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour deux paires symétriques non blindées



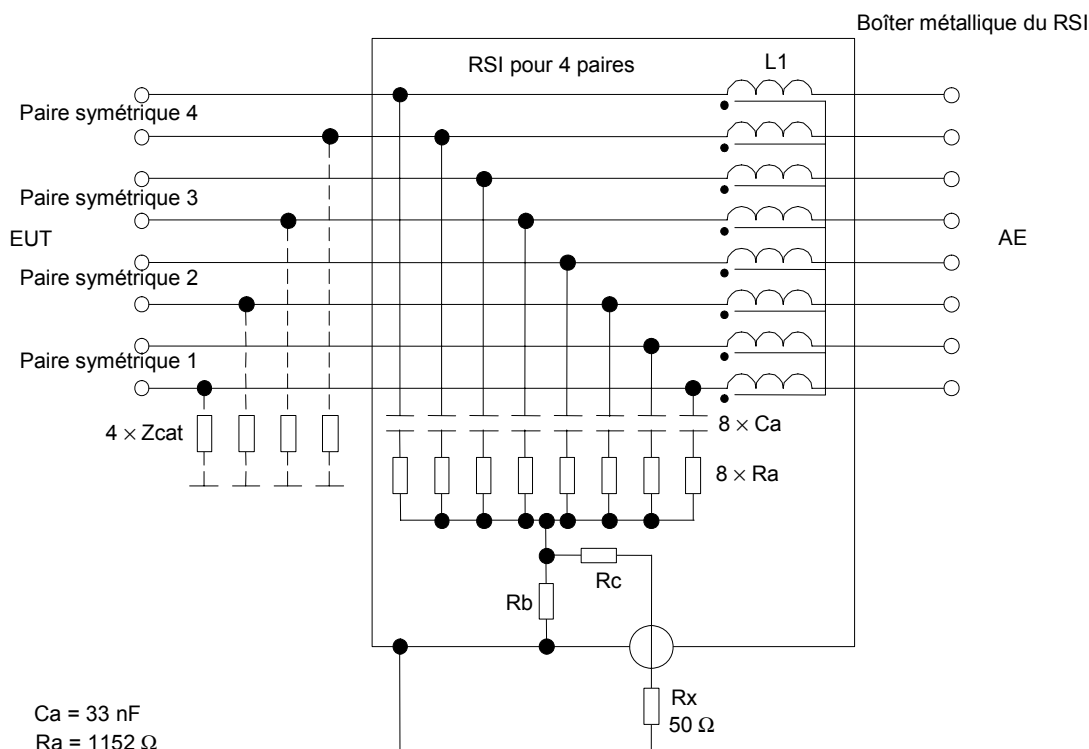
IEC 1359/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

AVERTISSEMENT Il ne faut pas utiliser ce RSI pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliés à des accès de télécommunication qui utilisent uniquement une paire symétrique non blindée active.

Figure D.5 – RSI pour deux paires symétriques non blindées



- Ca = 33 nF
- Ra = 1152 Ω
- Rb = 6 Ω
- Rc = 44 Ω
- L1 = 8 × 7 mH
- AE = Appareil auxiliaire
- EUT = Appareil à l'essai
- Rx = Entrée du récepteur

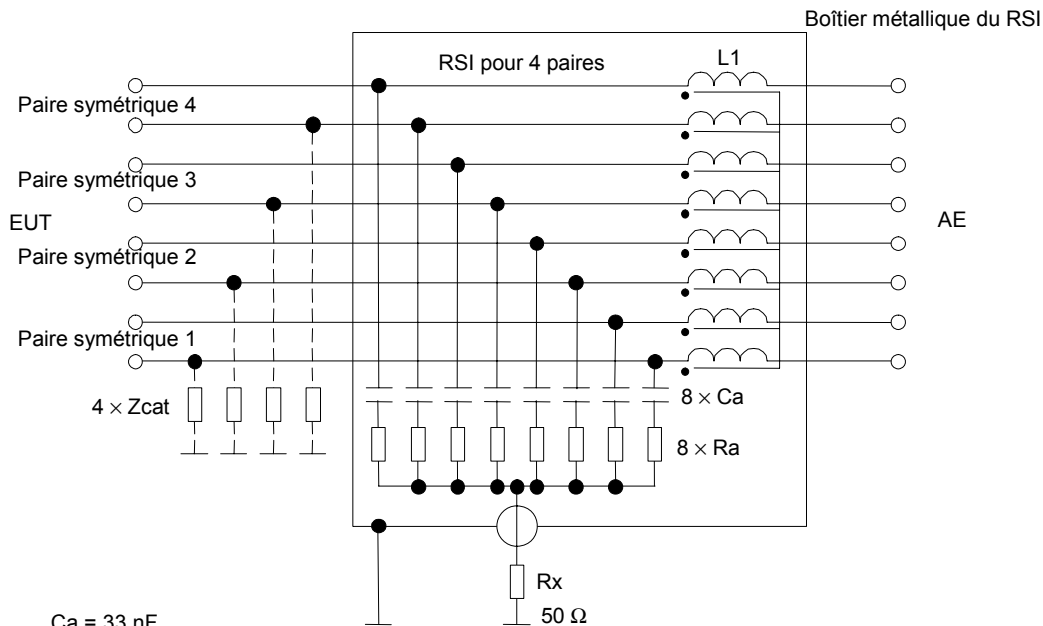
IEC 1360/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 34 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

AVERTISSEMENT Ce RSI utilise les terminaisons des quatre paires pour réaliser les impédances spécifiées et de ce fait il ne faut pas l'utiliser pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliées à des accès de télécommunication qui utilisent autre que quatre paires symétriques non blindées actives.

Figure D.6 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour quatre paires symétriques non blindées



Ca = 33 nF
 Ra = 800 Ω
 L1 = 8 × 7 mH
 AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur

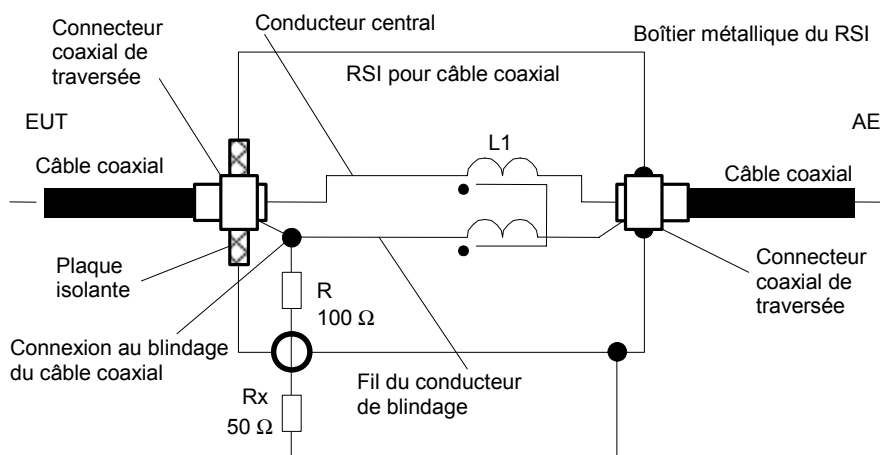
IEC 1361/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

AVERTISSEMENT Ce RSI utilise les terminaisons des quatre paires pour réaliser les impédances spécifiées et de ce fait il ne faut pas l'utiliser pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliées à des accès de télécommunication qui utilisent autre que quatre paires symétriques non blindées actives.

Figure D.7 – RSI pour quatre paires symétriques non blindées

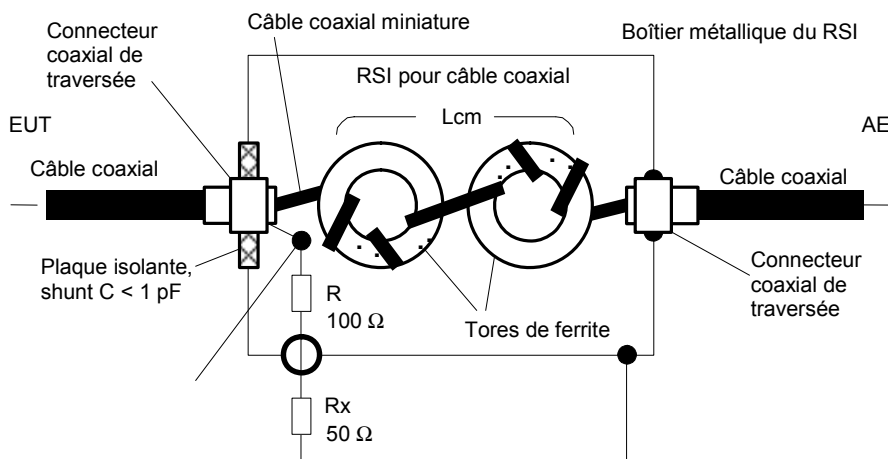


AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 Inductance de mode commun L1 = 2 × 7 mH

IEC 1362/08

NOTE Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

Figure D.8 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire d'un conducteur central isolé et d'un conducteur extérieur (blindage) isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite)



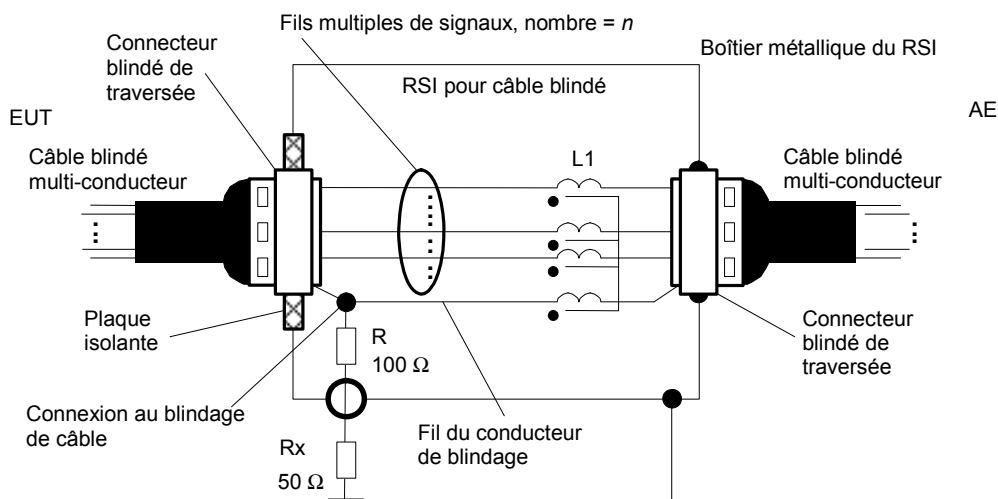
AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 Inductance de mode commun $L_{cm} > 9$ mH, plaque isolante shunt : $C < 1$ pF

IEC 1363/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Il se peut que plusieurs tores soient nécessaires pour satisfaire entièrement aux prescriptions pour les RSI.

Figure D.9 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un câble coaxial miniature (miniature semi-rigide avec conducteur extérieur en cuivre plein ou miniature avec conducteur extérieur à double tresse) enroulé sur des tores de ferrite

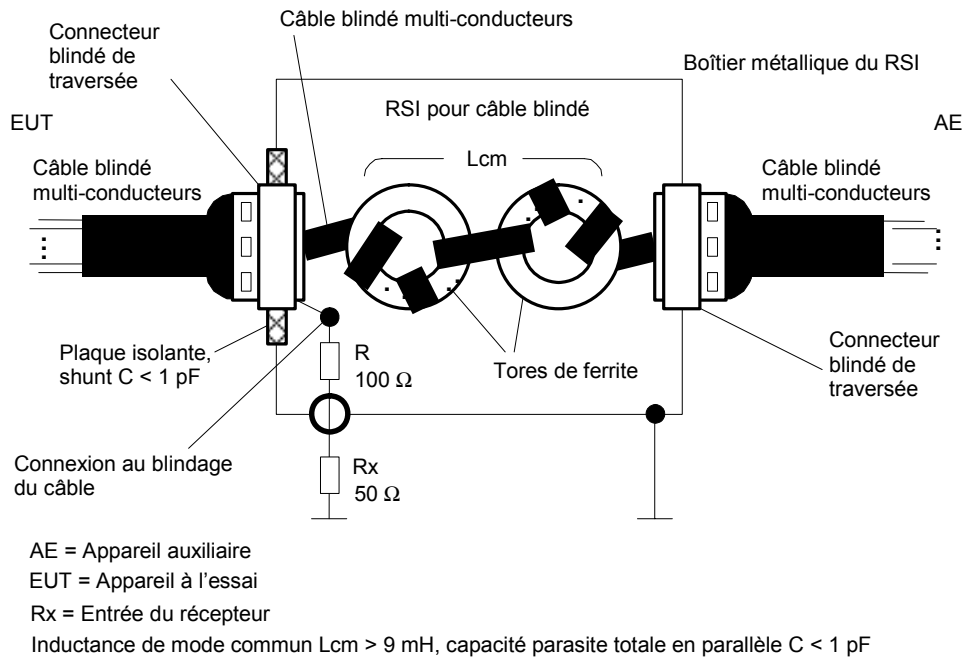


AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 Inductance de mode commun $L_1 = (n + 1) \times 7$ mH, où n = nombre de fils de signaux

IEC 1364/08

NOTE Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

Figure D.10 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire des fils de signaux isolés et du fil de blindage isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite)



IEC 1365/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Il se peut que plusieurs tores soient nécessaires pour satisfaire entièrement aux prescriptions pour les RSI.

Figure D.11 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance de mode commun constituée en enroulant un câble blindé multi-conducteurs sur des tores de ferrite

Annexe E (informative)

Paramètres des signaux aux accès de télécommunication

E.1 Généralités

Cette norme ne définit aucune limite pour les niveaux de courant ou de tension des signaux différentiels.

Cependant, le niveau maximal des signaux de mode différentiel présents aux accès de télécommunication dépend de, et est limité par, l'équilibre électrique ou affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) [1] [2] des accès de télécommunication et des câbles ou réseaux auxquels ils peuvent être connectés, si l'on ne veut pas que ces signaux utiles engendrent des perturbations inacceptables au niveau de l'impédance de mode commun avec la terre.

L'ACL d'un accès signal, câble ou réseau entraîne la transformation en perturbations de mode commun, qui sont limitées dans la présente norme (ACL) [3] [4] [5], d'une partie de tout signal différentiel présent sur cet accès, câble ou réseau. Les perturbations de mode commun (également appelées perturbations de mode antenne, car elles sont une source de perturbations rayonnées dans l'environnement) doivent être limitées si l'on veut minimiser les perturbations causées à la réception de signaux radioélectriques de toutes sortes. Les perturbations de mode commun créées à un accès signal équilibré au mieux ou par un moyen de transmission, par exemple une paire torsadée en cuivre, doivent être contrôlées et limitées, que cet accès ou ce câble comporte un blindage global ou non. Si un équipement blindé est utilisé, les déficiences dans le blindage lui-même ou dans les connexions blindées – entraînant parfois des discontinuités électriques significatives – vont se traduire par l'apparition en dehors du blindage d'une partie des perturbations de mode commun créées dans la partie blindée.

Les valeurs d'équilibre et d'ACL dans le pire des cas, mentionnées dans de nombreuses spécifications de réseaux, sont basées sur les performances souhaitées en matière de transmission du signal et de diaphonie de ces réseaux et n'ont pas nécessairement pour souci le contrôle des perturbations de mode commun qui font l'objet de cette norme.

Pour s'assurer que les spécifications concernant la configuration physique des réseaux de télécommunications n'entraînent pas par inadvertance l'apparition de perturbations de mode commun inacceptables, il est essentiel que l'implication sur la compatibilité électromagnétique (CEM) de la spécification de certains paramètres cruciaux soit prise en compte au début de l'élaboration des normes de réseaux.

Pour réaliser la CEM des réseaux de télécommunications utilisant des paires torsadées non blindées, les paramètres les plus importants à prendre en compte sont:

- les niveaux spécifiés des signaux électriques transverses ou de mode différentiel;
- les caractéristiques spectrales du codage spécifié pour les signaux utiles de mode différentiel;
- la nature du protocole pour les signaux utiles de mode différentiel;
- l'équilibre électrique, ou ACL, prévu du support physique en cuivre, sur site, sur lequel les signaux électriques utiles vont transiter;
- l'équilibre électrique, ou ACL, des accès de télécommunication des moyens de liaison qui seront connectés au support physique;

- les impédances de mode commun et de mode différentiel prévues du support physique sur lequel les signaux utiles de mode différentiel vont transiter;
- les impédances de mode commun et de mode différentiel spécifiées aux accès de télécommunication des moyens de liaison sur lesquels les signaux utiles de mode différentiel vont apparaître;
- l'efficacité de blindage prévue des connecteurs et des blindages si des éléments blindés sont employés.

L'influence du niveau absolu des signaux utiles de mode différentiel sur les perturbations de mode commun résultantes demande quelques éclaircissements. En l'absence de non-linéarités, le niveau des perturbations de mode commun provenant de la conversion de mode différentiel en mode commun due à la dissymétrie électrique des accès de télécommunication ou du support physique est directement proportionnelle au niveau des signaux utiles de mode différentiel.

Les caractéristiques spectrales et les protocoles spécifiés pour les signaux utiles de mode différentiel auront également une influence importante sur le niveau des perturbations de mode commun apparaissant sur le support physique.

Pour un taux de transmission de données donné, un signal différentiel qui emploie un codage qui étale la puissance transmise sur une large gamme de fréquences est moins susceptible de créer des perturbations de mode commun inacceptables qu'un code de signal différentiel qui concentre la puissance sur une ou plusieurs bandes étroites de fréquences.

Le choix du protocole pour les signaux peut influencer de façon significative les caractéristiques spectrales des signaux différentiels. Le format des délimiteurs de début et de fin, la structure binaire de la trame et de la synchronisation, la structure binaire des «jetons» et enfin la conception des protocoles de contrôle d'accès, ont une grande influence sur la façon dont la puissance des signaux différentiels se concentre dans des bandes étroites de spectre pour les différents modes de fonctionnement (trafic important, trafic faible, veille) du réseau de télécommunication. La génération de formes d'ondes hautement périodiques et maintenues pendant de grands intervalles de temps devrait être évitée si l'on veut minimiser les perturbations de mode commun créées par les signaux différentiels dans le réseau.

E.2 Estimation du niveau des perturbations de mode commun

Le niveau des perturbations de mode commun qui seront créées par la conversion de mode différentiel en mode commun peut être évalué si la relation entre les paramètres spectraux et électriques importants est connue. En particulier, le niveau maximal autorisé pour les signaux de mode différentiel peut être estimé pour que les perturbations de mode commun qu'ils créent ne dépassent pas les limites des perturbations de mode commun.

Considérons deux éléments connectés ensemble dans un réseau local, par exemple un accès de télécommunication équilibré de façon optimale relié à une paire torsadée non blindée également équilibrée de façon optimale et terminée par son impédance caractéristique. Supposons que la dissymétrie électrique globale de ces deux éléments provienne essentiellement de la dissymétrie électrique de l'élément qui présente le plus mauvais (le plus faible) ACL. Le niveau des perturbations de mode commun créées par la conversion du mode différentiel en mode commun via l'ACL de cet élément est approximativement donné par:

$$I_{\text{cm}} \text{ (dB}\mu\text{A)} \approx U_{\text{T}} \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{ACL (dB)} - 20 \log_{10} \left| 2 Z_0 \cdot \frac{Z_{\text{cm}} + Z_{\text{ct}}}{Z_0 + 4 Z_{\text{cm}}} \right| \quad (\text{E.1})$$

lorsque l'on estime le courant de mode commun I_{cm} créé par la tension de mode différentiel U_T , et par:

$$U_{cm} \text{ (dB}\mu\text{V)} \approx U_T \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{ACL (dB)} - 20 \log_{10} \left| \frac{2 Z_0}{Z_{cm}} \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4 Z_{cm}} \right| \quad (\text{E.2})$$

lorsque l'on estime la tension de mode commun U_{cm} créée par la tension de mode différentiel U_T ,

où

Z_{cm} est l'impédance de mode commun de l'élément ayant le plus mauvais (le plus faible) ACL;

Z_{ct} est l'impédance de mode commun de l'élément ayant l'ACL le plus élevé;

Z_0 est l'impédance transverse ou de mode différentiel de l'accès de télécommunication.

Les expressions ci-dessus, qui ont été déduites de formules développées dans [6], supposent implicitement que les deux éléments de l'ensemble présentent une impédance transverse ou de mode différentiel égale à Z_0 .

En remplaçant dans les équations ci-dessus le niveau des perturbations de mode commun par les limites de ces perturbations de mode commun, on peut alors estimer le niveau maximal possible des signaux transverses ou de mode différentiel.

Pour l'utilisation des équations ci-dessus, il est rappelé que la limite des perturbations de mode commun est une quantité spécifique à comparer à des perturbations mesurées dans une largeur de bande déterminée (9 kHz par exemple) et avec un mode de détection particulier (quasi-crête ou valeur moyenne). Par conséquent pour un ACL donné, le niveau maximal autorisé du signal différentiel ainsi calculé correspond à ce qu'il est permis de voir apparaître lors d'une mesure du mode différentiel pratiquée avec le même mode de détection et la même bande passante.

E.3 Documents de référence

- [1] UIT-T Recommandation G.117: 1996, *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission*
- [2] UIT-T Recommandation O.9: 1988, *Montages à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie par rapport à la terre*
- [3] DANEFFEL, H.R. et RYSER, H., *Problem on the ISDN subscriber S and U interface*, ISSLS 86, pp 145-149, 1986
- [4] DAVIES, W.S., MACFARLANE, I.P. et BEN-MEIR, D., «Potential EMI from ISDN basic access systems», *Electronics Letters*, Vol. 24, No. 9, pp 533-534, April 1988
- [5] KUWABARA, N., AMEMIYA, F. et IDEGUCHI, T., «Interference field emission due to unbalance in telecommunication lines», IEEE Int. Symp. on EMC, Nagoya, pp 487-492, Sept. 1989
- [6] VAN MAURIK, R.M., «Potential Common Mode Currents On The ISDN S And T-Interface Caused By Cable Unbalance», IEEE Eighth International Conference on Electromagnetic Compatibility, Edinburgh, 21-24 Sept. 1992, IEE Conference Publication No. 362, pp 202-206.
- [7] HAAS, LEE and CHRISTENSEN, KEN, *LAN Traffic Conditions for EMI Compliance Testing*, IBM Corporation, Research Triangle Park, NC.

Annexe F (informative)

Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication

F.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 l'appareil en essai au niveau de l'accès de l'appareil 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 de l'appareil auxiliaire et de l'appareil en essai.

En général, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire n'est pas définie, à moins qu'un RCD/RSI ne soit utilisé. Si l'appareil auxiliaire est situé à l'extérieur de la cage de Faraday, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil 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.

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

Seul le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai est représenté sur les Figures de l'Annexe C. 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 appareils. Par conséquent, l'impédance TCM des connexions non soumises à la mesure doit être définie au cours de l'essai sur les petits appareils. 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 RSI ou RCD avec l'accès de mesure RF terminé par une résistance 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 l'ACL (affaiblissement de conversion longitudinal) typique de la catégorie de câblage la plus basse (ACL le plus défavorable) spécifié pour l'accès de télécommunication en essai. L'idée implicite de cette exigence est de prendre en compte la transformation du signal symétrique en signal TCM, qui pourrait contribuer au rayonnement lorsque l'appareil en essai est utilisé en conditions réelles. La dissymétrie de conception intentionnelle du RSI a pour but d'obtenir l'ACL spécifié. Cette dissymétrie peut accroître ou annuler l'asymétrie de l'appareil 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 en utilisant le RSI approprié défini en 9.6.2.

Etant donné que le déséquilibre sur chaque paire symétrique peut contribuer/contribuera au total des émissions conduites en mode commun, il convient de considérer toutes les combinaisons de déséquilibre sur toutes les paires symétriques. Pour une paire symétrique simple, l'impact sur l'essai est relativement mineur – les 2 conducteurs sont inversés. Cependant, pour 2 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge d'ACL (c'est-à-dire configurations d'essai) est de 4. Pour 4 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge s'élève à 16. De tels nombres auront un impact significatif sur la durée et la documentation des essais. Il convient que ces types d'essais soient réalisés avec soin et, s'ils sont mis en œuvre, qu'ils soient correctement documentés.

L'accès de mesure RF d'un RSI/RCD non raccordé au récepteur de mesure doit être chargé par une résistance de 50 Ω.

Le Tableau F.1 donne un résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C.

Tableau F.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C

	Méthode C.1.1	Méthode C.1.2	Méthode C1.3
Avantages	Plus petite incertitude de mesure. (Possible seulement si des RSI/CDN avec des propriétés de transmission appropriées sont disponibles) Le LCL doit être connu et doit être pris en compte.	Non-invasive (à l'exception du retrait de l'isolation du câble blindé). Toujours applicable aux câbles blindés. Faible incertitude de mesure à des fréquences plus élevées.	Non- invasive.
Inconvénients	Pas applicable dans tous les cas. (Nécessite des RSI/CDN appropriés) Invasive (nécessite des raccordements par câble appropriés). Nécessite un RSI ou un CDN individuel pour chaque type de câble (entraîne un nombre élevé de RSI/CDN différents). Aucune isolation n'est fournie par un RSI vis-à-vis des signaux symétriques provenant de l'équipement auxiliaire.	Augmentation de l'incertitude sur la mesure aux très basses fréquences (<1 MHz). La destruction de l'isolation du câble est nécessaire. Isolation réduite vis-à-vis des perturbations provenant de l'équipement auxiliaire (comparé à C.1.1). N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due au LCL du réseau câblé auquel l'équipement en essai sera raccordé.	Aucune isolation vis-à-vis des perturbations provenant de l'équipement auxiliaire (comparé à C.1.1). N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due au LCL du réseau câblé au quel l'équipement en essai sera raccordé.

F.2 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif

La méthode décrite en C.1.3 a l'avantage d'être applicable de manière non invasive à tous les types de câbles. Cependant, à moins que l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire ne soit de 150 Ω, la méthode C.1.3 donnera un résultat qui sera en général surestimé, mais jamais sous-estimé (estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable).

F.3 Principes de base de la sonde de tension à couplage capacitif

La Figure C.3 utilise une sonde de tension à couplage capacitif pour mesurer la tension TCM. Il existe deux approches de conception d'une sonde de tension à couplage capacitif. Pour chacune des approches, si l'on est en présence d'une impédance TCM de 150 Ω , la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai apparaîtra comme une charge en parallèle avec l'impédance TCM de 150 Ω .

La tolérance sur l'impédance TCM est de $\pm 20 \Omega$ sur la plage de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz. Si la charge de la sonde de tension à couplage capacitif doit au plus diminuer l'impédance TCM de 150 Ω à 120 Ω , il convient que la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai soit $< 5 \text{ pF}$ à 30 MHz (cas le plus défavorable en fréquences). A 30 MHz, 5 pF représente environ $-j1,062 \Omega$, ce qui, en parallèle avec 150 Ω , donne une impédance TCM combinée d'environ 148 Ω .

La première approche de conception de la sonde de tension à couplage capacitif consiste à faire de la sonde un dispositif simple reposant sur l'utilisation de la distance de séparation physique avec le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai pour atteindre l'objectif d'obtenir une charge capacitive $< 5 \text{ pF}$. Ce type de sonde de tension à couplage capacitif est décrit en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.

La deuxième approche de conception utilise un dispositif de couplage capacitif situé à proximité du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (le dispositif est en fait en contact physique avec l'isolant du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai). Une sonde de tension standard de type oscilloscope ayant une impédance $> 10 \text{ M}\Omega$ avec une capacité de sonde $< 5 \text{ pF}$ est placée en série avec le dispositif de couplage capacitif. En théorie, la capacité de sonde placée en série avec la capacité du dispositif de couplage capacitif ne présentera au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai que la capacité de sonde. En pratique, il est possible, compte tenu de la dimension physique du dispositif de couplage capacitif, d'avoir une capacité parasite importante en parallèle avec la capacité de la sonde. Si cela se produit, la charge capacitive totale sera supérieure à celle de la sonde elle-même, et l'exigence d'avoir une charge capacitive $< 5 \text{ pF}$ peut être enfreinte. Si cette technique est utilisée, il convient de vérifier la valeur de charge capacitive par la mesure, et non pas de se fier à la théorie.

Cette mesure de capacité peut être réalisée avec n'importe quel capacimètre pouvant fonctionner dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz. La capacité est mesurée entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (tous les conducteurs dans le câble sont connectés ensemble au point de raccordement avec l'appareil de mesure) et le plan de masse de référence. Il convient d'utiliser pour cette mesure de capacité un câble du même type que celui utilisé pour la mesure des émissions conduites.

NOTE Cette méthode procure l'incertitude la plus faible si la longueur du câble entre l'appareil en essai et l'appareil auxiliaire est inférieure à 1,25 m. Des câbles significativement plus longs peuvent être le siège d'ondes stationnaires risquant de compromettre les mesures de tension et de courant.

F.4 Combinaison des limites en courant et en tension

Si l'impédance TCM n'est pas de 150 Ω, la mesure de la tension ou du courant seul(e) n'est pas acceptable à cause de l'incertitude de mesure très élevée due aux impédances TCM non définies ou inconnues. Cependant, si à la fois la tension et le courant sont mesurés en appliquant simultanément les limites en courant et en tension, le résultat fournit une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable, comme expliqué ci-dessous.

Le circuit de base pour lequel la limite est définie est représenté à la Figure F.1. Ce circuit est la référence pour laquelle les limites exprimées en courant et en tension ont été dérivées. Toute autre mesure doit être comparée à ce circuit de base. Z_1 est un paramètre inconnu de l'appareil en essai. Z_2 a une valeur de 150 Ω dans la mesure de référence.

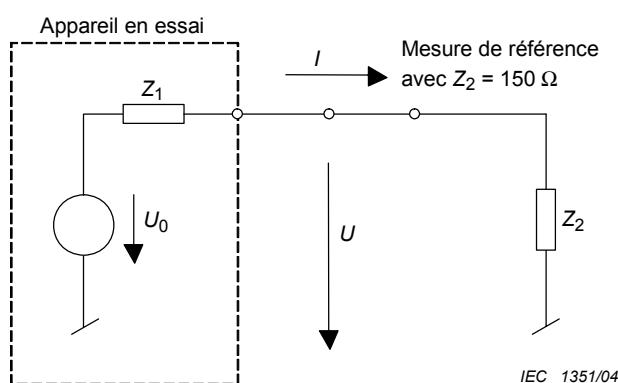


Figure F.1 – Circuit de base pour la considération des limites avec une impédance TCM définie de 150 Ω

Si la mesure est effectuée sans définir l'impédance TCM vue par l'appareil en essai, le circuit simplifié est comme représenté à la Figure F.2, où l'impédance TCM Z_2 vue par l'appareil en essai est définie par l'appareil auxiliaire et peut avoir n'importe quelle valeur. Par conséquent, Z_1 ainsi que Z_2 sont des paramètres inconnus de la mesure.

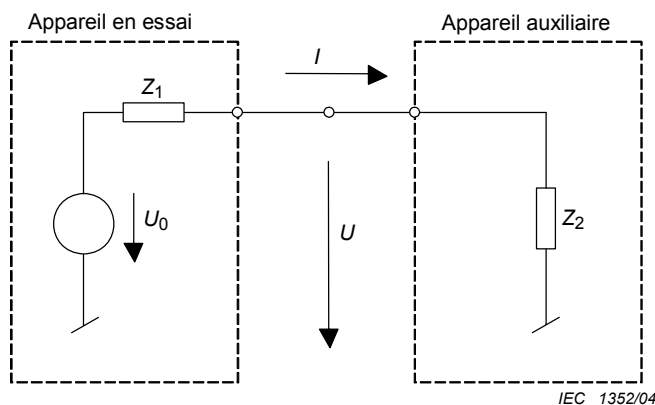


Figure F.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance TCM inconnue

Si la mesure est effectuée conformément au circuit de la Figure F.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 l'un comme l'autre peut être utilisé pour déterminer la conformité à la limite. Ce n'est pas le cas si Z_2 n'a pas une valeur de 150Ω . (Figure F.2).

Il est important d'être conscient que la quantité déterminant la conformité à la limite n'est pas la tension de source U_0 . La tension perturbatrice mesurée doit être mesurée sur une impédance Z_2 normalisée de 150Ω et dépend à la fois de Z_1 , Z_2 et U_0 . La valeur limite peut être atteinte avec un appareil en essai ayant une haute impédance Z_1 et une tension de source U_0 élevée, ou bien avec une tension U_0 plus faible combinée à une impédance Z_1 inférieure.

Dans le cas plus général de la Figure F.2, où Z_2 n'est pas définie, il n'est pas possible de mesurer la valeur exacte de la tension perturbatrice. Etant donné que Z_1 et U_0 ne sont pas connues, il n'est pas possible d'en tirer la valeur de tension perturbatrice, même si la valeur de Z_2 est connue (ou est mesurée ou calculée à partir de I et U). Si, par exemple, on effectue des mesures sur un appareil en essai dont les émissions dépassent la limite, en mesurant uniquement la tension dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 faible ($Z_2 < 150 \Omega$) du côté de l'appareil auxiliaire, l'appareil en essai peut toujours sembler être conforme aux limites. Par contraste, si l'on effectue des mesures sur le même appareil en essai en mesurant uniquement le courant dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 élevée (par exemple en ajoutant des ferrites), l'appareil en essai peut à nouveau sembler être conforme aux limites.

Cependant, il peut être démontré que, si l'on applique simultanément la limite en courant et la limite en tension, la non-conformité d'un appareil en essai dont les émissions dépassent les limites sera toujours mise en évidence par un dépassement soit de la limite en courant (si Z_2 est $< 150 \Omega$), soit de la limite en tension (si Z_2 est $> 150 \Omega$).

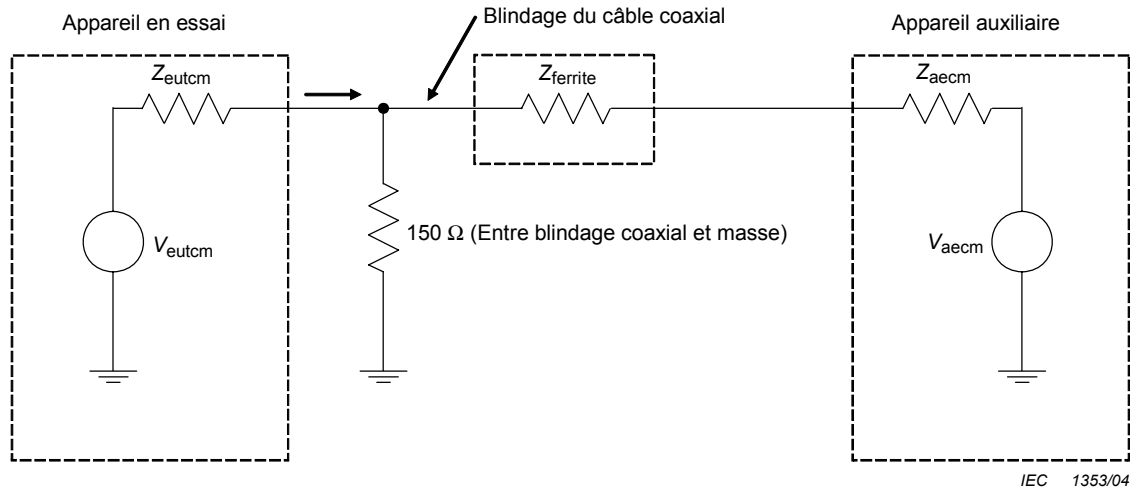
Si l'impédance TCM de l'appareil auxiliaire (Z_2) est éloignée de 150Ω , il est possible qu'un appareil en essai, qui serait conforme aux limites s'il est mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$, puisse être refoulé. Cependant, il n'arrivera jamais qu'un appareil en essai n'étant pas conforme aux limites soit accepté. La mesure conformément à C.1.3 est par conséquent une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable. Si un appareil en essai dépasse la limite avec cette méthode, il est possible que l'appareil en essai ait pu être conforme aux limites, s'il avait pu être mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$.

F.5 Ajustement de l'impédance TCM avec des ferrites

Dans certains cas (si à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est inférieure à 150Ω), il est possible d'ajuster l'impédance en ajoutant des ferrites sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai. Le Paragraphe C.1.4 prescrit une mesure de l'impédance TCM et un ajustement des ferrites pour chaque point de mesure en fréquence jusqu'à ce que l'impédance TCM soit de $150 \Omega \pm 20 \Omega$. La méthode est par conséquent très compliquée et demande beaucoup de temps si elle est appliquée sur la totalité du spectre de fréquence. Si, à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est supérieure à 150Ω , il n'y a pas de façon d'ajuster l'impédance à 150Ω en ajoutant des ferrites ou en décalant la position des ferrites pour les fréquences inférieures à 30 MHz. (D'autres méthodes pour ajuster l'impédance TCM à des fréquences spécifiques pourraient être imaginées à la place).

F.6 Exigences relatives aux ferrites utilisées dans l'Annexe C

Le Paragraphe C.1.2 définit un montage d'essai pour mesurer les émissions conduites en mode commun sur le blindage d'un câble coaxial. Il est spécifié de connecter une charge de 150Ω entre le blindage coaxial et le plan de masse de référence, comme représenté à la Figure C.2. Il est indiqué de placer des ferrites autour du blindage coaxial entre la charge de 150Ω et l'appareil auxiliaire. On trouvera ci-dessous des exigences fonctionnelles nécessaires pour les ferrites afin de satisfaire aux exigences de C.1.2.



Légende

V_{eutcm}	tension de mode commun générée par l'appareil en essai
Z_{eutcm}	impédance de source en mode commun de l'appareil en essai
V_{aecm}	tension de mode commun générée par l'appareil auxiliaire
Z_{aecm}	impédance de source en mode commun de l'appareil auxiliaire
$Z_{ferrite}$	impédance des ferrites
Z	impédance combinée de la charge de 150Ω , de $Z_{ferrite}$, et de Z_{aecm}

Figure F.3 – Montage d'impédance des composants utilisés à la Figure C.2

La Figure F.3 représente toutes les impédances de base mises en jeu dans la Figure C.2. Les ferrites sont spécifiées en C.1.2 pour fournir une impédance élevée, de telle sorte que "...l'impédance de mode commun au niveau de la résistance de 150Ω doit être suffisamment grande pour ne pas affecter la mesure." Cette impédance est représentée à la Figure F.3 par "Z".

L'extrait ci-dessus de C.1.2 implique que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} ne devrait pas faire chuter la valeur de charge résistive de 150Ω . L'approche générale de la CISPR 22 pour la tolérance sur les charges de mode commun de 150Ω est de $\pm 20 \Omega$ dans la plage de fréquences comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz . En associant ces deux concepts, il convient que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} en parallèle avec la résistance de 150Ω (Z à la Figure F.3) ne soit pas inférieure à 130Ω . Cela implique en retour que cette relation soit conservée, quelle que soit la valeur de Z_{aecm} .

Pour déterminer les caractéristiques d'impédance des ferrites, deux cas seulement sont à considérer: $Z_{aecm} =$ un circuit ouvert et $Z_{aecm} =$ un court-circuit. Si les ferrites peuvent être sélectionnées pour satisfaire à ces exigences, toute valeur de Z_{aecm} sera acceptable.

- Cas 1: $Z_{aecm} =$ circuit ouvert

La combinaison des impédances en série Z_{ferrite} et Z_{aecom} est également un circuit ouvert. L'impédance résultante d'un circuit ouvert en parallèle avec la charge de 150Ω a une valeur de 150Ω . Z_{ferrite} peut avoir n'importe quelle valeur.

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

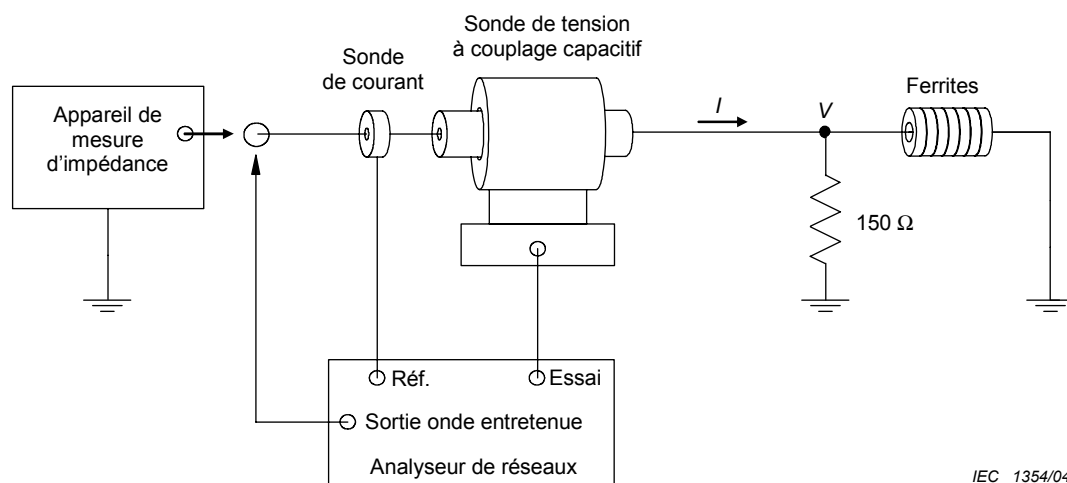
La combinaison des impédances en série Z_{ferrite} et Z_{aecom} est égale à Z_{ferrite} . L'impédance résultante de Z_{ferrite} en parallèle avec la résistance de 150Ω ne doit alors pas être inférieure à 130Ω . Sous forme d'équation:

$$[(150)(Z_{\text{ferrite}})]/(150 + Z_{\text{ferrite}}) \geq 130 \Omega$$

En résolvant l'équation, on obtient une valeur de $1\,000 \Omega$ pour Z_{ferrite} . Cela implique que les ferrites sélectionnées pour cette application doivent avoir une impédance minimale de $1\,000 \Omega$ dans la plage de fréquences comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz . Pour un ensemble de ferrites donné, l'impédance minimale ($j\omega L$) se produira à la fréquence la plus basse de $0,15 \text{ MHz}$.

En combinant les deux cas cités ci-dessus, on remarque que le Cas 2 à $0,15 \text{ MHz}$ établit les exigences minimales pour l'impédance des ferrites. Toute valeur d'impédance pour les ferrites supérieure à cette valeur serait acceptable.

Pour déterminer si les ferrites sélectionnées remplissent la fonction prévue, on suggère le montage d'essai représenté à la Figure F.4. Un appareil de mesure d'impédance ou un analyseur classiques peuvent être utilisés pour mesurer l'impédance entre le point Z et la masse de référence. Une autre approche consiste à mesurer individuellement la tension et le courant au point Z (I et V à la Figure F.4) et à calculer l'impédance. Au minimum, il convient de mesurer l'impédance à $0,15 \text{ MHz}$. On recommande cependant de mesurer l'impédance sur l'ensemble de la plage comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz afin de s'assurer qu'aucune capacité parasite associée aux ferrites et au câble coaxial ne dégrade l'impédance des ferrites. Cela présente un intérêt étant donné que les données des laboratoires ont montré qu'il est improbable qu'une impédance désirée puisse être obtenue avec un seul passage du câble coaxial dans les ferrites. Des passages multiples sont nécessaires en bouclant le câble autour des ferrites. Cela augmente les chances de minimiser les capacités parasites affectant de façon néfaste l'impédance des ferrites. La possibilité d'obtenir l'impédance désirée en fonction de la fréquence a été démontrée en laboratoire.



IEC 1354/04

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

F.7 Incertitude de mesure pour les mesures des émissions conduites sur les accès de télécommunication

Les principales composantes d'incertitude pour chacune des mesures sont identifiées et une estimation de leur amplitude est fournie. Toutes les hypothèses formulées sont documentées en A.5 de la CISPR 16-4-2.

F.7.1 Exemple d'incertitude de mesures effectuées avec des RSI

Grandeur d'entrée	x_i	Incertitude de x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Fonction de distribution de probabilité			
Lecture sur le récepteur	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur RSI	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension du RSI	L_{RSI}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Corrections du récepteur:						
Tension sinusoïdale	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Réponse en amplitude à une impulsion	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Fréquence de répétition des impulsions	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Proximité du plancher de bruit	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Ecart Récepteur RSI	δM	$+0,7/-0,8$	Forme en U	0,53	1	0,53
Impédance du RSI	δZ_i	$+2,6/-2,7$	Forme triangulaire	1,08	1	1,08
Impédance de l'AMN	δZ_a	$+2,6/-2,7$	Forme triangulaire	1,08	1	1,08

Le mesurande $V_{RSI} = V_r + L_c + L_{RSI} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_i + \delta Z_a$.

L'incertitude type combinée $U_c(V_{RSI}) = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(x_i)}$ est de 2,1.

$U_{Lab} = 2U_c(V_{RSI})$ est de 4,2 dB.

F.7.2 Exemple d'incertitude de mesures effectuées au moyen des sondes de courant et des sondes de tension

Grandeur d'entrée	x_i	Incertitude de x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Fonction de distribution de probabilité			
Lecture sur le récepteur	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur de la sonde de courant	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension de la sonde de courant	L_{cp}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur de la sonde de tension	L_v	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension de la sonde de tension	L_{vp}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Corrections du récepteur :						
Tension sinusoïdale	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Réponse en amplitude à une impulsion	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87

Fréquence de répétition des impulsions	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Proximité du plancher de bruit	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Ecart: Récepteur- sonde	δM	+0,7/-0,8	Forme en U	0,53	1	0,53
Impédance de l'AMN	δZ_a	+2,6/-2,7	Forme triangulaire	1,08	1	1,08

Le mesurande $S = V_r + L_c + L_{cp} + L_v + L_{vp} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_a$.

L'incertitude type combinée $U_c(S) = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(x_i)}$ est de 1,8.

$U_{Lab} = 2U_c(S)$ est de 3,6 dB.

Annexe G (informative)

Modes opératoires pour certains types d'ATI

G.1 Mode opératoire des moniteurs vidéo

Si l'appareil en essai possède un moniteur vidéo ou un afficheur, il convient d'utiliser le mode opératoire suivant.

- Régler le contraste au maximum.
- Régler la luminosité au maximum ou au niveau d'extinction de la trame si l'extinction de la trame se produit pour un niveau inférieur à la luminosité maximale.
- Choisir la polarité vidéo positive ou négative correspondant au pire cas si les deux sont possibles.
- Régler la taille et le nombre de caractères par la ligne de façon que le plus grand nombre caractéristique de caractères par écran soit affiché.
- Pour les moniteurs avec des possibilités graphiques, il convient qu'un motif constitué de H défilant soit affiché. Pour les moniteurs ne pouvant afficher que du texte, un motif de texte aléatoire doit être utilisé. Si aucun des deux cas ci-dessus ne s'applique, utiliser un affichage typique.

Il convient que l'appareil en essai fonctionne selon le mode qui produit le plus fort niveau de perturbation tout en satisfaisant aux règles ci-dessus.

G.2 Mode opératoire des télécopieurs

Il convient d'évaluer les télécopieurs en veille, en émission et en réception en utilisant la feuille de test en réception des télécopieurs spécifiée par l'UIT-T, avec la meilleure définition de l'image possible.

NOTE Il peut être nécessaire de répéter plusieurs fois le motif d'essai afin de caractériser entièrement le pouvoir perturbateur des télécopieurs.

G.3 Mode opératoire des postes téléphoniques

Il convient d'évaluer les postes téléphoniques pouvant transmettre de la voix sous forme de signaux numériques en veille, en émission et en réception dans les conditions de réception des données de parole normalisées en téléphonométrie spécifiées par l'UIT-T.

Bibliographie

CISPR 16-2 (toutes les parties), *Spécification du CISPR pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques – Partie 2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité*

CISPR 16-3, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR* (disponible en anglais seulement)

IEEE Standard 1284-1, *IEEE Standard for Information Technology & Transport Independent Printer/System Interface (TIP/SI)*

IEEE Standard 1394, *IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire*

ISO/CEI 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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