

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

CISPR
12

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

Sixth edition
Sixième édition
2007-05

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

**Vehicles, boats and internal combustion engines –
Radio disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement for the
protection of off-board receivers**

**Véhicules, bateaux et
moteurs à combustion interne –
Caractéristiques de perturbation radioélectrique –
Limites et méthodes de mesure pour la protection
des récepteurs extérieurs**



Reference number
Numéro de référence
CISPR 12:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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.

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.

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

CISPR
12

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

Sixth edition
Sixième édition
2007-05

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

**Vehicles, boats and internal combustion engines –
Radio disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement for the
protection of off-board receivers**

**Véhicules, bateaux et
moteurs à combustion interne –
Caractéristiques de perturbation radioélectrique –
Limites et méthodes de mesure pour la protection
des récepteurs extérieurs**



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Limits of disturbance	11
4.1 Determination of conformance of vehicle/boat/device with limits	11
4.2 Peak and quasi-peak detector limits	13
4.3 Average detector limit.....	13
5 Methods of measurement	14
5.1 Measuring instrument.....	14
5.1.1 Spectrum analyser parameters	15
5.1.2 Scanning receiver parameters	15
5.1.3 Antenna types	16
5.1.4 Accuracy	16
5.2 Measuring location requirements.....	17
5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements	17
5.2.2 Absorber lined shielded enclosure (ALSE) requirements.....	19
5.2.3 Antenna requirements	20
5.3 Test object conditions.....	22
5.3.1 General	22
5.3.2 Vehicles and boats	22
5.3.3 Devices	23
5.4 Data collection	24
6 Methods of checking for compliance with CISPR requirements	24
6.1 General.....	24
6.2 Application of limit curves.....	24
6.2.1 Measurements under dry conditions	24
6.2.2 Measurements under wet conditions.....	24
6.3 Evaluation (general).....	25
6.4 Type approval test.....	25
6.4.1 Single sample.....	25
6.4.2 Multiple samples (optional)	25
6.5 Surveillance (quality audit) of series production.....	25
6.5.1 Single sample.....	25
6.5.2 Multiple samples (optional).....	25
6.6 Quick prototype check for development testing (optional, quasi-peak detector emissions only)	25
Annex A (normative) Statistical analysis of the results of measurements	26
Annex B (normative) Procedure to determine an alternative emission limit for measurements at 3 m antenna distance	28

Annex C (informative) Antenna and transmission line maintenance and characterization	30
Annex D (informative) Construction features of motor vehicles affecting the emission of ignition noise	35
Annex E (informative) Measurement of the insertion loss of ignition noise suppressors	36
Annex F (informative) Methods of measurement to determine the attenuation characteristics of ignition noise suppressors for high voltage ignition systems	42
Annex G (informative) Flow chart for checking the applicability of CISPR 12	52
Annex H (informative) Items under consideration	53
 Bibliography	 54
 Figure 1 – Method of determination of conformance	 12
Figure 2 – Limit of disturbance (peak and quasi-peak detector) at 10 m antenna distance	13
Figure 3 – Limits of disturbance (average detector) at 10 m antenna distance	14
Figure 4 – Measuring site (OTS) for vehicles and devices	18
Figure 5 – Measuring site (OTS) for boats	19
Figure 6 – Antenna position to measure emissions – Vertical polarization	20
Figure 7 – Antenna position to measure emissions – Horizontal polarization	21
Figure B.1 – Determination of the maximum antenna angle	28
Figure B.2 – Calculation of the resulting gain reduction a	29
Figure C.1 – Alternate antenna factor determination (10 m antenna distance)	34
Figure E.1 – Test circuit	38
Figure E.2 – General arrangement of the test box	38
Figure E.3 – Details of the test box lid	39
Figure E.4 – Details of the test box	39
Figure E.5 – Straight spark-plug ignition noise suppressor (screened or unscreened)	40
Figure E.6 – Right-angle spark-plug ignition noise suppressor (screened or unscreened)	40
Figure E.7 – Noise suppression spark-plug	40
Figure E.8 – Resistive distributor brush	40
Figure E.9 – Noise suppressor in distributor cap	41
Figure E.10 – Noise suppression distributor rotor	41
Figure E.11 – Noise suppression ignition cable (resistive or reactive)	41
Figure F.1 – Test set-up, side view	44
Figure F.2 – Test set-up, top view	45
Figure F.3 – Pressure chamber with ventilation	46
Figure F.4 – Top view of the set-up of a right-angle ignition noise suppressor for distributors	47
Figure F.5 – Location of high voltage ignition components	48
Figure F.6 – Top view of the test set-up for distributor rotors	49

Figure F.7 – Side view of the test set-up for ready-to-use resistive ignition cables 50

Table 1 – Spectrum analyser parameters 15

Table 2 – Scanning receiver parameters 15

Table 3 – Internal combustion engine operating speeds 23

Table A.1 – Statistical factors 26

Table A.2 – Example of frequency sub-bands 27

Table F.1 – Limits 42

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**VEHICLES, BOATS AND INTERNAL COMBUSTION ENGINES –
RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS –
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR THE PROTECTION
OF OFF-BOARD RECEIVERS**

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 12 has been prepared by CISPR subcommittee D: Electromagnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion powered devices.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2001 and its Amendment 1 (2005). This edition constitutes a technical revision.

The following changes were made with respect to the previous edition:

- deletion of narrowband / broadband determination
- general improvement of wording

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

Enquiry draft	Report on voting
CISPR/D/322CDV	CISPR/D/341/RVC

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 this publication 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

INTRODUCTION

There is a specific need for standards to define acceptable radio frequency performance of all electrical/electronic products. CISPR 12 has been developed to serve the road vehicle and related industries with test methods and limits that provide satisfactory protection for radio reception.

CISPR 12 has been used for many years as a regulatory requirement in numerous countries, to provide protection for radio receivers in the residential environment. It has been extremely effective in protecting the radio environment outside the vehicle.

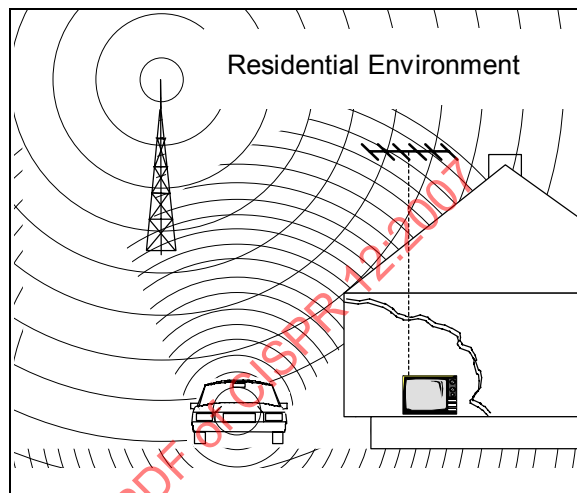
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

VEHICLES, BOATS AND INTERNAL COMBUSTION ENGINES – RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR THE PROTECTION OF OFF-BOARD RECEIVERS

1 Scope

The limits in this International Standard are designed to provide protection for broadcast receivers in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz when used in the residential environment. Compliance with this standard may not provide adequate protection for new types of radio transmissions or receivers used in the residential environment nearer than 10 m to the vehicle, boat or device.

NOTE 1 Experience has shown that compliance with this standard may provide satisfactory protection for receivers of other types of transmissions when used in the residential environment, including radio transmissions in frequency ranges other than that specified.



This standard applies to the emission of electromagnetic energy which may cause interference to radio reception and which is emitted from

- vehicles propelled by an internal combustion engine, electrical means or both (see 3.1);
- boats propelled by an internal combustion engine, electrical means or both (see 3.2). Boats are to be tested in the same manner as vehicles except where they have unique characteristics as explicitly stated in this standard;
- devices equipped with internal combustion engines (see 3.3).

See Annex G for a flow chart to help determine the applicability of CISPR 12.

This standard does not apply to aircraft, traction systems (railway, tramway and electric trolley bus), or to incomplete vehicles. In the case of a dual-mode trolley bus (e.g. propelled by power from either a.c./d.c. mains or an internal combustion engine), the internal combustion propulsion system must be included, but the a.c./d.c. mains portion of the vehicle propulsion system is excluded from this standard.

NOTE 2 Protection of receivers used on board the same vehicle as the disturbance source(s) are covered by CISPR 25.

The measurement of electromagnetic disturbances while the vehicle is connected to power mains for charging is not covered in this standard. The user is referred to appropriate IEC and CISPR standards which define measurement techniques and limits for this condition.

Annex H lists work being considered for future revisions.

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 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electro-magnetic compatibility*

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*

CISPR 16-1-3:2004, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power*

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*

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 25, *Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles, boats, and on devices – Limits and methods of measurement*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions contained in IEC 60050-161 as well as the following apply.

3.1

vehicle

machine operating on land which is intended to carry persons or goods

NOTE Vehicles include, but are not limited to, cars, trucks, buses, mopeds, agricultural machinery, earth-moving machinery, material-handling equipment, mining equipment and snowmobiles.

3.2

boat

vessel intended to be used on the surface of water, its length being no greater than 15 m

3.3

device

machine driven by an internal combustion engine which is not primarily intended to carry persons or goods

NOTE Devices include, but are not limited to, chainsaws, irrigation pumps, snow blowers, air compressors, and landscaping equipment

3.4

impulsive ignition noise

unwanted emission of electromagnetic energy, predominantly impulsive in content, arising from the ignition system within a vehicle, boat or device

3.5

ignition noise suppressor

that portion of a high-voltage ignition circuit intended to limit the emission of impulsive ignition noise

3.6

outdoor test site (OTS)

measurement site similar to an open area test site as specified in CISPR 16, however a ground plane is not required and there are dimensional changes

NOTE Specific requirements are defined in this document.

3.7

resistive distributor brush

resistive pick-up brush in an ignition distributor cap

3.8

frequency sub-band

segment of the frequency spectrum (30 MHz to 1 000 MHz) defined to enable statistical evaluation of the test data acquired by swept frequency testing

3.9

representative frequency

assigned frequency of a frequency sub-band to be used for comparison of the data to the limit

3.10

characteristic level

controlling (or dominant) emission level experienced in each frequency sub-band. The characteristic level is the maximum measurement obtained for both antenna polarizations and for all the specified measurement positions of the vehicle, boat or device. Known ambient signals are not considered part of the characteristic level.

3.11

tracking generator

test signal oscillator (continuous wave, cw) that is frequency locked to the receive frequency of a measuring instrument

3.12

RF disturbance power

RF power measured with a current transformer of an absorbing clamp and an RF measuring instrument. It may be measured – as the RF disturbance voltage – in a peak or quasi-peak mode

3.13

spark discharge

in this document, the discharge of energy stored in the ignition coil, in an arc across the electrodes of a measuring spark-plug

3.14

resistive high-voltage (HV) ignition cable

ignition cable whose conductor has a high resistance (attenuation)

3.15

residential environment

environment having a 10 m protection distance between the source and the point of radio reception and where the source uses the public low voltage power system or battery power

NOTE Examples of a residential environment include rooming houses, private dwellings, entertainment halls, theatres, schools, public streets, etc.

4 Limits of disturbance

4.1 Determination of conformance of vehicle/boat/device with limits

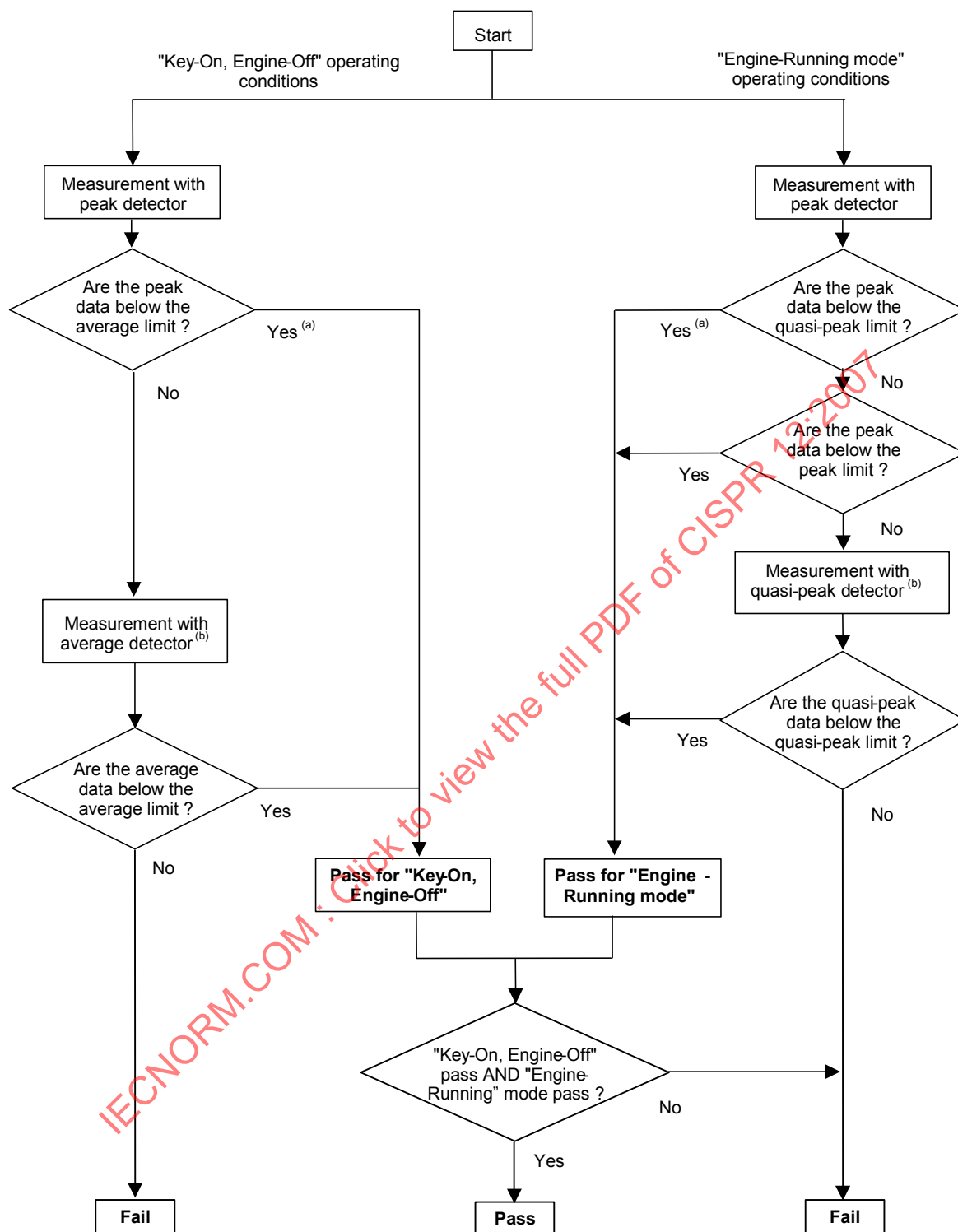
In the 30 MHz – 1 GHz frequency range, the vehicle/boat/device shall comply with both:

- average limits when the vehicle/boat/device is in “Key-On, Engine-Off” mode (see 5.3.2.1), and
- peak or quasi-peak limits when the vehicle/boat/device is in “Engine-Running” mode (see 5.3.2.2)

The limits given in this standard take into account uncertainties.

Figure 1 defines the method for determination of conformance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007



IEC 706/07

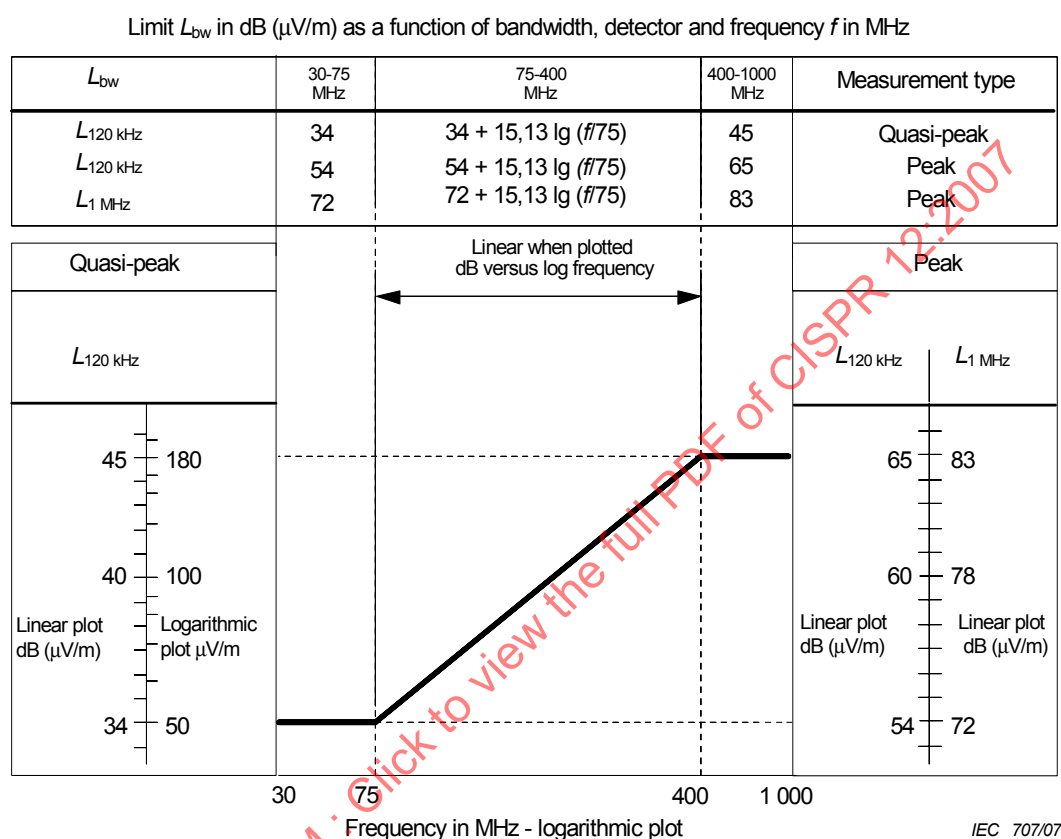
a Because measurement with peak detector is always higher than or equal to measurement with quasi-peak detector (and average detector respectively) and applicable peak limit is always higher than or equal to applicable quasi-peak limit (and average limit respectively), this single detector measurement can lead to a simplified and quicker conformance process.

b This flow-chart is applicable for each individual frequency, e.g only frequencies that are above the applicable limit need to be remeasured with quasi-peak detector (and average detector respectively).

Figure 1 – Method of determination of conformance

4.2 Peak and quasi-peak detector limits

The limit for emissions measured with peak or quasi-peak detector at 10 m antenna distance is given in the table of Figure 2 and is shown graphically in Figure 2. Only one of the bandwidths listed needs to be chosen for testing. For more accurate determination, the equations given in Figure 2 shall be used. For measurements at 3 m antenna distance, 10 dB shall be added to the limit.



NOTE 1 For vehicles equipped with electric propulsion motors, see 5.3.2.

NOTE 2 For peak measurements, see 5.5.

NOTE 3 The correlation factor between quasi-peak and peak measurements is +20 dB at 120 kHz bandwidth, based on experimental data accumulated in many countries.

**Figure 2 – Limit of disturbance (peak and quasi-peak detector)
at 10 m antenna distance**

4.3 Average detector limit

The limit for emissions measured with the average detector at 10 m antenna distance is shown in Figure 3. Vehicles/boats/devices not including electronic oscillators with an operating frequency greater than 9 kHz shall be deemed to be in compliance with the average requirements of this clause without performing tests for emissions with average detector. Vehicles/boats/devices which meet the average emissions requirements of CISPR 25, Clause 5 shall also be deemed to be in compliance with the average requirements of this subclause and no further testing is necessary.

For measurements at 3 m antenna distance, 10 dB shall be added to the limit.

Annex D of CISPR 16-2-3 explains the differences between the CISPR AV detector and an AV detector (complying with CISPR 16-1:1999). For the purpose of this standard either detector may be used, since the pulse repetition rate for internal combustion engines is above 10 Hz.

NOTE For type-approval testing per 6.4, use of an alternative test method based upon other regulatory standards is permitted as detailed herein. This alternate type-approval test applies to those vehicles/boats/devices for which on-board receivers can be installed. If, when measured in accordance with the vehicle test methodology of CISPR 25 for emissions using an average detector, the signal strength at the vehicle/boat/device broadcast radio antenna is less than 20 dB (μV) (10 μV) over the frequency range 76 MHz to 108 MHz, then the vehicle/boat/device can be deemed to comply with the limits for average emissions and no further testing must be required.

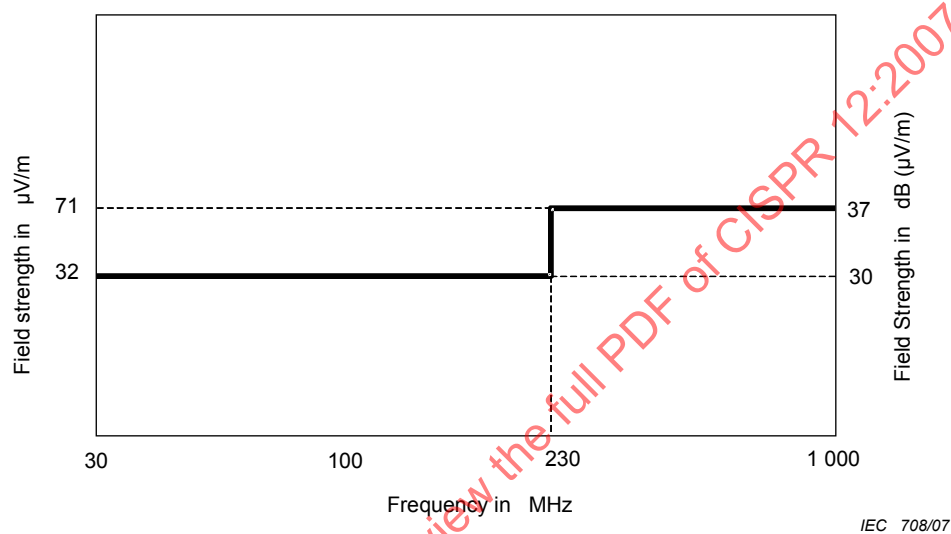


Figure 3 – Limits of disturbance (average detector) at 10 m antenna distance

5 Methods of measurement

5.1 Measuring instrument

The measuring instrument shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1. Either manual or automatic frequency scanning may be used.

NOTE Spectrum analysers and scanning receivers are particularly useful for disturbance measurements. The peak detection mode of spectrum analysers and scanning receivers provides a display indication which is never less than the quasi-peak indication for the same bandwidth. It may be convenient to measure emissions using peak detection because of the faster scan possible than with quasi-peak detection.

When quasi-peak limits are being used, and a peak detector is used for time efficiency, any peak measurements with results at or above the test limit shall be re-measured using the quasi-peak detector.

5.1.1 Spectrum analyser parameters

The scan rate of the spectrum analyser shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The maximum scan rate shall comply with the requirements of CISPR 16-2-3.

The bandwidth of the spectrum analyser shall be chosen such that the noise floor is at least 6 dB lower than the limit curve.

NOTE A preamplifier may be used between the antenna and the spectrum analyser in order to achieve the 6 dB noise floor requirement.

The recommended scan time and bandwidth are listed in Table 1:

Table 1 – Spectrum analyser parameters

Frequency range MHz	Peak detector		Quasi-peak detector		Average detector	
	RBW ^{a)}	Scan time	BW ^{b)}	Scan time	RBW ^{a)}	Scan time
30 to 1 000	100 kHz / 120 kHz	100 ms / MHz	120 kHz	20 s / MHz	100 kHz / 120 kHz	100 ms /MHz

a) RBW is defined at -3 dB.

b) BW is defined at -6 dB.

If a spectrum analyser is used for peak measurements, the video bandwidth shall be at least three times the resolution bandwidth (RBW).

5.1.2 Scanning receiver parameters

The dwell time of the scanning receiver shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The minimum dwell time shall comply with the requirements of CISPR 16-2-3.

The bandwidth of the scanning receiver shall be chosen such that the noise floor is at least 6 dB lower than the limit curve.

NOTE A preamplifier may be used between the antenna and the scanning receiver in order to achieve the 6 dB noise floor requirement.

The recommended dwell time, maximum step size and bandwidth are listed in Table 2:

Table 2 – Scanning receiver parameters

Frequency range MHz	Peak detector			Quasi-peak detector			Average detector		
	Band-width	Step size ^a	Dwell time	Band-width	Step size ^a	Dwell time	Band-width	Step size ^a	Dwell time
30 to 1 000	120 kHz	50 kHz	5 ms	120 kHz	50 kHz	1 s	120 kHz	50 kHz	5 ms

^a For purely broadband disturbances, the maximum frequency step size may be increased up to a value not greater than the bandwidth value.

5.1.3 Antenna types

5.1.3.1 Reference antenna

The antenna shall be a balanced dipole (see CISPR 16-1-4). Free-space antenna factors are to be used. For frequencies of 80 MHz or above, the antenna shall be resonant in length, and for frequencies below 80 MHz it shall be the length equal to the 80 MHz resonant length. It shall be matched to the feeder by a suitable symmetric-asymmetric transformer device.

5.1.3.2 Broadband antennas

Any linearly polarized receiving antenna is permitted, provided that it can be normalized to the reference antenna.

A broadband antenna shall be used when making measurements with an automated receiving system using a scanning measuring instrument. Such a broadband antenna is usable for measuring emission levels (over the frequency spectrum covered by this standard), provided that its output can be normalized to the output of the reference antenna in the actual test environment at the actual test site.

When broadband antennas are used, they shall meet the requirements for complex antennas given in CISPR 16-1-4. Examples of factors to be considered include:

- a) the effective aperture area of the antenna, including its polar response (horizontal and vertical planes).
- b) the effect of a phase centre which moves with frequency.
- c) the effect of ground reflection characteristics (including multiple ray reflections which may arise at specific frequencies at about 500 MHz vertical polarization and 900 MHz horizontal polarization).

See Annex C for alternate antenna characterization.

5.1.4 Accuracy

The measurement system consisting of the antenna, transmission line and the measuring instrument, but excluding the source and the measuring site, shall measure electric field strength over the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz with an accuracy of ± 3 dB. See Clause 4 of CISPR 16-1-4. The frequency accuracy shall be better than ± 1 %.

NOTE 1 To ensure that the measurements defined in this standard are within the stated tolerances, consideration should be given to all pertinent characteristics of measuring equipment (for example, frequency and amplitude stability, image rejection, cross-modulation, overload levels, selectivity, time constants, and signal/noise ratio), as well as those affecting the antenna and transmission line.

NOTE 2 It is reasonable to expect additional variations in measurements made of an electric field (see C.13) within the range of 30 MHz to 1 000 MHz. These are caused by variations in ground conductivity and other factors influencing repeatability.

5.2 Measuring location requirements

5.2.1 Outdoor test site (OTS) requirements

5.2.1.1 OTS for vehicles and devices

The test site shall be a clear area, free from electromagnetic reflecting surfaces within a circle of minimum radius 30 m measured from a point midway between the vehicle or device and the antenna. As an exception, the measuring equipment, and test hut or vehicle in which the measuring equipment is located (when used) may be within the test site, but only in the permitted region indicated by the crosshatched area of Figure 4.

NOTE The site requirements defined in 5.2.1.1 and Figure 4 are the application of CISPR 16-1-4 to large automotive objects.

Vehicles and devices smaller than 2 m in length and width may be tested on an OTS with dimensions corresponding to CISPR 16-1-4, Figures 2 or 3.

5.2.1.2 OTS for boats

The test site shall be a clear area free from electromagnetic reflecting surfaces within a circle of minimum radius 30 m measured from a point midway between the engine under test and the antenna. Exceptions for the measuring equipment are specified in 5.2.1.2.1 and also in 5.2.1.2.2. As an exception, the measuring equipment may be within the test site, but only in the permitted region indicated by the crosshatched area of Figure 5. The test hut or vehicle or non-metallic boat of test fixture in/on which the measuring equipment is located may be within the test site.

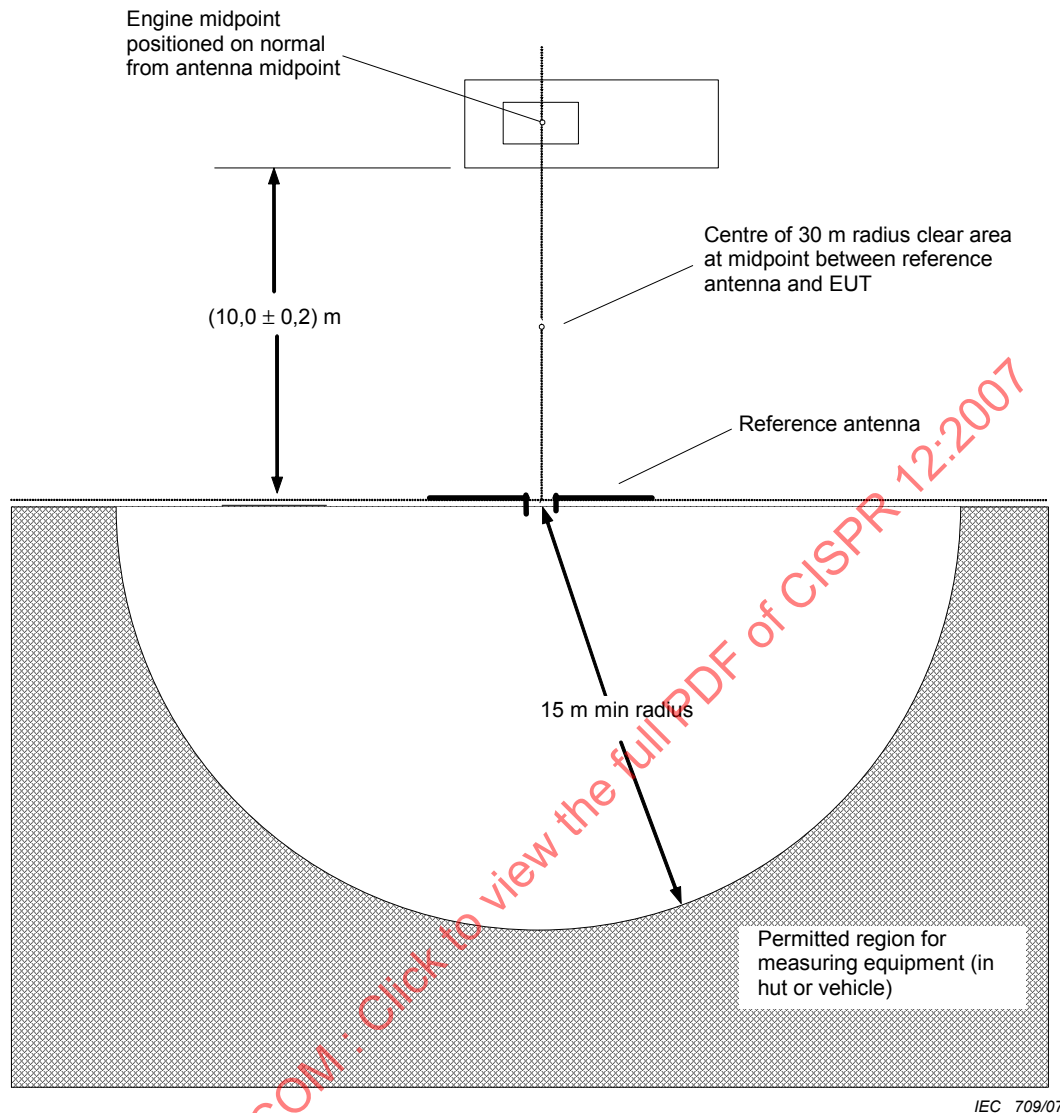
Boats or engines/motors for boats tested separately shall be tested in salt or fresh water at a measuring site as shown in Figure 5.

5.2.1.2.1 Land-based measuring equipment

When the measuring equipment is on land, the test hut or vehicle in which the measuring equipment is located may be within the test site, but only in the permitted region indicated by the cross-hatched area of Figure 5.

5.2.1.2.2 Water-based measuring equipment

The measuring equipment shall be installed in a non-metallic boat or non-metallic test fixture which may be within the test site, but only within the permitted region indicated by the cross-hatched area of Figure 5.



NOTE The $10,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ dimension may be changed to $3,00 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ in accordance with 5.2.3.2 and 5.2.3.4.

Figure 4 – Measuring site (OTS) for vehicles and devices

5.2.1.3 Ambient requirements

To ensure that there is no extraneous noise or signals of sufficient magnitude or density to affect materially the vehicle measurement, ambient measurements shall be taken before and after the main test, but without the vehicle/boat/device under test running. In both of these measurements, the ambient noise shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4, excluding intentional radiators. When assessing compliance in accordance with Clause 6 any emission exceeding the limits shall require investigation to ensure that they are not attributable to the vehicle/boat/device in order to be excluded.

NOTE For further guidance, see 5.4 of CISPR 16-1-4.

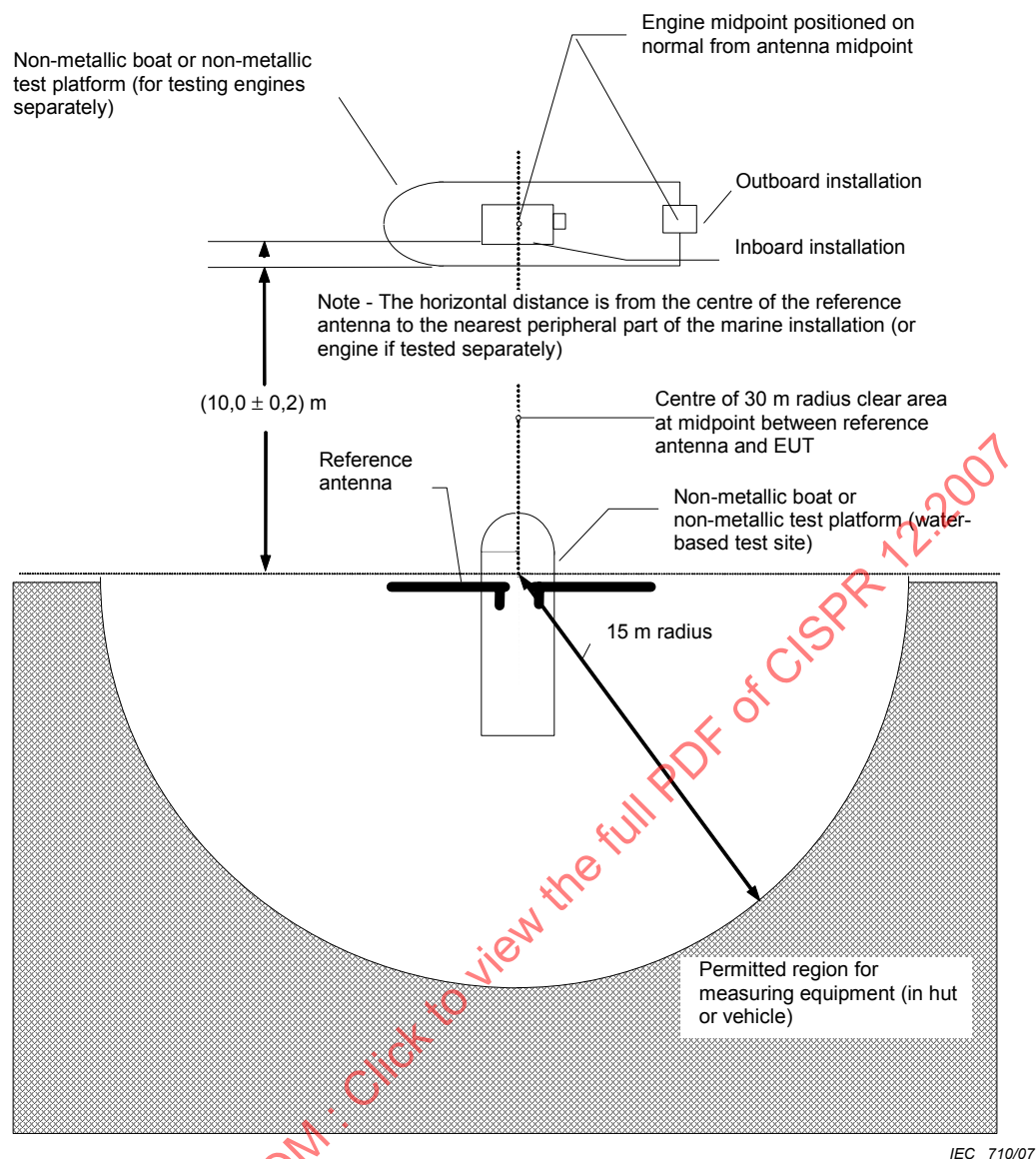


Figure 5 – Measuring site (OTS) for boats

5.2.2 Absorber lined shielded enclosure (ALSE) requirements

5.2.2.1 Correlation

Absorber lined shielded enclosures may be used provided that the results obtained can be correlated with those obtained using the OTS described in 5.2.1.

NOTE Such chambers have the advantages of all weather testing, controlled environment and improved repeatability because of stable chamber electrical characteristics.

5.2.2.2 Ambient requirements

The ambient noise level shall be at least 6 dB below the limits of disturbance given in Clause 4. The ambient level shall be verified periodically or when test results indicate the possibility of non-compliance.

5.2.3 Antenna requirements

At each measurement frequency (including the end frequencies), measurements shall be taken for horizontal and vertical polarization (see Figures 6 and 7).

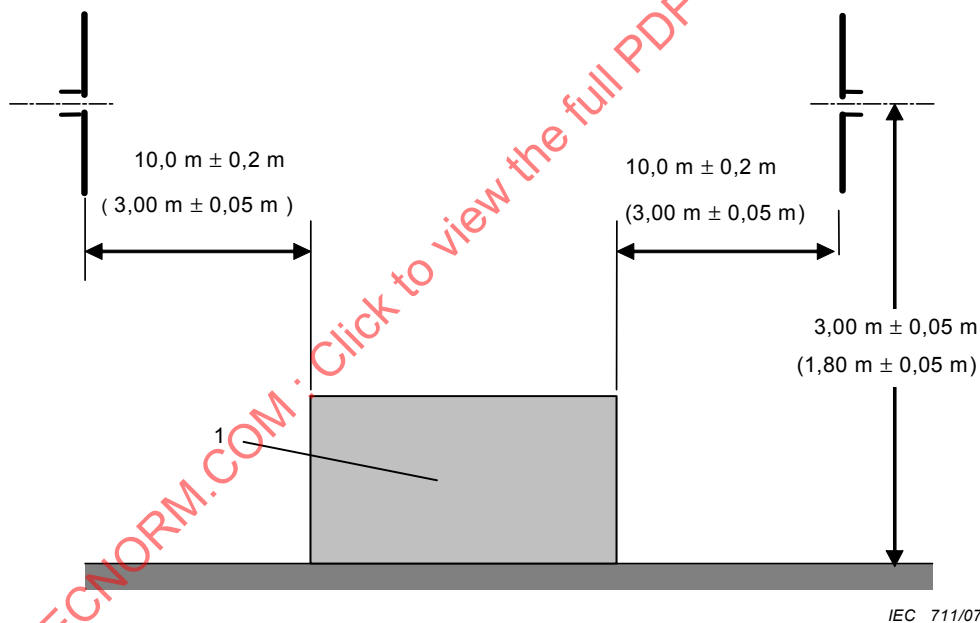
Electrical interaction between the antenna elements and the antenna support/guy system shall be avoided.

Theoretical considerations of antenna and transmission line geometry demand that the transmission line does not interact electrically with the antenna elements.

NOTE One acceptable transmission line geometry for a dipole antenna routes the transmission line horizontally rearward for a distance of 6 m at a height of 3 m (or 1,8 m for the 3 m antenna distance) before descending to ground level or below. Other geometries are acceptable if they can be shown not to affect the measurements, or if the effects can be included in equipment calibration.

5.2.3.1 Height

For an antenna distance of 10 m, the centre of the antenna shall be $3,00 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ above the ground/floor or water surface. For an antenna distance of 3 m, the height shall be $1,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$.



IEC 711/07

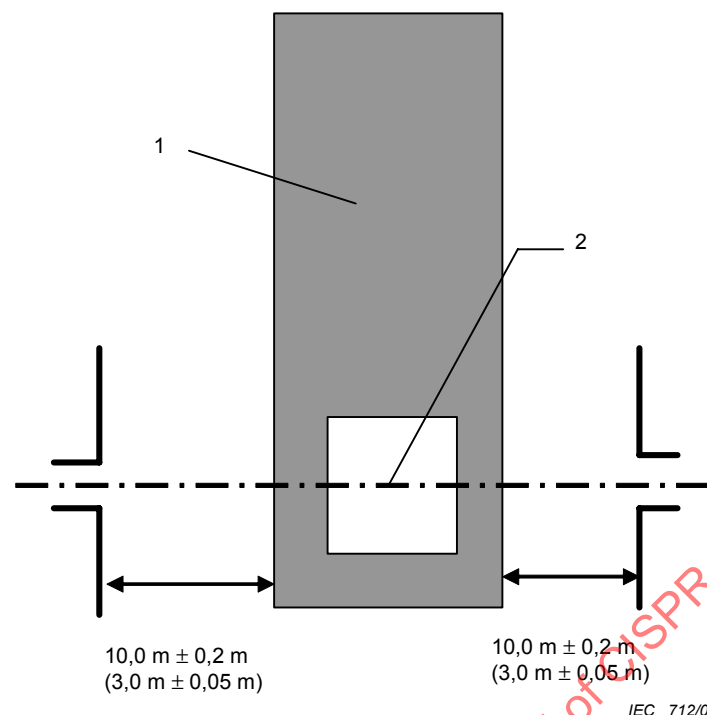
(Dimensions in brackets for 3 m antenna distance testing)

Drawing not to scale

Key

1 Equipment under test

Figure 6 – Antenna position to measure emissions – Vertical polarization



(Dimensions in brackets for 3 m antenna distance testing)

Drawing not to scale

Key

- 1 Equipment under test
- 2 Engine midpoint positioned on normal from antenna midpoint

Figure 7 – Antenna position to measure emissions – Horizontal polarization

5.2.3.2 Distance

The preferred horizontal distance between the reference point of the antenna and to the nearest metal part of the vehicle/boat/device shall be $10,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$; as an alternative measurements may be made at a distance of $3,00 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$, provided that the requirements of 5.2.3.4 are met.

5.2.3.3 Auxiliary (multiple) antennas

Auxiliary antennas are permitted, but if two antennas are facing each other, one shall be vertically polarized while the other is horizontally polarized.

The test site clear area requirement of 5.2.1.1 shall be applied also to the point midway between the vehicle/boat/device and the auxiliary antenna(s).

5.2.3.4 Multiple antenna positions (3 m antenna distance only)

Multiple antenna positions are required if the length of the vehicle or device is greater than the 3 dB beamwidth of the antenna. The same positions shall be used for both horizontal and vertical polarization measurements.

Multiple antenna positions can be avoided in the case where the measured emissions are lower than the original limit values minus a gain reduction calculated from the geometric dimensions of the test set-up and the antenna gain data (see Annex B).

NOTE A typical log periodic antenna has a 3 dB beamwidth of approximately 60°. This results in about 3,5 m of illumination at 3 m antenna distance, e.g. 1,75 m either side of the antenna centreline. Thus, a vehicle 8 m long requires three antenna positions on each side to quantify the radiation signature of that vehicle.

5.3 Test object conditions

5.3.1 General

Measurements made while the vehicle/boat/device is dry or made more than 10 min after precipitation has stopped falling are preferred. For outboard engines or propulsion motors and devices, all surfaces normally in contact with water while in use shall be exempt from the dryness criteria.

NOTE Dew or light moisture may seriously affect readings obtained on test objects having plastic enclosures.

For methods of evaluating compliance based on test object dryness see Clause 6.

5.3.2 Vehicles and boats

Measurements shall be made on the left and right sides of the vehicle or boat (see Figures 6 and 7).

All equipment which is automatically switched on together with the propulsion system shall be measured while operating in a manner which is as representative of normal operation as possible. The engine shall be at normal operating temperature.

For vehicles or boats with independent electric and internal combustion propulsion systems in the same vehicle or boat, the propulsion systems shall be tested separately.

Auxiliary engines shall be operated in their normal intended manner and tested separately from the main engine, if possible.

Depending upon the location of auxiliary engines, this requirement may dictate multiple tests of the vehicle or boat with the several engines successively positioned in front of the antenna during successive tests.

When tested separately, inboard, stern drive, and outboard engines or propulsion motors for boats shall be attached to a non-metallic board or non-metallic test fixture and tested in a way similar to that specified for boats with inboard engines/motors.

Measurements shall be made for two different operating conditions of vehicles and boats.

- "Key-On, Engine-Off" mode, and
- "Engine-Running" mode

These two operating conditions are applicable for vehicles/boats with an internal combustion engine and/or equipped with an electric propulsion motor (including hybrid propulsion systems)

5.3.2.1 "Key-On, Engine-Off" mode operating conditions

The "Key-On, Engine-Off" mode operating conditions are

- The ignition switch shall be switched on.
- The engine shall not be operating.
- The vehicle's electronic systems shall all be in their normal operating mode.

All equipment with internal oscillators >9 kHz or repetitive signals, which can be operated continuously, should be in normal operation.

5.3.2.2 "Engine-Running" mode operating conditions

Vehicles/boats with an internal combustion engine, shall be tested with the engine operated as shown in Table 3. The specified engine speed is the same for quasi-peak or peak measurements.

Table 3 – Internal combustion engine operating speeds

Number of cylinders	Engine speed min ⁻¹ ± 10 %
1	2 500 r/min
>1	1 500 r/min

Vehicles/boats equipped with an electric propulsion motor shall be tested with the vehicle driven on a dynamometer without a load, or on non-conductive axle stands, with a constant speed of 40 km/h, or the maximum speed, if this is less than 40 km/h

Vehicles with hybrid propulsion systems shall be tested with both the electrical and the internal combustion propulsion systems functioning to operate the vehicle at 40 km/h. If this is not possible, the vehicle shall be tested with the internal combustion engine operating at the speed defined in Table 3 and the electric propulsion system operating the vehicle at 40 km/h or the maximum speed if this is less than 40 km/h.

5.3.3 Devices

Measurements shall be made in normal operation position(s) and height(s), under normal full load and without load at idle speed, and in the direction of the maximum disturbance emission. Where practical, the device under test shall be measured in three orthogonal planes.

The operating conditions for devices ("Key-On, Engine-Off" mode and "Engine-Running" mode) shall be defined in the test plan.

Depending on the situation, the following conditions shall also be taken into account:

- if the operating position and height are variable, the device to be tested shall be so positioned that the spark-plug is 1,0 m ± 0,2 m above the ground;
- no operator shall be present, but, if necessary, a mechanical arrangement shall be made, using non-metallic material as far as possible, to keep the device in normal position(s) and at the specified engine speed.

5.4 Data collection

The entire required frequency range shall be measured. Spot frequency testing is only acceptable as used in 6.6, or for type approval purposes if the results of prior measurements covering the entire frequency range are available and prove compliance.

The results of average, quasi-peak and peak measurements shall be expressed in terms of dB ($\mu\text{V/m}$) for statistical evaluation.

The results of peak measurements shall be expressed in accordance with one of the bandwidths shown in Figure 2.

For peak detector measurements, the limits given in Figure 2 may be related to bandwidths other than 120 kHz or 1 MHz by adding a correction factor of $20 \lg [\text{bandwidth (kHz)}/120 \text{ kHz}]$ or $20 \lg [\text{bandwidth (MHz)}/1 \text{ MHz}]$.

6 Methods of checking for compliance with CISPR requirements

6.1 General

Some differences in the construction of vehicles/boats/devices are unlikely to have a significant effect on ignition noise emissions. For road vehicles, examples of such differences are given in Annex D.

6.2 Application of limit curves

6.2.1 Measurements under dry conditions

Certification measurements made while the vehicle/boat/device is dry (see 5.3.1), or made more than 10 min after the precipitation has stopped falling shall use the limit curves shown in Figures 2 and 3.

6.2.2 Measurements under wet conditions

If circumstances dictate that type approval measurements be made while precipitation is falling, or within 10 min after it has stopped, the vehicle/boat/device shall be deemed to comply with the requirements of this standard if the measured levels do not exceed a level of 10 dB below that shown in Figures 2 and 3.

In the event of any dispute concerning compliance, it shall be resolved by carrying out measurements under dry conditions.

Compliance based on good-faith wet measurements (and with the performance penalty mentioned above) shall remain valid until such time as it may be contested and dry measurements prove non-compliance. In such cases retrofitting of vehicles/boats/devices sold during the period when there was deemed compliance shall not be required.

When compliance is deemed on the basis of wet measurements, particular attention shall be paid to the surveillance of series production.

6.3 Evaluation (general)

For evaluation of a vehicle/boat/device the data from a complete scan shall be used.

For statistical analysis of multiple vehicles/boats/devices, the characteristic levels and calculation process of Annex A shall be used. The levels shall be compared to the limit at the representative frequency for the appropriate sub-band.

Statistical analysis of peak data from multiple vehicles/boats/devices shall be performed using data related to the same measurement bandwidth.

6.4 Type approval test

Compliance with the requirements given in Clause 4 shall be checked as follows:

6.4.1 Single sample

Measurements may be made on a prototype vehicle/boat/device of a later production series. The results shall be at least 2 dB below the limits specified in Clause 4.

6.4.2 Multiple samples (optional)

If optional multiple samples are tested, five or more additional vehicles/boats/devices shall be tested and the results combined with the data from the first test in 6.4.1. The result for each frequency sub-band shall be below the specified limits of Clause 4 at the representative frequency for that sub-band (see 6.3).

6.5 Surveillance (quality audit) of series production

6.5.1 Single sample

The results of the measurements on one vehicle/boat/device shall be a maximum of 2 dB above the specified limits of Clause 4.

6.5.2 Multiple samples (optional)

If optional multiple samples are tested, five or more additional vehicles/boats/devices shall be tested and the results combined with the data from the first test in 6.5.1. The results for each frequency sub-band shall be evaluated statistically, as described in Annex A; the result for each frequency sub-band shall be a maximum of 2 dB above the specified limit of Clause 4 at the representative frequency for that sub-band (see 6.3).

6.6 Quick prototype check for development testing (optional, quasi-peak detector emissions only)

An optional test using spot frequencies may be made to evaluate the approximate levels of emission of the vehicle/boat/device to determine whether the levels are likely to meet the limit of Clause 4. The spot frequencies to be used for specific measurements are the representative frequencies given in Annex A.

Annex A (normative)

Statistical analysis of the results of measurements

A.1 Number of vehicles/boats/devices

The following condition shall be fulfilled in order to ensure, with an 80 % degree of confidence, that 80 % of mass-produced vehicles/boats/devices conform to a specified limit L :

$$\bar{x} + kS_n \leq L \quad (\text{A.1})$$

where

$\bar{x}$ is the arithmetical mean of the results on n vehicles/boats/devices.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \quad (\text{A.2})$$

where

x_i is the individual result

k is the statistical factor dependent on n , as given by Table A.1

Table A.1 – Statistical factors

n	6	7	8	9	10	11	12
k	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

S_n is the standard deviation of results on n assembly line units.

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{A.3})$$

S_n , x_i , $\bar{x}$ and L are expressed in identical logarithmic units (e.g. dB (μV/m), dB (μV), etc.).

If a first sample of n vehicles/boats/devices does not meet the specifications, a second sample of N vehicles/boats/devices shall be tested and all results assessed as coming from a sample of $n + N$ vehicles/boats/devices.

NOTE See CISPR 16-3 for a more comprehensive discussion of statistical theory and application.

A.2 Frequency sub-bands for analysis

For analysis, the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz shall be divided into a minimum of 14 bands with approximately three bands in each octave (2:1 frequency ratio). For the regions where the limit is not constant (i.e. slopes), the ratio of the highest frequency to lowest frequency in each band shall be no greater than 1,34. See Table A.2 for an example of sub-bands.

A.3 Data collection

Each sub-band shall be scanned to determine its maximum emission level (i.e. the characteristic level). The characteristic levels for each sub-band shall be compared to the limit at the representative frequency for that sub-band, as determined by the methods of Clause 6.

Table A.2 – Example of frequency sub-bands

Frequency sub-band MHz	Representative frequency MHz
30 to 34	32
34 to 45	40
45 to 60	55
60 to 80	70
80 to 100	90
100 to 130	115
130 to 170	150
170 to 225	200
225 to 300	270
300 to 400	350
400 to 525	460
525 to 700	600
700 to 850	750
850 to 1 000	900

Annex B (normative)

Procedure to determine an alternative emission limit for measurements at 3 m antenna distance

B.1 Calculate the maximum antenna angle $\alpha_{\max.} = \text{maximum } (\alpha_{\text{right}}; \alpha_{\text{left}})$ from the vehicle dimensions, the antenna distance (vehicle surface – antenna reference point), and the antenna position (see Figure B.1).

Example: $d = 3$ m, vehicle length = 5 m, antenna centre line 1 m behind the front bumper, $\rightarrow \alpha_{\max.} = 53^\circ$.

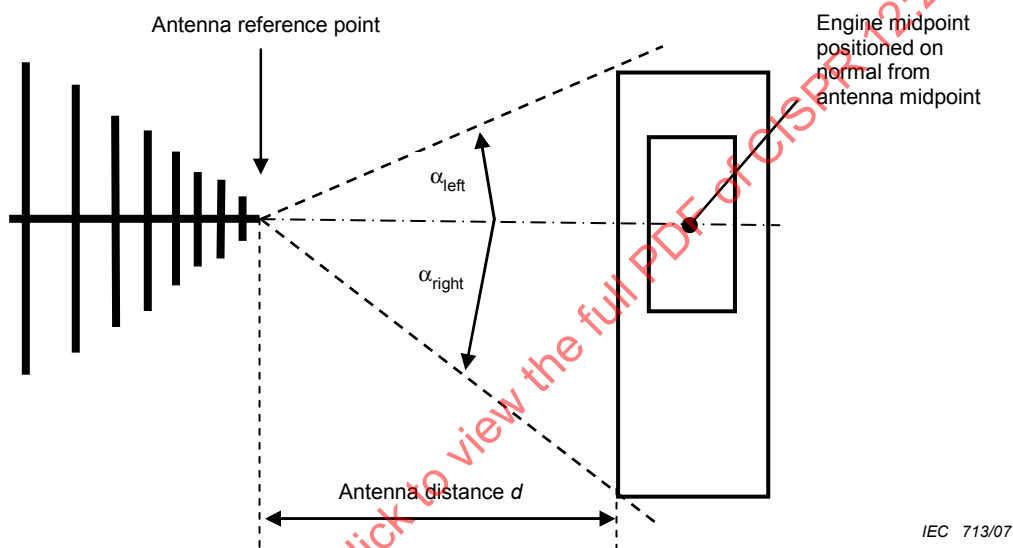


Figure B.1 – Determination of the maximum antenna angle

B.2 Read from the antenna directional pattern the gain reduction $a_{\max}$ at the maximum antenna angle $\alpha_{\max}$ (see Figure B.2).

Because antennas have a frequency dependent gain, either the maximum gain reduction over the whole frequency range (typically at the highest frequency) has to be used or the gain attenuation shall be determined for a number of frequency steps. In each of those frequency sub-bands the local maximum gain reduction shall be used.

Example: for a log-periodic antenna (80 MHz to 1 000 MHz) and $\alpha_{\max} = 53^\circ$ this leads to $a_{\max} = 7$ dB.

NOTE 1 Reference for the gain is the reference antenna (see 5.1.3.1)

NOTE 2 The radiation pattern provided from the manufacturer can be used unless visible damage of the antenna can be observed.

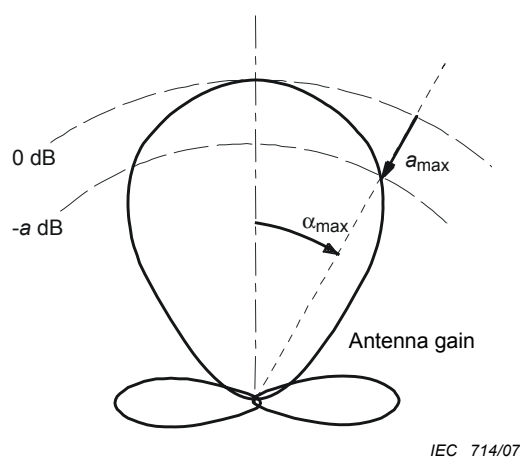


Figure B.2 – Calculation of the resulting gain reduction a

B.3 Calculate the alternative emission limit by subtracting from the original limit line the absolute value of the maximum gain reduction $a_{\max}$ calculated according to B.2.

Annex C (informative)

Antenna and transmission line maintenance and characterization

C.1 Introduction

This annex contains, for guidance, an example of an antenna and transmission line characterization procedure that complies with the intent of 5.1.2. Proper antenna and transmission line characterization is essential to account for transmission line loss and mismatch errors, and to define the antenna factor for a broadband antenna, if used. Because coaxial cables used for transmission lines are subject to much wear and possible abuse, a suggested procedure is included to be used when cables require replacement.

This report is intended to be tutorial in nature, as an aid for those who may not be familiar with antenna and transmission line characterization. Other methods such as those using tracking generators, network analysers, or narrowband signal sources may be equally satisfactory and nothing in this annex should be interpreted as precluding their use.

C.2 Maintenance

Characterization of antennas and cables as a combination or individually is at the option of the user. It is highly recommended, however, that they be characterized separately because:

- frequently, antennas are supplied without cables;
- any cable may be used with any antenna without need for characterization of the combination;
- cables are easier to characterize than antennas and almost any test facility can characterize them. Some laboratories may not be able to characterize complex antennas with their associated transmission lines easily;
- either the antenna or cable can be modified or replaced without need to characterize the other.

C.2.1 Periodic checks required

C.2.1.1 Cables

Checks should be made monthly, contingent upon whether the cables are handled or flexed frequently, or if they are exposed to sun and weather for long periods.

NOTE Even cables in conduits can develop problems, if temperature and humidity are uncontrolled.

C.2.1.2 Antennas

Because they are subject to less wear than cables, antennas may be checked less frequently, possibly only once or twice per year.

C.2.1.3 Physical examination

C.2.1.3.1 Cables

Serious kinks (very sharp bends), flat spots, abrasions, stretched spots, damaged connectors/braid, contamination of the inner insulation, or ageing of the cable shall require replacement and characterization.

C.2.1.3.2 Antennas

Broken elements or other obvious mechanical problems shall be corrected or parts replaced. Characterization is required.

C.2.1.4 Electrical examination

Antennas and cables shall be checked for higher loss and other problems periodically. If a characteristic such as loss has changed, the antenna, the cable, or the combination shall be characterized. Severe changes in characteristics may require replacement and characterization.

C.2.2 Cable and antenna characterization

The following requirements apply when the transmission line cable or antenna is replaced:

C.2.2.1 If the antenna factor data contains the loss and other characteristics of a specific cable in combination with the antenna, they shall be considered a matched pair. If either is replaced, the combination shall be characterized.

C.2.2.2 If the antenna and cable have been characterized separately with separate losses, etc. replacement of either shall require characterization only of that portion replaced.

C.3 Antenna characterization

Electric field strength shall be expressed in units of dB ($\mu\text{V}/\text{m}$). The relationship expressing electric field strength to the measurement system is:

$$F = R + AF + T \quad (\text{C.1})$$

where

F is the electric field strength in dB ($\mu\text{V}/\text{m}$);

R is the instrument reading in dB (μV);

AF is the antenna factor in dB (1/m), defined in Clauses C.5 or C.6.;

T is the transmission line factor in dB, defined in Clause C.7.

For broadband measurements, F and R are a function of the measuring instrument bandwidth.

C.4 Reference antenna

See 5.1.3.1.

C.5 Antenna factor

The factor relating the field strength at the reference point of the antenna to the loaded antenna terminal voltage (see Note 1) is called the antenna factor, designated AF , expressed in dB (1/m). The antenna factor shall include the effects of baluns, impedance matching devices, any mismatch losses, and operation outside the resonant frequency of the antenna.

NOTE 1 As this is a voltage ratio, the calculations to convert to decibels should be made using the factor of 20 lg of the ratio of the parameters.

NOTE 2 This factor is a function of frequency and is usually provided by manufacturers of resonant dipoles. Knowledge of the antenna factor for free space operation for resonant dipoles is sufficiently accurate for purposes of this international standard. Greater accuracy can be obtained by knowing the antenna factor for the particular resonant dipole being used in the test environment. A method for determining antenna factor is described in ANSI C63.5 (see C.14).

C.6 Alternate antennas

The antenna factor for the alternate antenna is the antenna factor for the reference antenna (resonant dipole) minus the gain (dB) of the alternate antenna relative to the reference antenna.

C.7 Transmission line

The transmission line factor (loss) shall be measured over the test frequency range. The factor is designated T and is:

$$T = 20 \lg \left(\frac{\text{input voltage}}{\text{output voltage}} \right) \text{ dB} \quad (\text{C.2})$$

NOTE It is recommended that the transmission line be double braided or solid shielded coaxial cable to achieve proper shielding. It is permissible that transmission line loss and mismatch errors be accounted for by including the cable in the measuring instrument calibration. When this is done, T is dropped from equation (C.1) for F .

C.8 Alternate antenna characterization instrumentation

The prime function of the characterization instrumentation is to provide a repeatable RF field for the comparison of an alternate antenna to the reference dipole antenna.

C.8.1 Characterization signal generator

A measuring instrument with a built-in tracking generator or a network analyser or a signal generator together with a measuring instrument shall be used for alternate antenna characterization.

The output of the characterization signal generator shall be known to within $\pm 1,0$ dB. The characterization signal generator shall be capable of creating an electric field at least 6 dB above the least measurable field strength of the measuring instrument. A value of at least 10 dB is preferred.

A less accurate characterization signal generator is the impulse generator.

NOTE 1 If a broadband impulse generator is used, it should be capable of producing an uniform spectrum to within $\pm 3,0$ dB in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.

NOTE 2 Experience indicates that an impulse generator that has a nominal 100 dB ($\mu\text{V}/\text{kHz}$) level can produce a field of approximately 10 dB ($\mu\text{V}/\text{m}/\text{kHz}$) at the receiving antenna when a 10 dB impedance matching attenuator is used at the output of the generator. This field strength varies depending on transmitting antenna losses and radiation characteristics and on propagation anomalies. This approximate value is provided so that the antenna factor determination can be performed. It is then possible to estimate the required sensitivities and the tolerable losses in the measuring system.

C.8.2 Transmitting antenna

For ease in measurement and to assure freedom from variation caused by antenna adjustment, it is recommended that broadband antennas be used. Typical antennas are the biconical for 30 MHz to 200 MHz, and the log periodic for 200 MHz to 1 000 MHz.

C.9 Alternate antenna factor determination

If an alternate antenna (see Clause C.6) is used, the antenna factor shall be determined by a substitution technique in the intended test environment. The reference shall be the dipole (see Clause C.4). The radiated field to be measured for the substitution technique is generated by the transmitting antenna and the characterization signal generator as specified in Clause C.8.

NOTE Error factors associated with this procedure include non-linearity of the measuring instrument, influence of the surroundings on the reference antenna and possible change in location of the alternate antenna phase centre relative to that of the reference antenna.

C.10 Test geometry

The alternate antenna shall be located at its intended test position. When substitution occurs, the dipole shall be placed so that its reference point is placed at the precise place that the reference point for the alternate antenna normally occupies. The reference point of the antenna is defined as:

- the phase centre (mid-point) for a dipole antenna,
- the phase centre (mid-point) for a biconical antenna,
- the tip or any specific point along the longitudinal axis for an antenna with log-periodic elements (including biconilog antennas).

C.10.1 The transmitting antenna shall be 10 m in horizontal distance from the alternate antenna reference point in Figure C.1 (taking the place of the nearest vehicle periphery) and shall be 1 m high.

C.10.2 For the 3 m antenna distance, the transmitting antenna shall be 3 m in horizontal distance from the alternate antenna, as in Figure C.1.

C.11 Test procedure

The procedure to be used is to measure the reference field with the reference antenna positioned as in Clause C.10 to obtain a meter reading (usually voltage). Then the alternate antenna is substituted and a second reading is taken.

The antenna factor for the alternate antenna is calculated as discussed in Clause C.6. This procedure should be conducted for both horizontal and vertical polarizations to determine whether different antenna factors are required for each of the two cases.

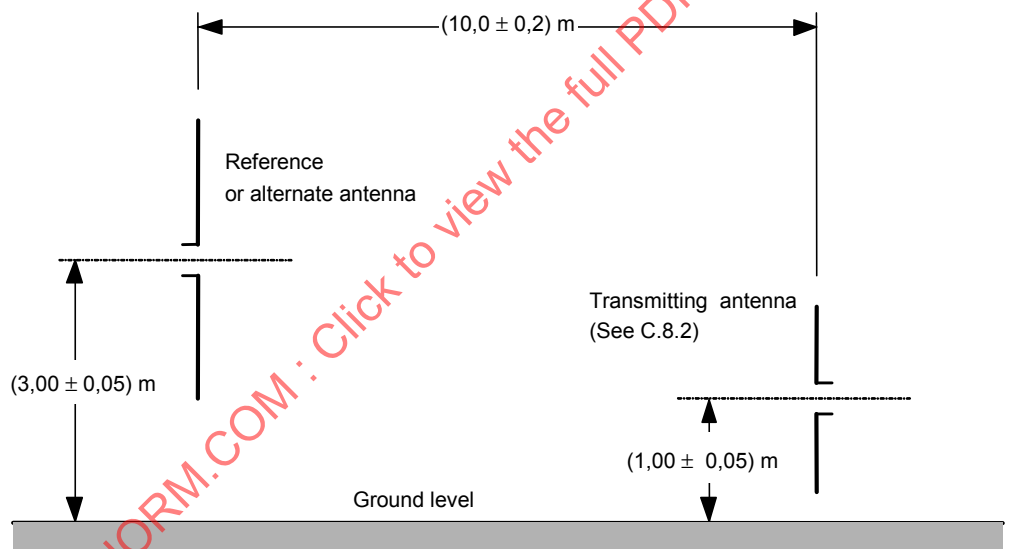
NOTE The antenna factor of the reference antenna may be assumed to be the same for both polarizations.

C.12 Frequencies

The number of frequencies at which antenna factor values are required depends on the alternate antenna being evaluated. A sufficiently large number of frequencies shall be considered to describe the function adequately.

C.13 Complete system verification

The complete measurement system comprised of antenna, transmission cable, measuring instrument and readout devices shall be verified by measuring an electric field established with the characterization signal generator and antenna(s) described in C.8. This verification shall be made on a periodic basis so that any change in system performance can be detected (see Figure C.1).



IEC 715/07

Drawing not to scale

NOTE For 3 m antenna distance the $10,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ horizontal dimension changes to $3,00 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$; the $3,00 \pm 0,05 \text{ m}$ vertical dimension changes to $1,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$.

Figure C.1 – Alternate antenna factor determination (10 m antenna distance)

C.14 Reference document

ANSI C63.5, *American National Standard for Electromagnetic Compatibility – Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control – Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz)*. American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036, USA.

Annex D (informative)

Construction features of motor vehicles affecting the emission of ignition noise

D.1 Introduction

For guidance in testing and approval, it should be noted that some differences in vehicle construction are unlikely to have a significant effect on the ignition noise emission. For this reason, measurements on one variant may be considered as being typical and such a variant may be used as the basis for the assessment of the design characteristics of road vehicles insofar as they affect the ignition noise emission.

D.2 The following construction differences have little effect on ignition noise emission.

NOTE This is not all-inclusive, it is a set of examples only.

- a) Two-door or four-door vehicles or station-wagons of similar overall length.
- b) Differences in radiator grille construction provided that grilles are of metal, offer approximately the same proportion of clear opening and have approximately the same mounting.
- c) Shape of fenders or contour of hood/bonnet.
- d) Different size wheels or tires.
- e) Ordinary non-resistive spark-plugs of different makes, provided they have equivalent electrical characteristics (capacitance, inductance, resistance).
- f) Coils and distributors of different makes, provided they have equivalent electrical characteristics (capacitance, inductance, resistance).
- g) Decorative ornamentation, heaters or air conditioners, occupying the same location.
- h) Ordinary resistive spark-plugs of different heat ranges, provided they have equivalent electrical characteristics (capacitance, inductance, resistance).
- i) Size, shape, and location of the ancillary electrical equipment (including its harness), which is needed to run the engine.

D.3 The following construction differences can be expected to have a significant effect on ignition noise emission.

NOTE This is not all-inclusive, it is a set of examples only.

- a) Significant differences in compression ratio.
- b) Use of plastic or metallic fenders, roofs or body panels.
- c) Size, shape, and location of metallic air cleaners and use of plastic rather than metallic air cleaners or vice-versa.
- d) Location of ignition components on the engine or in the engine compartment.
- e) Size and shape of the engine compartment and location of the high-voltage harness.
- f) Significant differences in the clear opening of engine compartment around the wheels.
- g) Right or left hand steering as it may affect the position of the other components or parts.
- h) Vehicles having auxiliary engine(s) for purposes other than propulsion.

Annex E (informative)

Measurement of the insertion loss of ignition noise suppressors

E.1 Introduction

Two methods of measurement of the insertion loss of ignition noise suppressors are used.

E.1.1 CISPR box method (50/75 Ω laboratory method)

This method is described in Clause E.3.

E.1.2 Field comparison method

In this method, the insertion loss of the suppressor (or set of suppressors) is determined from the measurement of interference field strength caused by the vehicle/boat/device on the open test site. It is evaluated according to the formula:

$$A = E_1 - E_2 \quad (\text{E.1})$$

where:

E_1 is the field strength caused by the ignition system without suppressors, expressed in dB (μV/m);

E_2 is the field strength caused by the same ignition system but with suppressors (or set of suppressors) expressed in dB (μV/m).

NOTE Field strength is to be measured in accordance with Clause 5.

E.2 Comparison of test methods

E.2.1.1 CISPR box method

With the help of the CISPR box method, it is possible to compare only the characteristics of single suppressors of the same kind under standard laboratory conditions. At present, this method is used in the frequency range from 30 MHz to 300 MHz. Results obtained have no significant correlation with the efficiency of suppressors observed in practice. This method does not allow measurement of a set of suppressors consisting, for example, of four resistors and five cables with distributed attenuation. Nevertheless, it provides a means of quick control, for instance of suppressors during manufacture after previous verification of their effectiveness in actual conditions.

E.2.2 Field comparison method

The field comparison method may be considered the reference method since the results obtained give the insertion loss of suppressors observed in practice. It automatically takes into account all the factors influencing the insertion loss and it has no limitations in frequency range. Its main disadvantage is the need to perform measurements on an open test-site (or in an absorber lined shielded enclosure as specified in 5.2.2) and the need to test the complete vehicle/boat/device.

E.3 CISPR box method (50/75 Ω laboratory method of measurement of insertion loss of ignition noise suppressors)

E.3.1 General conditions and limitations of measurement

The insertion loss of an ignition noise suppressor is measured with the test circuit shown in Figure E.1. This method is intended to be used only as a comparative method for suppression devices of the same type and is not intended to give direct correlation with emission measurements.

E.3.2 Test procedure

In Figure E.1, the coaxial switches (2) are adjusted so that the signal from the signal generator (1) is passed through the test box (4) and the specimen under test (5) giving an indication on the output indicator of the measuring instrument (7). Fixed "T" attenuators (3) have a loss of 10 dB.

The coaxial switches (2) are then turned so that the signal passes through the calibrated variable attenuator (6), which is adjusted to give the same indication on the output indicator of the measuring instrument (7). The insertion loss of the ignition noise suppressor is then given by the attenuation read on the calibrated variable attenuator (6) minus the attenuation of the fixed attenuators (3).

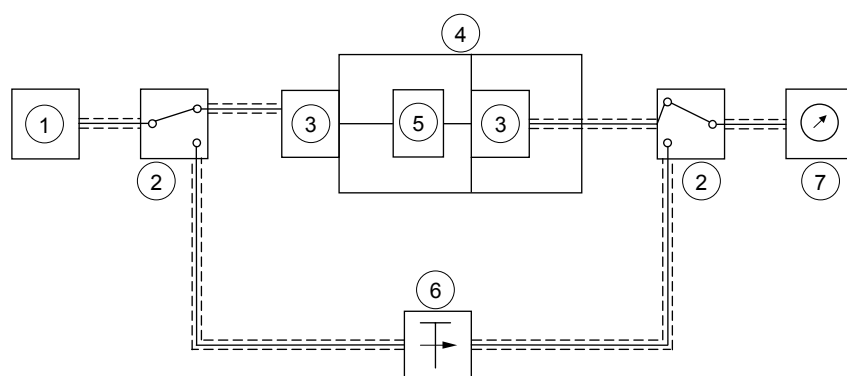
E.3.3 Test box construction

Details of the usual test box are shown in Figures E.2 to E.4. For the majority of applications, this box is applicable: however, hole positions and box size may require modification for some applications. The arrangement of the suppressors in the test box is shown in Figures E.5 to E.11. All non-coaxial connecting leads within the CISPR box to the suppressors under measurement shall be kept as short as possible, or of specified length where shown. In all arrangements the spark-plug is modified to accept a coaxial input and is constructed from a standard spark-plug assembly having a direct connection between the spark-plug terminal and the central electrode.

E.3.4 Results

For ignition noise suppressors having a high impedance, the insertion loss a_1 in a circuit having a characteristic impedance z_1 can be converted to the insertion loss a_2 in a circuit having a characteristic impedance z_2 ; the following formula applies:

$$a_2 = a_1 + 20 \lg (z_1/z_2). \quad (\text{E.2})$$



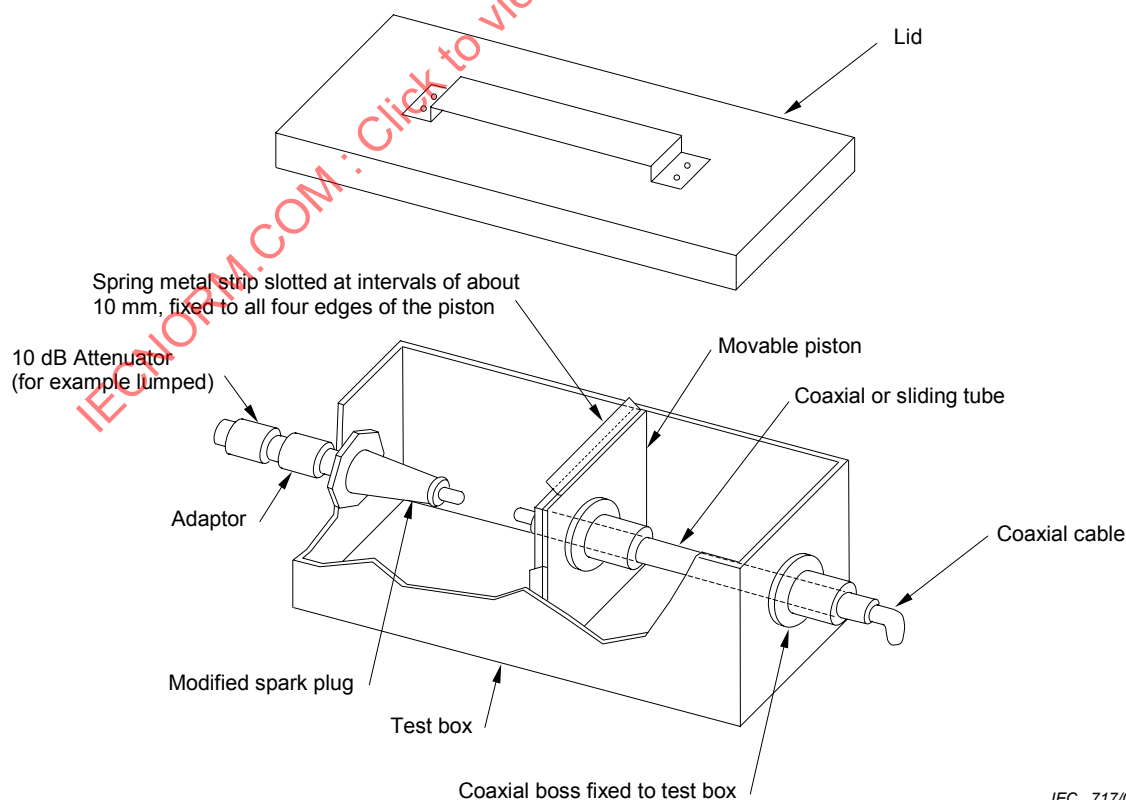
IEC 716/07

Key

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| ① Signal generator | ⑤ Specimen under test |
| ② Coaxial switch | ⑥ Calibrated variable attenuator |
| ③ Fixed "T" attenuator (10 dB) | ⑦ Measuring instrument |
| ④ Test box | |

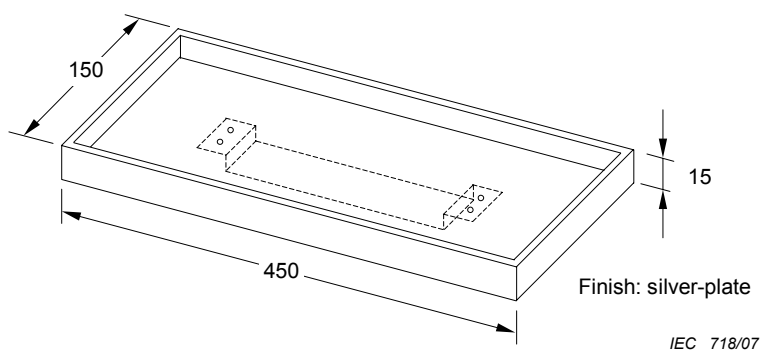
Items ①, ②, ③, ⑥ and ⑦ shall have the same characteristic impedance.

Figure E.1 – Test circuit



IEC 717/07

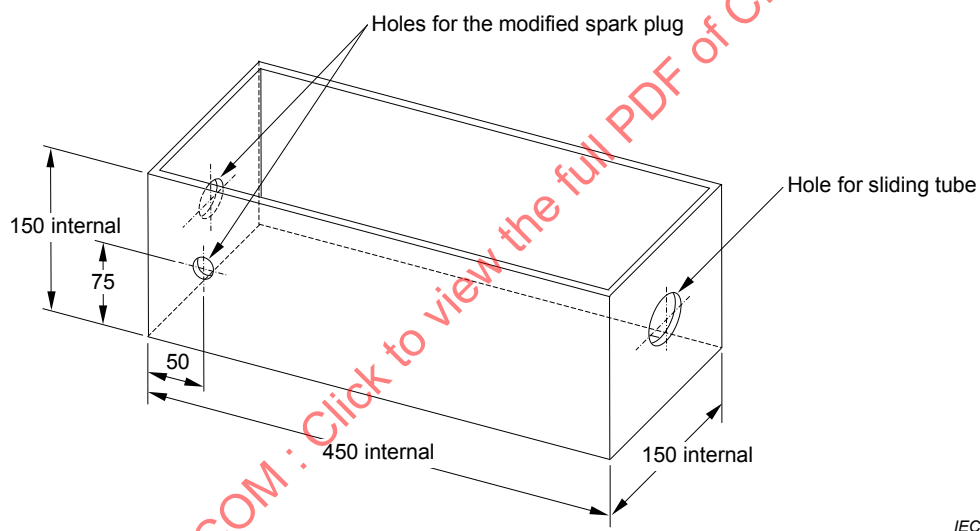
Figure E.2 – General arrangement of the test box



Dimensions in millimetres

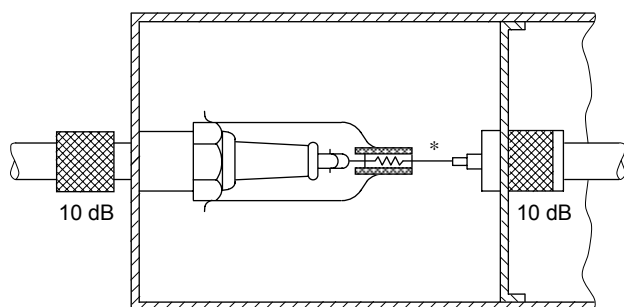
NOTE Lid made to give U-shaped overlapping push fit onto upper face of the test box.

Figure E.3 – Details of the test box lid

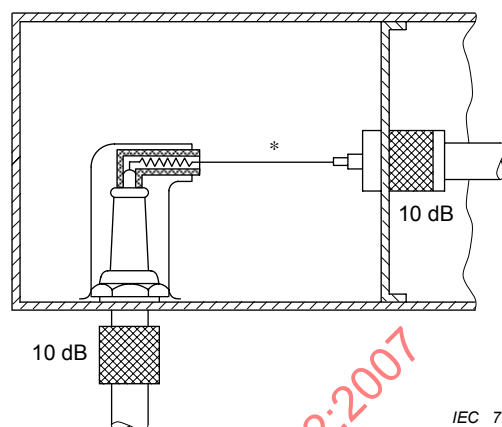


Dimensions in millimetres

Figure E.4 – Details of the test box



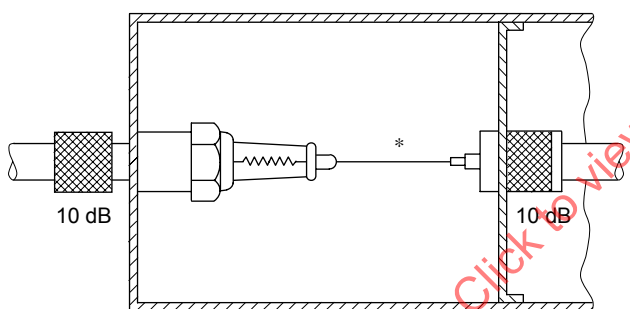
IEC 720/07



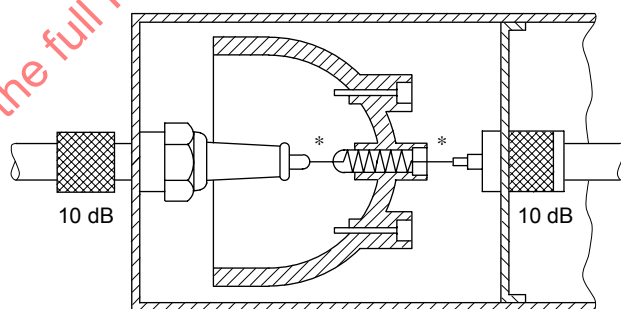
IEC 721/07

Figure E.5 – Straight spark-plug ignition noise suppressor (screened or unscreened)

Figure E.6 – Right-angle spark-plug ignition noise suppressor (screened or unscreened)



IEC 722/07

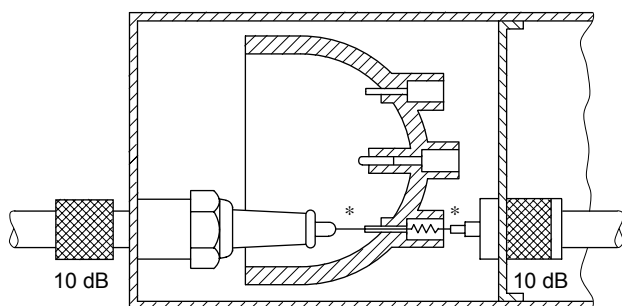


IEC 723/07

Figure E.7 – Noise suppression spark-plug

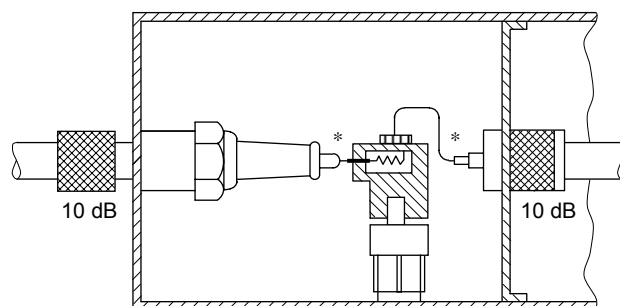
Figure E.8 – Resistive distributor brush

* All connecting leads to noise suppressors under measurement to be kept as short as possible or of specified length where shown.



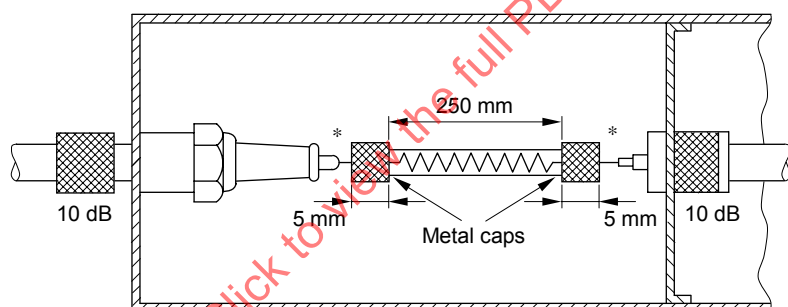
IEC 724/07

Figure E.9 – Noise suppressor in distributor cap



IEC 725/07

Figure E.10 – Noise suppression distributor rotor



IEC 726/07

Figure E.11 – Noise suppression ignition cable (resistive or reactive)

* All connecting leads to suppressors under measurement to be kept as short as possible or of specified length where shown.

Annex F (informative)

Methods of measurement to determine the attenuation characteristics of ignition noise suppressors for high voltage ignition systems

F.1 Introduction

This annex specifies test methods for the evaluation of the efficiency of ignition noise suppressors used in the high-voltage part of ignition systems of internal combustion engines, such as suppressive HV connectors, resistive spark-plugs.

The frequency range is 30 MHz to 1 000 MHz.

F.2 Recommended requirements for ignition noise suppressors

The required limit class(es) for noise suppressors shall be defined by the users of this standard based on the values in Table F.1.

NOTE At the transition frequencies the higher attenuation should be considered as a limit.

Table F.1 – Limits

Class	Range I 30 MHz – 70 MHz	Range II 70 MHz – 200 MHz	Range III 200 MHz – 500 MHz	Range IV 500 MHz – 1 000 MHz
	Attenuation dB			
1	6	14	8	6
2	12	20	14	12
3	18	26	20	18
4	24	32	26	24
5	30	38	32	30
6	36	44	38	36

F.3 Test set-up

The test set-up is shown in Figures F.1 and F.2.

The measurement is performed with a measuring instrument and an absorbing clamp according to CISPR 16-1-3.

The RF measuring instrument is set to quasi-peak measurement.

NOTE 1 Since the ignition disturbance is of a broadband nature and the system resonances have been minimized by use of the absorbing clamp, the frequency range need not be scanned continuously – it may be stepped (e.g. logarithmically) instead.

The peak voltage, measured at the ignition coil output, shall be set to 10 kV by adjusting the inert gas pressure in the pressure chamber. The amplitude for the pulses shall be as constant as possible. The pulse frequency shall be 50 Hz. The measuring distance a shall be 150 mm if no other values are specified in the examples of Clause F.5.

NOTE 2 Protection against high voltages – The energy of modern transistorized ignition systems is so high that touching the low-voltage side may create dangerous currents in a human body. Protection against high-voltage hazards is necessary.

NOTE 3 Protection of the absorbing clamp – The insulation of the ignition cable through the absorbing clamp may not be sufficient for this application. The ignition cable must therefore be housed within the absorbing clamp in insulating pipes.

In order to stabilize the spark discharge and thus the RF spectrum it is recommended to ventilate the pressure chamber (refer to Figure F.3).

A lateral minimum distance to metallic parts (e.g. walls) of 400 mm shall be maintained.

If the set-up is constructed using different parts of sheet metal, good electrical connection between the different parts shall be ensured.

The ground strap shall have a minimum cross-sectional area of 5 mm², a minimum width of 8 mm and a maximum length of 1 200 mm.

The connections of the EUT to the measuring equipment shall be as close to reality as possible.

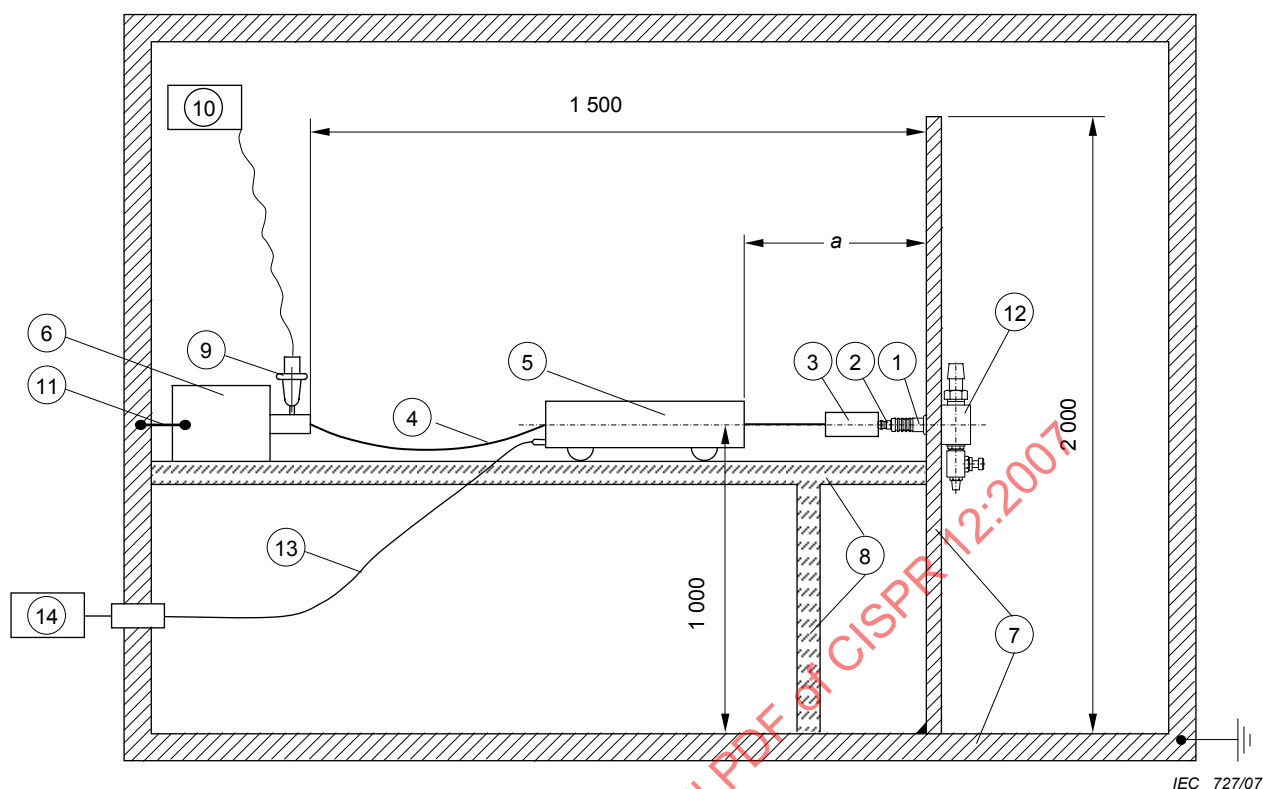
F.4 Test procedure

Install a measuring spark-plug as defined in Clause F.5.

The RF disturbance power is first measured without ignition noise suppressors, then the measurement is repeated with the ignition noise suppressors inserted.

NOTE Overload protection of the measuring instrument input – During recording the situation without ignition noise suppression, pulses of about 1 kV reach the measuring instrument input. This may destroy the measuring instrument. The use of a 20 dB attenuator with sufficient voltage/pulse resistance avoids this problem.

The difference between both measurements is the insertion loss of the ignition noise suppression device.



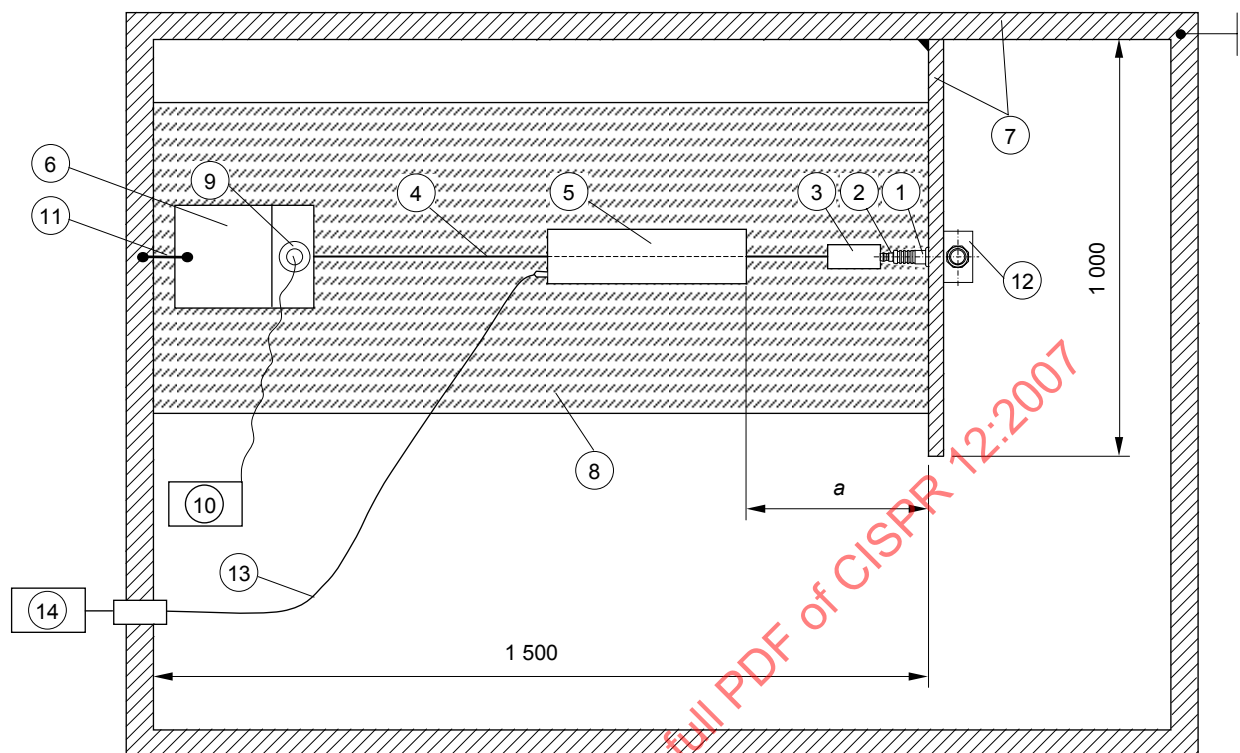
IEC 727/07

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
 - 2 Connection to the spark-plug
 - 3 EUT
 - 4 HV ignition cable, not shielded and without suppressive elements
 - 5 Absorbing clamp
 - 6 Transistorized ignition coil system with power supply and pulse frequency generator (negative terminal connected to ground)
 - 7 Wall and floor sheet metal
 - 8 Table and supports, non-metallic
 - 9 HV probe
 - 10 Peak-voltage measuring instrument (e.g. oscilloscope)
 - 11 Ground strap
 - 12 Pressure chamber with ventilation according to F.3
 - 13 Measuring cable
 - 14 RF disturbance measuring instrument
- a* is the measuring distance (see F.3).

Figure F.1 – Test set-up, side view



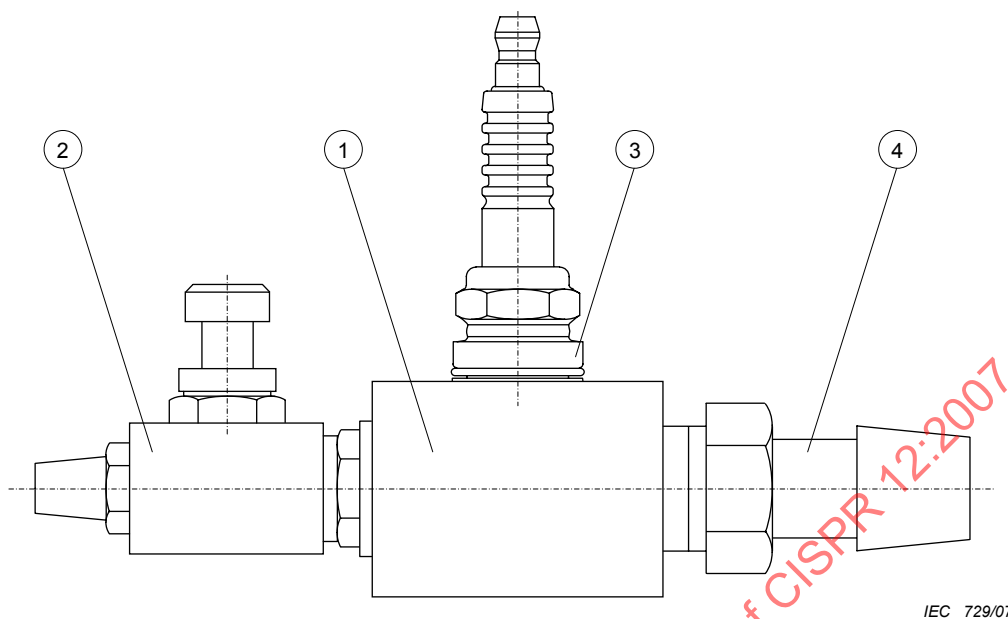
IEC 728/07

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
 - 2 Connection to the spark-plug
 - 3 EUT
 - 4 HV ignition cable, not shielded and without suppressive elements
 - 5 Absorbing clamp
 - 6 Transistorized ignition coil system with power supply and pulse frequency generator (negative terminal connected to ground)
 - 7 Wall and floor sheet metal
 - 8 Table and supports, non-metallic
 - 9 HV probe
 - 10 Peak-voltage measuring instrument (e.g. oscilloscope)
 - 11 Ground strap
 - 12 Pressure chamber with ventilation according to F.3
 - 13 Measuring cable
 - 14 RF disturbance measuring instrument
- a* is the measuring distance (see F.3).

Figure F.2 – Test set-up, top view

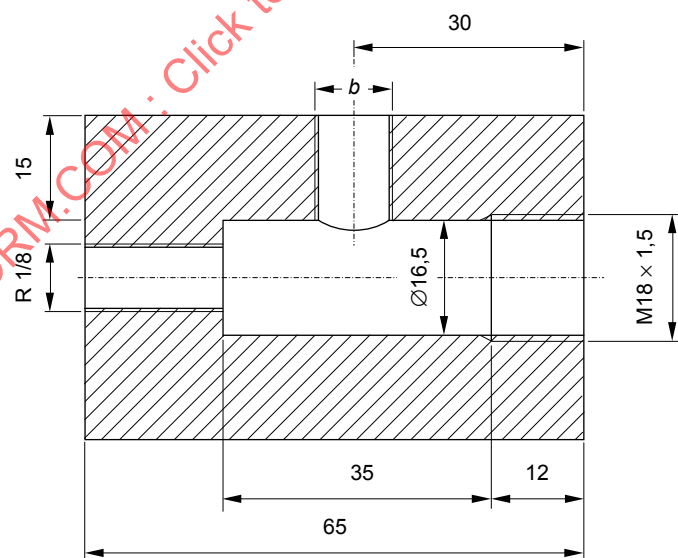


IEC 729/07

Key

- 1 Pressure chamber
- 2 Throttle valve with attenuator (ventilation requirements to be evaluated empirically)
- 3 Measuring spark-plug
- 4 Connection for oil- and waterfree pressurized inert gas

Figure F.3a – General view



IEC 730/07

Dimensions in millimetres

$b = M10 \times 1, M12 \times 1,25, \text{ or } M14 \times 1,25$

Values not specified may be selected by the manufacturer

Material: metal

Figure F.3b – Cross-sectional view

Figure F.3 – Pressure chamber with ventilation

F.5 Measuring spark-plugs without suppression elements

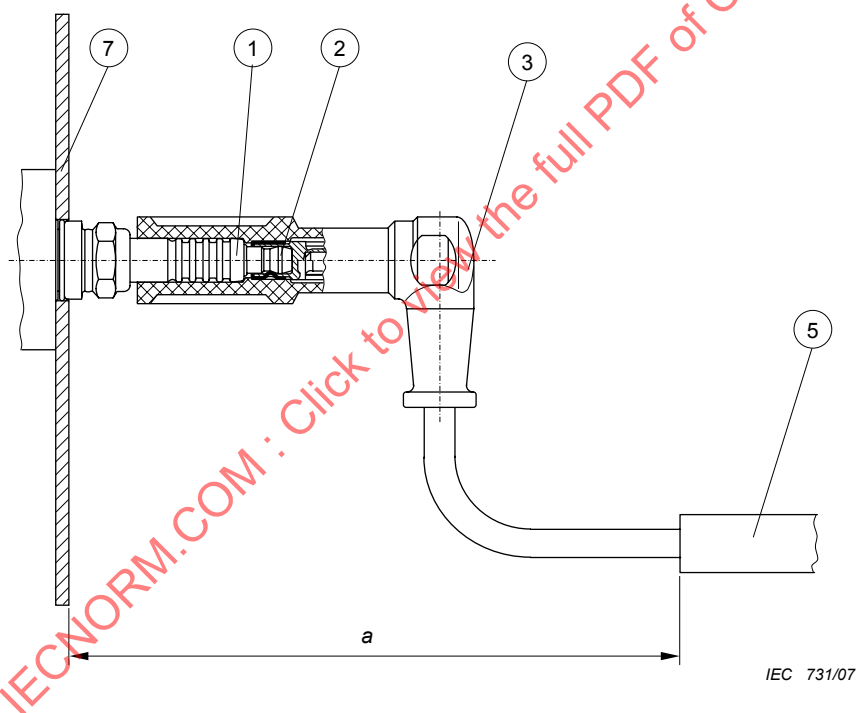
A measuring spark-plug shall be used to evaluate ignition noise suppressors, designed as part of the spark-plug assembly or by some other technique (for example, resistive ignition cables).

All spark-plugs without ignition noise suppression according to the relevant standards ISO 1919, ISO 2344, ISO 2704 and ISO 2705 may be used. The electrode gap shall be adjusted to $0,7 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

F.6 Test set-up examples

Because of the high variety of different geometrical dimensions of suppression elements, the connection (see item 2 in Figure F.4, for example) shall be agreed between manufacturer and user.

F.6.1 Connection of a right-angle spark-plug ignition noise suppressor



Dimensions in millimetres

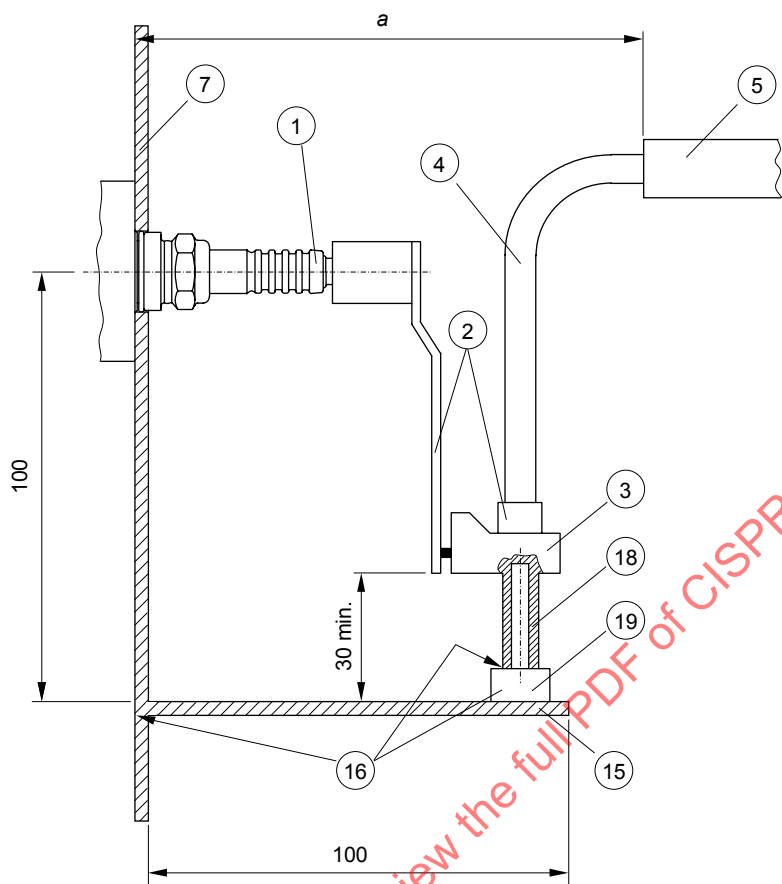
Key

- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
- 2 Connection
- 3 EUT
- 5 Absorbing clamp
- 7 Wall sheet metal
- a is the measuring distance (see F.3)

NOTE The HV ignition cable to the absorbing clamp must be as short as possible.

Figure F.4 – Top view of the set-up of a right-angle ignition noise suppressor for distributors

F.6.2 Connection of a distributor rotor



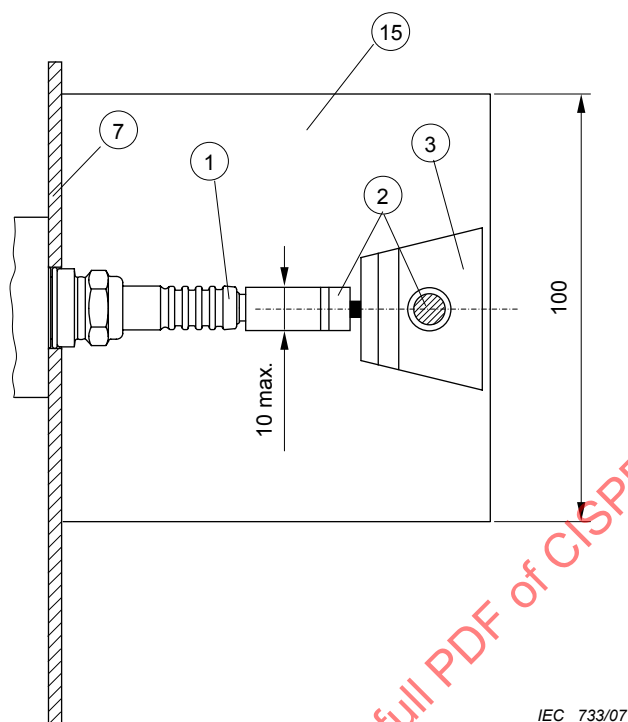
IEC 732/07

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
- 2 Connection
- 3 EUT
- 4 HV ignition cable, not shielded and without suppressive elements
- 5 Absorbing clamp
- 7 Wall sheet metal
- 15 Metallic ground plane
- 16 Wall sheet metal (7), ground plane sheet metal (15), adaptor part (19) and original shaft end (18) well connected electrically and in terms of RF
- 18 Original shaft end
- 19 Adaptor part
- a is the measuring distance (see F.3)

Figure F.5 – Location of high voltage ignition components



IEC 733/07

Dimensions in millimetres

Key

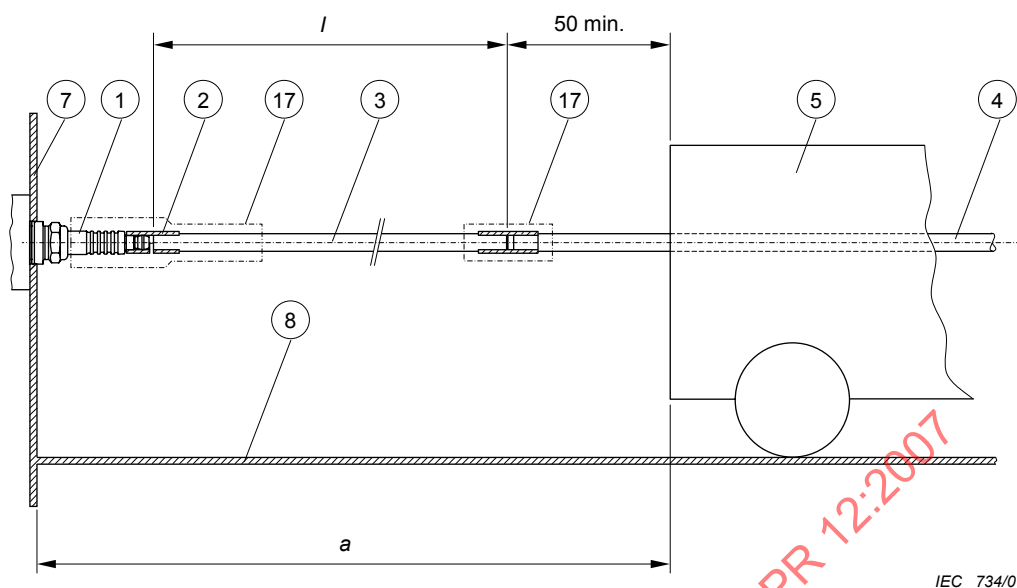
- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
- 2 Connection
- 3 EUT
- 7 Wall sheet metal
- 15 Metallic ground plane

Figure F.6 – Top view of the test set-up for distributor rotors**F.6.3 Connection of distributor caps with integrated ignition noise suppressors**

Because of the high variety of different geometrical dimensions of distributor caps, the complete test set-up shall be agreed upon between manufacturer and user.

F.6.4 Connection of resistive ignition cables**F.6.4.1 Ready-to-use resistive ignition cables**

Ready-to-use ignition cables shall be measured with their original length l ; the measuring distance shall be chosen as $a = l + 120$ mm. The connection between the EUT and the non-suppressive HV ignition cable shall be protected by insulating material against touching. Its minimum distance to the absorbing clamp shall be 50 mm.



IEC 734/07

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Spark-gap provided by a measuring spark-plug according to F.5
- 2 Connection
- 3 EUT
- 4 HV ignition cable, not shielded and without suppressive elements
- 5 Absorbing clamp
- 7 Wall sheet metal
- 8 Table and supports, non-metallic
- 17 Protective insulation and ready-to-use protective cap
- a is the measuring distance (see F.6.4.1)
- l is the length of the ready-to-use resistive ignition cable

Figure F.7 – Side view of the test set-up for ready-to-use resistive ignition cables

F.6.4.2 Resistive ignition cables not ready-to-use

These cables shall be measured preferably with a measuring distance of $a = 0,5$ m.

The length of the EUT is measured from the connection (item 2 in Figure F.1) to the ignition system (item 6 in Figure F.1).

F.7 Reference documents

ISO 1919:1998, *Road vehicles – M14 × 1,25 spark-plugs with flat seating and their cylinder head housings*

ISO 2344:1998, *Road vehicles – M14 × 1,25 spark-plugs with conical seating and their cylinder head housings*

ISO 2704:1998, *Road vehicles – M10 × 1 spark-plugs with flat seating and their cylinder head housings*

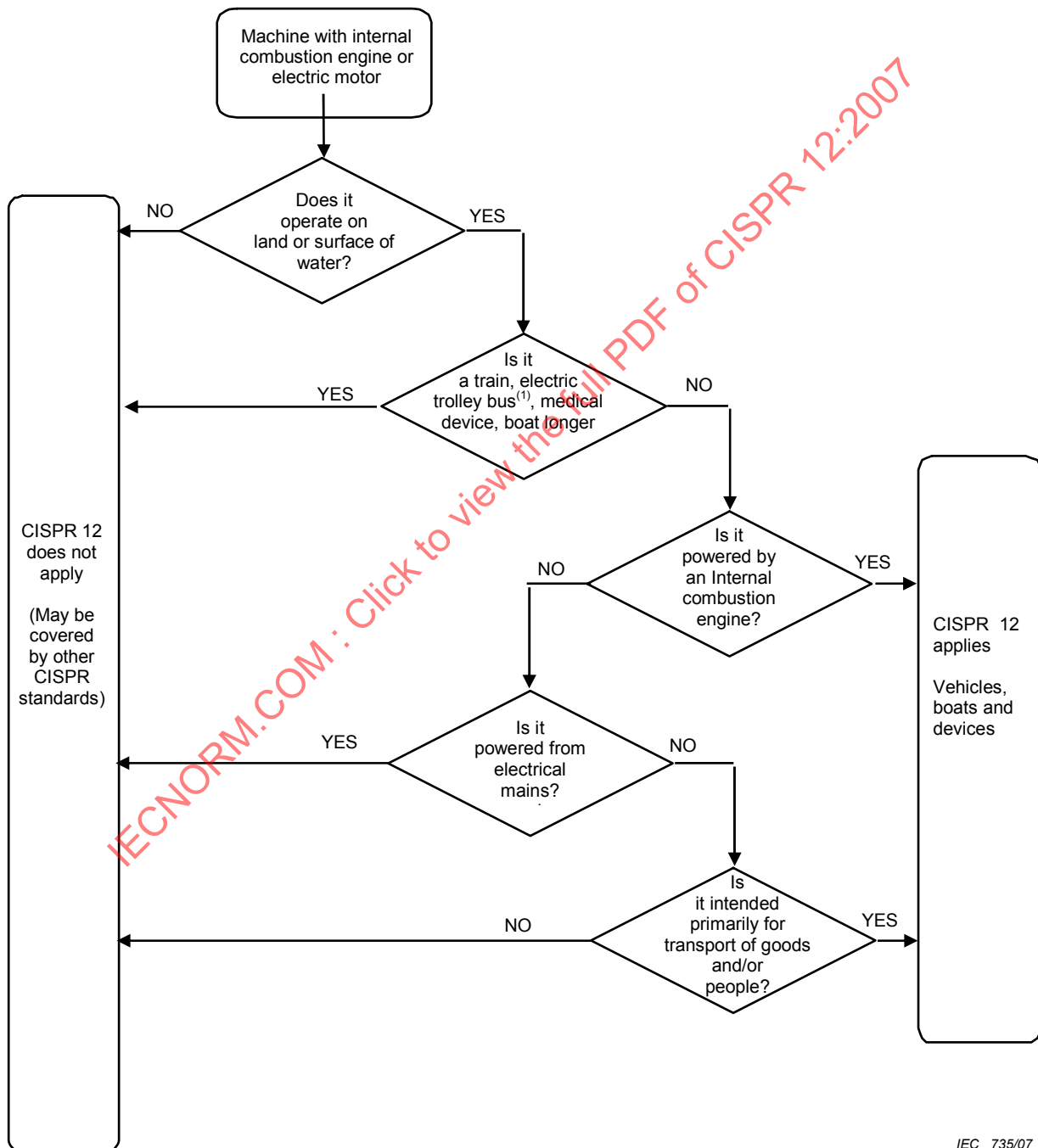
ISO 2705:2006, *Road vehicles – M12 × 1,25 spark-plugs with flat seating and their cylinder head housings*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

Annex G (informative)

Flow chart for checking the applicability of CISPR 12

This chart is intended to assist with determining whether a particular product is covered by this international standard. In case of conflict between this chart and Clause 1, Clause 1 shall take precedence.



(1) In the case of a dual-mode trolley bus (e.g. propelled by power from either a.c./d.c. mains or an internal combustion engine), the internal combustion propulsion system shall be included, but the a.c./d.c. mains portion of the vehicle propulsion system shall be excluded from this standard.

Annex H (informative)

Items under consideration

H.1 Introduction

This annex contains future work items that are under consideration.

H.2 Frequency range

As further work progresses in CISPR A and CISPR H, this will be reviewed and CISPR 12 updated accordingly.

H.3 Measurement uncertainty

This topic will be considered for future revisions of this standard.

H.4 Operation conditions for electrically driven boats

As sufficient experience is available on this topic, it will be included in CISPR 12.

H.5 Necessity of Annexes E and F

For the next edition of CISPR 12, consideration will be given to removing Annexes E and F if there is no further need for them within the industry.

H.6 Correlation between OTS and ALSE measurements

A method needs to be defined for future editions of this document.

Bibliography

CISPR 16-1:1999, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus* ¹⁾

CISPR 16-3, 2003: *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*
Amendment 1 (2005)
Amendment 2 (2006)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

¹⁾ Withdrawn in 2003 and replaced by documents CISPR 16-1-1 to CISPR 16-1-5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	59
INTRODUCTION	61
1 Domaine d'application	62
2 Références normatives	63
3 Termes et définitions	63
4 Limites de perturbation	65
4.1 Détermination de la conformité du véhicule, du bateau ou de l'engin aux limites	65
4.2 Limites du détecteur crête et quasi-crête	67
4.3 Limite du détecteur valeur moyenne	67
5 Méthodes de mesure	68
5.1 Appareil de mesure	68
5.1.1 Paramètres de l'analyseur de spectre	69
5.1.2 Paramètres du récepteur à balayage	69
5.1.3 Types d'antennes	70
5.1.4 Précision	70
5.2 Exigences relatives à l'emplacement de mesure	71
5.2.1 Exigences relatives à l'emplacement de mesure en extérieur (OTS)	71
5.2.2 Exigences relatives aux chambres blindées munies d'absorbants	73
5.2.3 Exigences relatives à la position de l'antenne	74
5.3 Conditions pour l'objet à l'essai	76
5.3.1 Généralités	76
5.3.2 Véhicules et bateaux	76
5.3.3 Engins	77
5.4 Enregistrement des données	78
6 Méthodes de vérification de la conformité aux exigences du CISPR	78
6.1 Généralités	78
6.2 Courbes de limites applicables	78
6.2.1 Mesures dans des conditions sèches	78
6.2.2 Mesures dans des conditions humides	78
6.3 Évaluation (cas général)	79
6.4 Essai d'homologation	79
6.4.1 Échantillon unique	79
6.4.2 Plusieurs échantillons (optionnel)	79
6.5 Surveillance (audit qualité) de la production de série	79
6.5.1 Échantillon unique	79
6.5.2 Plusieurs échantillons (optionnel)	79
6.6 Vérification rapide sur un prototype pour un essai en cours de développement (émissions optionnelles seulement du détecteur de quasi-crête)	79
Annexe A (normative) Analyse statistique des résultats de mesure	80
Annexe B (normative) Procédure de détermination d'une limite d'émission alternative pour les mesures avec une antenne à une distance de 3 m	82
Annexe C (informative) Etalonnage et maintenance de l'antenne et de la ligne de transmission	84

Annexe D (informative) Caractéristiques de construction des véhicules à moteur influençant le bruit d'allumage	89
Annexe E (informative) Mesure de l'affaiblissement d'insertion de dispositifs d'antiparasitage d'allumage	91
Annexe F (informative) Méthodes de mesure des caractéristiques d'atténuation des éléments d'antiparasitage pour les systèmes d'allumage haute tension	97
Annexe G (informative) Diagramme d'application des exigences de la CISPR 12	107
Annexe H (informative) Eléments à l'étude	108
Bibliographie.....	109
Figure 1 – Méthode de détermination de la conformité	66
Figure 2 – Limites de perturbation (détecteur de crête et de quasi-crête) avec une antenne placée à 10 m	67
Figure 3 – Limites de perturbation (détecteur valeur moyenne) avec une antenne placée à 10 m	68
Figure 4 – Emplacement de mesure en extérieur pour les véhicules et les engins.....	72
Figure 5 – Emplacement de mesure en extérieur pour les bateaux	73
Figure 6 – Position de l'antenne pour la mesure de la composante verticale du champ rayonné	74
Figure 7 – Position de l'antenne pour la mesure de la composante horizontale du champ rayonné	75
Figure B.1 – Détermination de l'angle maximal à couvrir par l'antenne	82
Figure B.2 – Calcul de la réduction de gain résultante a	83
Figure C.1 – Détermination du facteur d'antenne d'une autre antenne (distance de l'antenne de 10 m)	88
Figure E.1 – Circuit d'essai	93
Figure E.2 – Disposition générale de la boîte d'essai	93
Figure E.3 – Détails du couvercle de la boîte d'essai	94
Figure E.4 – Détails de la boîte d'essai	94
Figure E.5 – Embout droit d'antiparasitage pour bougie d'allumage (avec ou sans blindage)	95
Figure E.6 – Embout à angle droit d'antiparasitage pour bougie d'allumage (avec ou sans blindage)	95
Figure E.7 – Bougie d'antiparasitage	95
Figure E.8 – Balai résistant de distributeur	95
Figure E.9 – Élément d'antiparasitage incorporé dans les sorties de la tête du distributeur.....	96
Figure E.10 – Rotor à élément d'antiparasitage incorporé	96
Figure E.11 – Câble d'allumage d'antiparasitage (résistant ou réactif)	96
Figure F.1 – Montage d'essai, vue de côté.....	99
Figure F.2 – Montage d'essai, vue de dessus	100
Figure F.3 – Chambre de compression avec ventilation	101
Figure F.4 – Vue de dessus du montage à angle droit d'un élément d'antiparasitage pour les distributeurs	102
Figure F.5 – Emplacement des composants d'allumage haute tension	103
Figure F.6 – Vue de dessus du montage d'essai pour rotors d'allumage	104

Figure F.7 – Vue de côté du montage d'essai pour câbles d'allumage résistifs prêts à l'emploi 105

Tableau 1 – Paramètres de l'analyseur de spectre.....69

Tableau 2 – Paramètres du récepteur à balayage 69

Tableau 3 – Vitesses de fonctionnement d'un moteur à combustion interne 77

Tableau A.1 – Facteurs statistiques 80

Tableau A.2 – Exemple de sous-bandes de fréquences 81

Tableau F.1 – Limites 97

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES****VÉHICULES, BATEAUX ET MOTEURS À COMBUSTION INTERNE –
CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATION RADIOÉLECTRIQUE –
LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE POUR LA PROTECTION
DES RÉCEPTEURS EXTÉRIEURS****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 12 a été établie par le sous-comité D du CISPR: Perturbations électromagnétiques relatives aux appareils électriques ou électroniques embarqués sur les véhicules et aux moteurs à combustion interne.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2001 et son Amendement 1 (2005), dont elle constitue une révision technique.

Les principaux changements par rapport à la précédente édition incluent:

- l'élimination de la détermination bande étroite / large bande
- le progrès général de la formulation

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
CISPR/D/322/CDV	CISPR/D/341/RVC

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 cette publication 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

INTRODUCTION

Il est nécessaire que les normes définissent les performances radioélectriques acceptables de tous les appareils électriques/électroniques. La CISPR 12 a été mise au point pour donner aux véhicules routiers et aux industries liées des méthodes d'essai et des limites qui fournissent une protection satisfaisante pour la réception des radiocommunications.

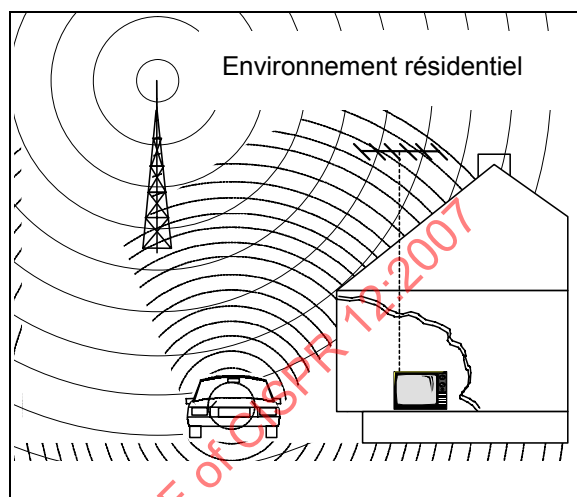
La CISPR 12 est utilisée depuis de nombreuses années comme une exigence réglementaire dans de nombreux pays, afin de fournir une protection pour les récepteurs radio dans l'environnement résidentiel. Cela a été extrêmement efficace dans la protection de l'environnement radioélectrique à l'extérieur du véhicule.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 12:2007

VÉHICULES, BATEAUX ET MOTEURS À COMBUSTION INTERNE – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATION RADIOÉLECTRIQUE – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE POUR LA PROTECTION DES RÉCEPTEURS EXTÉRIEURS

1 Domaine d'application

Les limites données dans la présente Norme internationale sont prévues pour assurer la protection des récepteurs de radiodiffusion dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz utilisés dans un environnement résidentiel. La conformité à la présente norme peut ne pas fournir une protection adéquate pour les nouveaux types d'émissions radioélectriques ou pour les récepteurs utilisés dans un environnement résidentiel à moins de 10 m d'un véhicule, d'un bateau ou d'un engin.



NOTE 1 L'expérience a montré que la conformité à la présente norme peut fournir une protection satisfaisante aux récepteurs pour d'autres types d'émissions, lorsqu'ils sont utilisés dans un environnement résidentiel, y compris pour les émissions radioélectriques dans d'autres bandes de fréquences que celles spécifiées.

La présente norme concerne le rayonnement d'énergie électromagnétique susceptible de brouiller la réception des radiocommunications et qui est produit par

- a) des véhicules entraînés par un moteur à combustion interne, par des moyens électriques, ou par les deux (voir 3.1);
- b) des bateaux propulsés par un moteur à combustion interne, par des moyens électriques, ou par les deux (voir 3.2). Les bateaux doivent être essayés de la même manière que les véhicules, excepté lorsqu'ils ont des caractéristiques particulières telles qu'elles sont explicitement fixées dans cette norme;
- c) des engins équipés de moteurs à combustion interne (voir 3.3).

Voir l'Annexe G qui fournit un diagramme pour aider à déterminer l'applicabilité de la CISPR 12.

La présente norme ne s'applique pas aux aéronefs, aux systèmes de traction (chemins de fer, tramway et trolleybus électriques), ni aux véhicules incomplets. Dans le cas d'un trolleybus bi-mode (par exemple entraîné par une alimentation provenant soit d'un réseau en courant alternatif/continu soit d'un moteur à combustion interne), il faut que le système de propulsion à combustion interne soit inclus, mais la partie du réseau en courant alternatif/continu du système de propulsion du véhicule est exclue de la présente norme.

NOTE 2 Pour la protection des récepteurs installés dans un véhicule contre les perturbations issues du même véhicule, la CISPR 25 s'applique.

La mesure des perturbations électromagnétiques lorsque le véhicule est relié au secteur pour la recharge n'entre pas dans le domaine d'application de cette norme. L'utilisateur se réfère aux normes CEI et CISPR adéquates qui définissent les méthodes de mesure et les limites pour ce cas.

L'Annexe H énumère les travaux considérés pour des révisions futures.

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 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

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

CISPR 16-1-3:2004, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice*

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*

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 25, *Caractéristiques des perturbations radioélectriques pour la protection des récepteurs utilisés à bord des véhicules, des bateaux et des engins – Limites et méthodes de mesure*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-161 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

véhicule

machine opérant sur le sol et qui est destinée à transporter des personnes ou des marchandises

NOTE Les véhicules comprennent, sans se limiter à ceux-ci, les voitures, les camions, les autobus, les cyclomoteurs, les machines agricoles, les engins de chantier, les équipements de levage de matériaux, les équipements utilisés dans les mines et les engins destinés à évoluer sur la neige.

3.2

bateau

vaisseau destiné à être utilisé sur la surface de l'eau, dont la longueur est inférieure à 15 m

3.3 **engin**

machine mue par un moteur à combustion interne et qui n'est pas principalement destinée à transporter des passagers ou des marchandises

NOTE Les engins comprennent, sans se limiter à ceux-ci, les scies à chaîne, les pompes d'irrigation, les canons à neige, les compresseurs d'air et les matériels ou les outils utilisés au sol.

3.4

bruit d'allumage impulsif

émission indésirable d'énergie électromagnétique, à dominante d'impulsions, ayant pour origine le dispositif d'allumage d'un véhicule, d'un bateau ou d'un engin

3.5

dispositif d'antiparasitage d'allumage

partie d'un circuit d'allumage à haute tension prévue pour limiter l'émission du bruit d'allumage impulsif

3.6

emplacement de mesure en extérieur

OTS; en anglais *outdoor test site*

emplacement de mesure similaire à l'emplacement d'essai en espace libre, tel que spécifié dans la CISPR 16, toutefois un plan de masse n'est pas requis et il existent des changements dimensionnels

NOTE Des exigences spécifiques sont définies dans le présent document.

3.7

balai résistant de distributeur

balai de contact résistant dans le couvercle d'un distributeur d'allumage

3.8

sous-bande de fréquences

partie du spectre de fréquences (entre 30 MHz et 1 000 MHz) définie pour permettre l'évaluation statistique des résultats d'essai obtenus par un balayage en fréquence

3.9

fréquence représentative

fréquence assignée d'une sous-bande de fréquences, utilisée pour comparer le résultat à la limite

3.10

niveau caractéristique

niveau d'émission prédominant mesuré dans chaque sous-bande de fréquences. Le niveau caractéristique est le niveau maximal mesuré, obtenu pour les deux polarisations d'antenne et pour toutes les positions de mesure spécifiées pour le véhicule, le bateau ou l'engin. Les signaux ambiants connus ne sont pas considérés comme faisant partie du niveau caractéristique

3.11

générateur de poursuite

oscillateur (cw) produisant un signal d'essai, dont la fréquence est verrouillée sur celle du récepteur de mesure

3.12

puissance perturbatrice RF

puissance RF mesurée à l'aide du transformateur de courant d'une pince absorbante et d'un appareil de mesure RF. Elle peut être mesurée en valeur crête ou en valeur quasi-crête; c'est le cas pour la tension perturbatrice RF

3.13**décharge d'allumage**

dans ce document, la décharge d'énergie stockée dans la bobine d'allumage par un arc entre les électrodes d'une bougie d'allumage pour la mesure

3.14**fil d'allumage haute tension (HT) résistif**

fil d'allumage dont le conducteur a une résistance élevée (atténuation)

3.15**environnement résidentiel**

environnement ayant une distance de protection de 10 m entre la source et le point de réception radioélectrique et où la source utilise le réseau public basse tension ou est alimentée par piles ou batteries

NOTE Des exemples sont les immeubles de logement, les habitations privées, les salles de divertissements, les théâtres, les écoles, les voies publiques, etc.

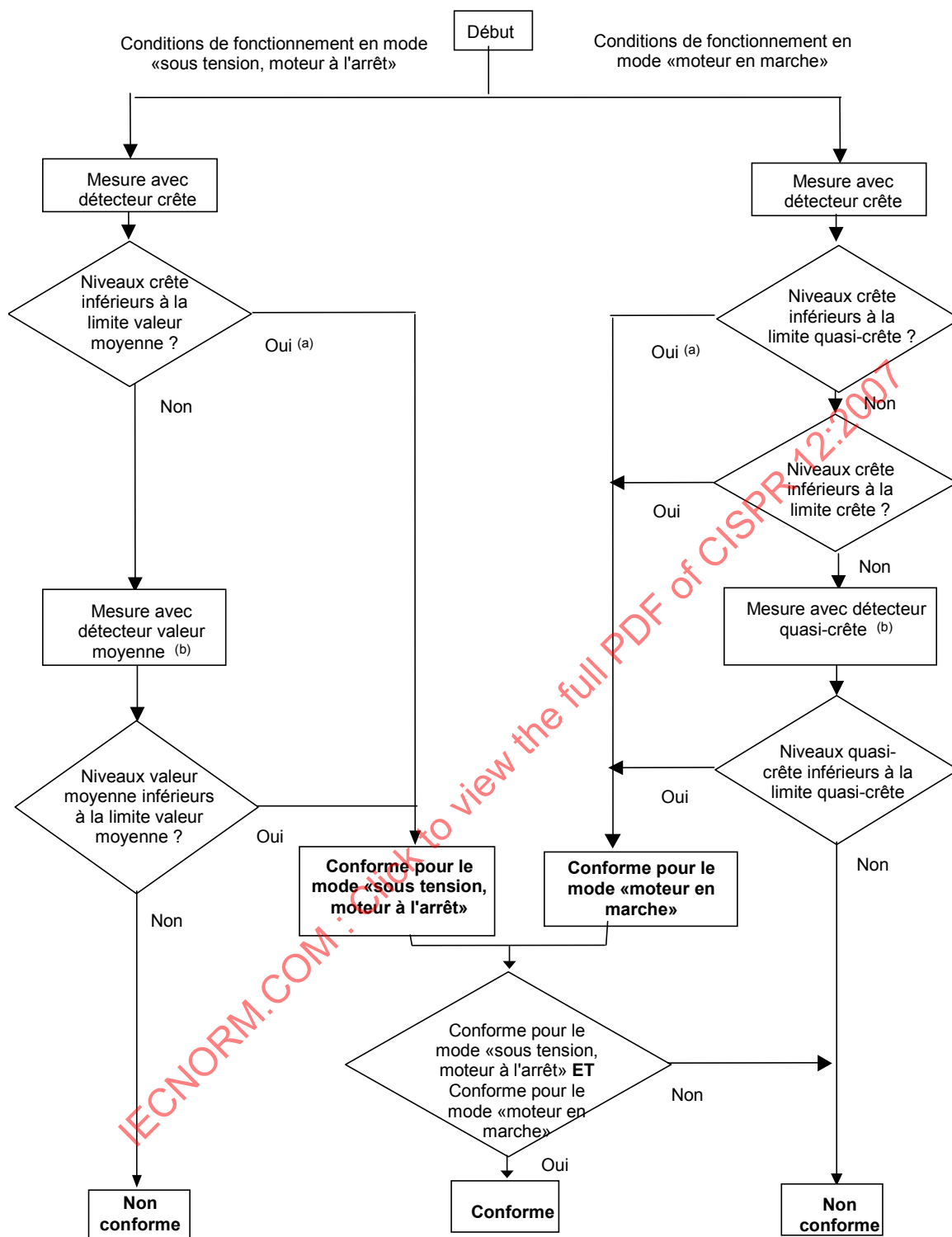
4 Limites de perturbation**4.1 Détermination de la conformité du véhicule, du bateau ou de l'engin aux limites**

Dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 GHz, le véhicule, le bateau ou l'engin doit être conforme aux deux points suivants:

- les limites valeur moyenne lorsque le véhicule, le bateau ou l'engin est en mode «sous tension, moteur à l'arrêt» (voir 5.3.2.1), et
- les limites valeur crête ou quasi-crête lorsque le véhicule, le bateau ou l'engin est en mode «moteur en marche» (voir 5.3.2.2).

Les limites données dans la présente norme prennent en compte les incertitudes.

La Figure 1 ci-dessous présente un diagramme synthétisant la méthode de détermination de la conformité.



IEC 706/07

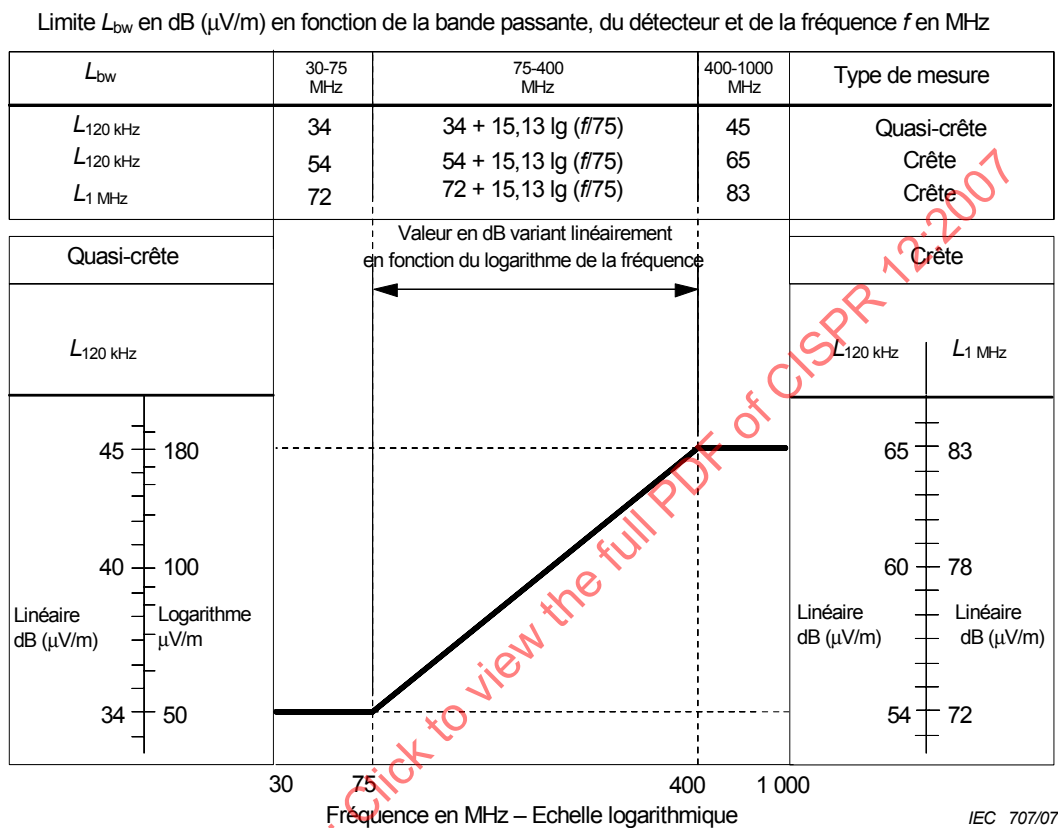
a Etant donné que la mesure effectuée avec un détecteur de crête est toujours supérieure ou égale à la mesure effectuée avec un détecteur de quasi-crête (et de valeur moyenne respectivement) et que la limite crête applicable est toujours supérieure ou égale à la limite quasi-crête applicable (et de valeur moyenne respectivement), cette mesure avec un détecteur unique peut conduire à un processus de conformité simplifié et plus rapide.

b Ce diagramme s'applique pour chaque fréquence individuelle; par exemple, il n'est nécessaire de remesurer que les fréquences qui sont supérieures à la limite applicable avec le détecteur de quasi-crête (et de valeur moyenne respectivement).

Figure 1 – Méthode de détermination de la conformité

4.2 Limites du détecteur crête et quasi-crête

La limite de rayonnement avec le détecteur de crête ou de quasi-crête pour une mesure effectuée avec une antenne placée à 10 m est donnée par le tableau et le graphique de la Figure 2. Une seule largeur de bande passante suffit pour l'essai. Pour déterminer les limites avec plus de précision, on doit utiliser les équations données à la Figure 2. Pour les mesures avec une antenne placée à 3 m, une valeur de 10 dB doit être ajoutée à la limite.



NOTE 1 Pour les véhicules équipés avec des moteurs électriques de propulsion, voir 5.3.2.

NOTE 2 Pour les mesures crête, voir 5.5.

NOTE 3 Le facteur de corrélation entre les mesures quasi-crête et crête est de +20 dB pour une largeur de bande de 120 kHz, sur la base de données expérimentales accumulées dans de nombreux pays.

Figure 2 – Limites de perturbation (détecteur de crête et de quasi-crête) avec une antenne placée à 10 m

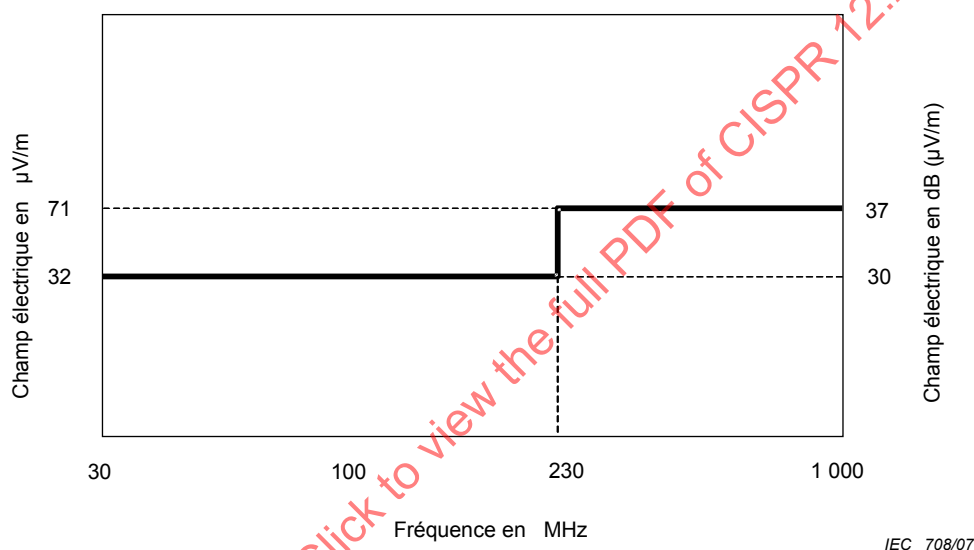
4.3 Limite du détecteur valeur moyenne

La limite de rayonnement avec le détecteur valeur moyenne pour une mesure effectuée avec une antenne placée à 10 m est donnée à la Figure 3. Les véhicules/bateaux/engins qui ne comportent aucun oscillateur opérant à une fréquence supérieure à 9 kHz doivent être considérés comme satisfaisant aux exigences valeur moyenne du présent article, sans qu'aucun autre essai ne soit nécessaire pour les émissions avec le détecteur valeur moyenne. Les véhicules/bateaux/engins qui satisfont aux exigences de rayonnements valeur moyenne de l'Article 5 de la CISPR 25 doivent être considérés comme satisfaisant également aux exigences valeur moyenne du présent paragraphe, et aucun autre essai n'est nécessaire.

Pour les mesures avec une antenne placée à 3 m, une valeur de 10 dB doit être ajoutée à la limite.

L'Annexe D de la CISPR 16-2-3 explique les différences entre le détecteur CISPR AV et un détecteur AV (correspondant avec CISPR 16-1:1999). Pour les besoins de cette norme, chacun de ces détecteurs peut être utilisé puisque la fréquence d'impulsion pour les machines de combustion est supérieure à 10 Hz.

NOTE Pour les essais d'homologation selon 6.4, l'utilisation d'une autre méthode d'essai fondée sur d'autres normes réglementaires est autorisée, comme détaillé ci-dessous. Cet essai d'homologation alternatif s'applique aux véhicules/bateaux/engins pour lesquels des récepteurs intérieurs peuvent être installés. Si, lorsqu'elle est mesurée conformément à la méthodologie d'essai des véhicules de la CISPR 25 pour les émissions à l'aide d'un détecteur de valeur moyenne, l'intensité du signal au niveau de l'antenne de radiodiffusion du véhicule, du bateau ou de l'engin est inférieure à 20 dB (μV) ($10 \mu\text{V}$) sur la bande de fréquences de 76 MHz à 108 MHz, le véhicule, le bateau ou l'engin peut alors être jugé conforme aux limites d'émissions moyennes et aucun essai supplémentaire n'est nécessaire.



**Figure 3 – Limites de perturbation (détecteur valeur moyenne)
avec une antenne placée à 10 m**

5 Méthodes de mesure

5.1 Appareil de mesure

L'appareil de mesure doit être conforme aux exigences de la CISPR 16-1-1. Un balayage en fréquence manuel ou automatique peut être utilisé.

NOTE Les analyseurs de spectre et les récepteurs à balayage sont particulièrement utilisés pour la mesure des perturbations. Le mode de détection crête des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage fournit une indication qui n'est jamais inférieure à l'indication en mode quasi-crête, cela pour une même largeur de bande passante. Il peut être plus intéressant d'effectuer la mesure des rayonnements en mode de détection crête du fait du balayage qui peut être plus rapide qu'en mode de détection quasi-crête.

Lorsque les limites quasi-crête sont considérées et qu'un détecteur crête est utilisé pour des raisons liées à la rapidité de mesure, toutes les mesures en valeur crête avec des résultats proches de la limite ou supérieurs à celle-ci doivent être refaites en utilisant un détecteur quasi-crête.

5.1.1 Paramètres de l'analyseur de spectre

La valeur du temps de balayage de l'analyseur de spectre doit être réglée en fonction de la bande de fréquences de mesure du CISPR et du mode de détection utilisé. La valeur maximale du temps de balayage doit être conforme aux exigences de la CISPR 16-2-3.

La bande passante de l'analyseur de spectre doit être choisie de manière que le seuil de bruit soit inférieur à la courbe de limite d'au moins 6 dB.

NOTE Un préamplificateur peut être utilisé entre l'antenne et l'analyseur de spectre, afin d'obtenir l'exigence du seuil de bruit de 6 dB.

Le temps de balayage et la bande passante recommandés sont énumérés au Tableau 1.

Tableau 1 – Paramètres de l'analyseur de spectre

Bande de fréquences MHz	Détecteur de crête		Détecteur de quasi-crête		Détecteur de valeur moyenne	
	Bande passante de résolution (RBW; en anglais <i>resolution bandwidth</i>) ^{a)}	Temps de balayage	Bande passante (BW; en anglais <i>bandwidth</i>) ^{b)}	Temps de balayage	Bande passante de résolution ^{a)}	Temps de balayage
30 à 1 000	100 / 120 kHz	100 ms / MHz	120 kHz	20 s / MHz	100 / 120 kHz	100 ms /MHz

a) La bande passante de résolution est définie à -3 dB.

b) La bande passante est définie à -6 dB.

Lorsqu'un analyseur de spectre est utilisé pour des mesures en valeur crête, la bande passante vidéo doit être au moins égale à trois fois la bande passante de résolution (RBW).

5.1.2 Paramètres du récepteur à balayage

Le temps de maintien du récepteur à balayage doit être réglé en fonction de la bande de fréquences de mesure du CISPR et du mode de détection utilisé. Le temps de maintien minimal doit être conforme aux exigences de la CISPR 16-2-3.

La bande passante du récepteur à balayage doit être choisie de manière que le seuil de bruit soit inférieur à la limite d'au moins 6 dB.

NOTE Un préamplificateur peut être utilisé entre l'antenne et le récepteur à balayage, afin de respecter l'exigence du seuil de bruit de 6 dB.

Le temps de maintien, la valeur maximale du pas de fréquence et de la bande passante recommandés sont énumérés au Tableau 2.

Tableau 2 – Paramètres du récepteur à balayage

Bande de fréquences MHz	Détecteur de crête			Détecteur de quasi-crête			Détecteur de valeur moyenne		
	Bande passante	Valeur du pas de fréquence _a	Temps de palier	Bande passante	Valeur du pas de fréquence _a	Temps de palier	Bande passante	Valeur du pas de fréquence _a	Temps de palier
30 à 1 000	120 kHz	50 kHz	5 ms	120 kHz	50 kHz	1 s	120 kHz	50 kHz	5 ms

^a Pour les perturbations simplement à large bande, le pas de fréquence maximal peut être augmenté jusqu'à une valeur ne dépassant pas la valeur de la bande passante.

5.1.3 Types d'antennes

5.1.3.1 Antenne de référence

L'antenne de référence doit être un doublet symétrique (voir la CISPR 16-1-4). Les facteurs d'antenne en espace libre doivent être utilisés. Pour les fréquences supérieures ou égales à 80 MHz, l'antenne doit être accordée, et pour les fréquences inférieures à 80 MHz, elle doit être de longueur égale à la longueur d'onde correspondant à 80 MHz. Elle doit être adaptée au câble par l'intermédiaire d'un dispositif de transformation symétrique-asymétrique approprié.

5.1.3.2 Antennes à large bande

Les antennes à polarisation linéaire sont autorisées, dans la mesure où elles peuvent être étalonnées par rapport à l'antenne de référence.

Une antenne à large bande doit être utilisée lorsque les mesures sont effectuées avec un système de réception automatisé utilisant un récepteur à balayage. Une telle antenne à large bande peut être utilisée pour la mesure des niveaux de rayonnement (dans la bande de fréquences couverte par la présente norme), dans la mesure où sa tension de sortie peut être rapportée à la tension de sortie de l'antenne de référence dans l'environnement d'essai réel de l'emplacement réel d'essai.

Lorsqu'on utilise des antennes à large bande, elles doivent être conformes aux exigences de la CISPR 16-1-4 pour les antennes complexes. A titre d'exemple, les facteurs suivants sont à prendre en compte:

- a) le diagramme de rayonnement de l'antenne donnant son angle d'ouverture, en polarisation horizontale et en polarisation verticale;
- b) l'effet du déplacement d'un centre de phase en fonction de la fréquence;
- c) l'effet des caractéristiques de réflexion du sol (y compris les réflexions multiples pouvant se produire à des fréquences spécifiques d'environ 500 MHz en polarisation verticale et 900 MHz en polarisation horizontale).

Voir l'Annexe C pour l'étalonnage d'autres antennes.

5.1.4 Précision

Le système de mesure constitué de l'antenne, de la ligne de transmission et de l'appareil de mesure, en excluant la source et le site de mesure, doit mesurer le champ électrique dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz avec une précision de ± 3 dB. Voir l'Article 4 de la CISPR 16-1-4. La précision de la fréquence doit être supérieure à ± 1 %.

NOTE 1 Afin de s'assurer que les mesures définies dans la présente norme sont en accord avec les tolérances spécifiées, il convient que des précisions soient données concernant toutes les caractéristiques importantes des appareils de mesure (par exemple la stabilité en fréquence et en amplitude, la réjection de la fréquence image, l'intermodulation, les niveaux de saturation, la sélectivité, les constantes de temps et le rapport signal sur bruit), de même que les facteurs pouvant influencer l'antenne et la ligne de transmission.

NOTE 2 Il est possible d'obtenir des variations supplémentaires pour les mesures de champ électrique (voir C.13) dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz. Celles-ci sont dues aux variations de la conductivité du sol et d'autres facteurs influençant la répétabilité.

5.2 Exigences relatives à l'emplacement de mesure

5.2.1 Exigences relatives à l'emplacement de mesure en extérieur (OTS)

5.2.1.1 Emplacement de mesure en extérieur pour les véhicules et les engins

L'emplacement de mesure doit être une zone dégagée, libre de toute surface électromagnétiquement réfléchissante à l'intérieur d'un cercle de rayon minimal de 30 m centré en un point situé à mi-distance entre le véhicule ou l'engin et l'antenne. Exceptionnellement, l'appareillage de mesure et la cabine de mesure ou le véhicule le contenant (lorsqu'il est utilisé) peuvent être situés sur l'emplacement de mesure, mais uniquement dans la région autorisée, représentée par des hachures à la Figure 4.

NOTE Les exigences pour l'emplacement définies en 5.2.1.1 et la Figure 4 sont l'application de la CISPR 16-1-4 pour les objets automobiles de grande dimension.

Les véhicules et les engins de longueur et largeur inférieures à 2 m peuvent être essayés sur un emplacement de mesure en extérieur de dimensions correspondant aux Figures 2 ou 3 de la CISPR 16-1-4.

5.2.1.2 Emplacement de mesure en extérieur pour les bateaux

L'emplacement de mesure doit être une zone dégagée, libre de toute surface électromagnétique réfléchissante à l'intérieur d'un cercle de rayon minimal de 30 m centré en un point situé entre le bateau ou l'engin en essai et l'antenne. Des exceptions pour les appareils de mesure sont précisées en 5.2.1.2.1 et en 5.2.1.2.2. Exceptionnellement, l'appareil de mesure peut être situé sur l'emplacement de mesure, mais uniquement dans la région autorisée, représentée par des hachures à la Figure 5. La cabine de mesure ou le véhicule ou le bateau non métallique de la structure dans/ sur laquelle l'appareil de mesure est situé peut être à l'intérieur de l'emplacement de mesure.

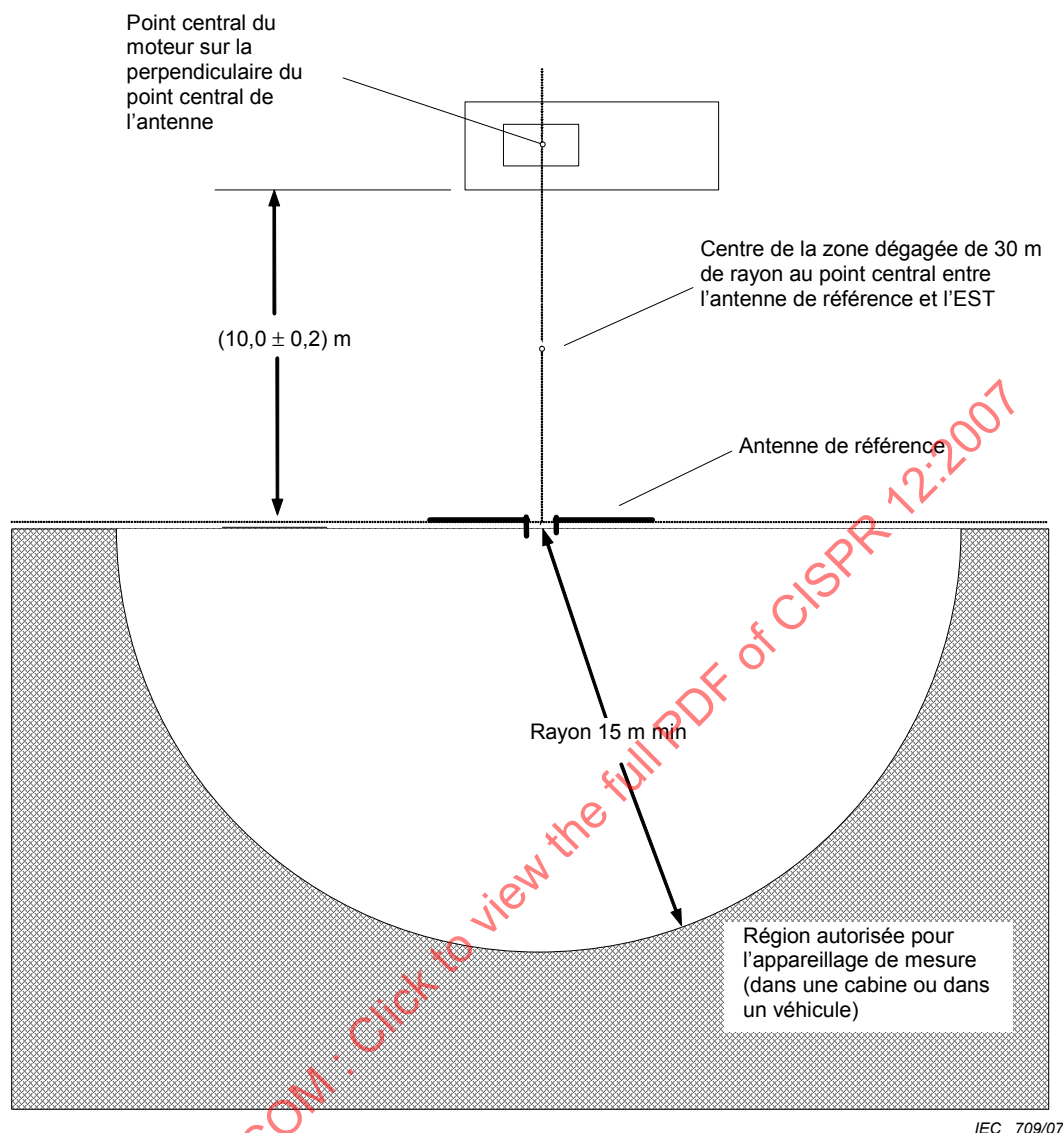
Les bateaux ou les moteurs à combustion interne ou électriques pour les bateaux essayés séparément doivent être essayés avec de l'eau claire ou salée sur le site de mesure illustré à la Figure 5.

5.2.1.2.1 Matériel de mesure à terre

Lorsque le matériel de mesure est à terre, la cabine de mesure ou le véhicule le contenant peuvent être situés sur l'emplacement de mesure, mais uniquement dans la région autorisée, représentée par des hachures à la Figure 5.

5.2.1.2.2 Matériel de mesure sur l'eau

Le matériel de mesure doit être installé sur un bateau non métallique ou une structure non métallique qui peuvent être situés sur l'emplacement de mesure, mais seulement dans la région autorisée indiquée par la surface hachurée à la Figure 5.



NOTE La distance de 10,0 m ± 0,2 m peut être ramenée à 3,00 m ± 0,05 m, conformément à 5.2.3.2 et à 5.2.3.4.

Figure 4 – Emplacement de mesure en extérieur pour les véhicules et les engins

5.2.1.3 Exigences relatives à l'environnement

Pour s'assurer qu'il n'existe pas de perturbations ni de signaux étrangers dont l'amplitude ou la densité serait suffisante pour affecter sensiblement les mesures, on doit effectuer des mesures des signaux ambiants avant et après la mesure principale, le véhicule, le bateau ou l'engin à essayer étant à l'arrêt. Pour ces deux mesures, le bruit ambiant (à l'exception des émissions radiofréquences volontaires) doit avoir un niveau inférieur d'au moins 6 dB par rapport aux limites de perturbation indiquées à l'Article 4. Lors de l'évaluation de la conformité suivant les exigences de l'Article 6, toute émission excédant les limites doit nécessiter de s'assurer qu'elles ne sont pas produites par les véhicules, les bateaux ou les engins dans le but de les exclure.

NOTE Pour plus de précisions, voir 5.4 de la CISPR 16-1-4.

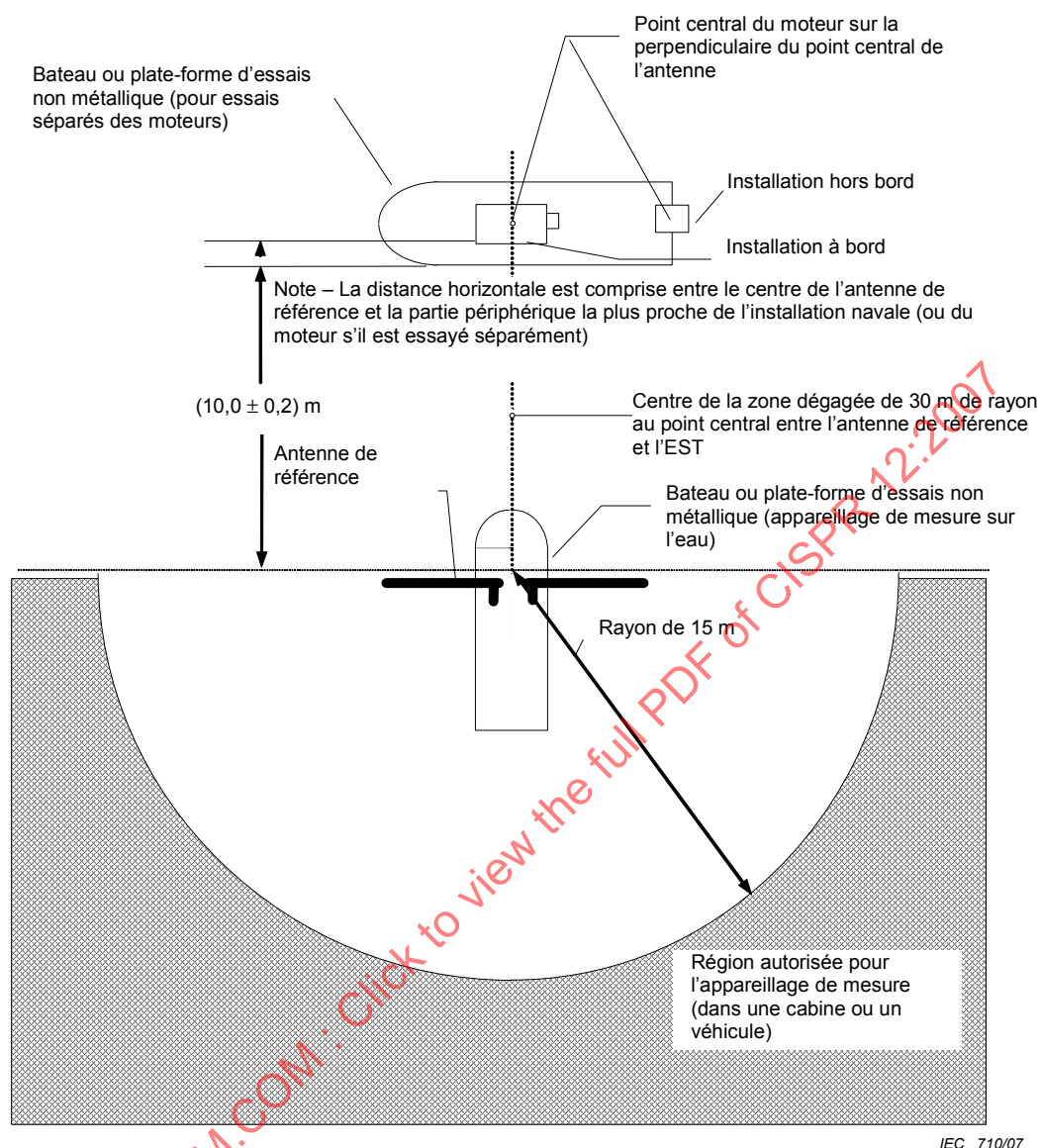


Figure 5 – Emplacement de mesure en extérieur pour les bateaux

5.2.2 Exigences relatives aux chambres blindées munies d'absorbants

5.2.2.1 Corrélation

Des chambres blindées munies d'absorbants peuvent être utilisées, à condition que les résultats obtenus puissent être corrélés avec ceux obtenus en utilisant les emplacements de mesure en extérieur décrits en 5.2.1.

NOTE Ces chambres présentent les avantages de pouvoir effectuer les essais par tous les temps, dans un environnement contrôlé, et d'avoir une meilleure répétabilité en raison de la stabilité des caractéristiques électriques de la chambre.

5.2.2.2 Exigences relatives à l'environnement

Le niveau de bruit ambiant doit être inférieur aux limites de perturbation données à l'Article 4 d'au moins 6 dB. Le niveau ambiant doit être vérifié périodiquement ou lorsque les résultats d'essai révèlent la possibilité d'une non-conformité.

5.2.3 Exigences relatives à la position de l'antenne

A chaque fréquence de mesure (y compris les fréquences de fin), les mesures doivent être effectuées pour les polarisations horizontale et verticale (voir Figures 6 et 7).

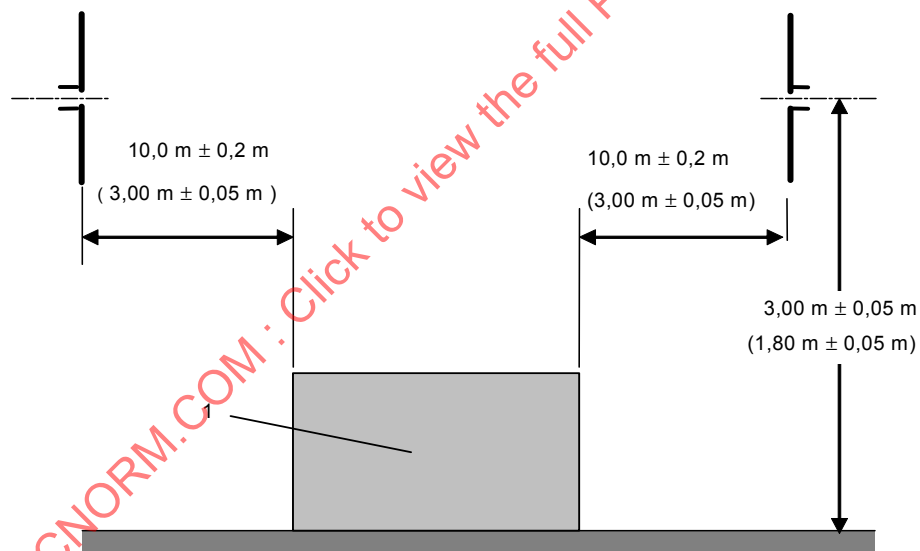
Les interactions électriques entre les éléments de l'antenne et son système de support doivent être évitées.

Des considérations théoriques concernant les antennes et la position des lignes de transmission nécessitent que les éléments de l'antenne n'interagissent pas électriquement avec la ligne de transmission.

NOTE Une position de ligne de transmission acceptable pour une antenne dipôle est celle suivant une ligne horizontale située en arrière de celle-ci sur une distance de 6 m et à une hauteur de 3 m (ou 1,8 m, pour une distance de l'antenne de mesure de 3 m), avant de rejoindre le sol ou un niveau inférieur. D'autres géométries sont acceptables si l'on peut montrer qu'elles n'affectent pas les mesures ou si les effets rencontrés peuvent être pris en compte dans la procédure d'étalonnage de l'appareil.

5.2.3.1 Hauteur

Pour une distance de l'antenne de 10 m, le centre de l'antenne doit être placé à une hauteur de $3,00 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ au-dessus du sol/plancher ou de la surface de l'eau. Pour une distance de l'antenne de 3 m, la hauteur doit être de $1,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$.



IEC 711/07

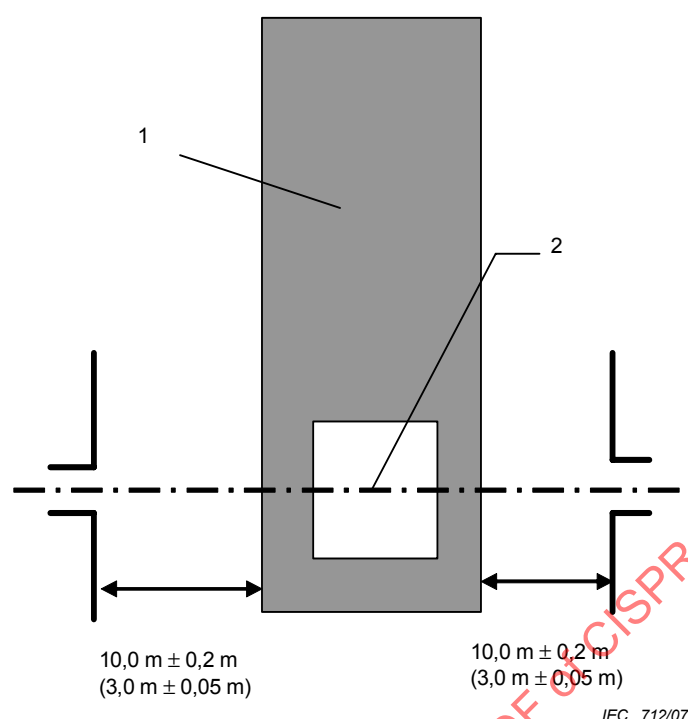
(Les dimensions entre parenthèses correspondent à une distance de mesure de 3 m)

Dessin non à l'échelle

Légende

1 Equipement en essai

Figure 6 – Position de l'antenne pour la mesure du champ rayonné – Polarisation verticale



(Les dimensions entre parenthèses correspondent à une distance de mesure de 3 m)

Dessin non à l'échelle

Légende

- 1 Equipement en essai
- 2 Point central du moteur sur la perpendiculaire du point central de l'antenne

Figure 7 – Position de l'antenne pour la mesure du champ rayonné – Polarisation horizontale

5.2.3.2 Distance

La distance horizontale préférentielle entre le point de référence de l'antenne et la partie métallique la plus rapprochée du véhicule, du bateau ou de l'engin doit être de 10,0 m $\pm$ 0,2 m; sinon, les mesures peuvent être effectuées à une distance de 3,00 m $\pm$ 0,05 m, à condition que les exigences de 5.2.3.4 soient respectées.

5.2.3.3 Antennes auxiliaires (multiples)

Des antennes auxiliaires sont autorisées, mais si deux antennes sont placées en regard l'une de l'autre, l'une doit être polarisée verticalement tandis que l'autre est polarisée horizontalement.

Les exigences de l'emplacement de mesure de 5.2.1.1 doivent être également appliquées au point situé à mi-distance entre le véhicule, le bateau ou l'engin et la ou les antennes auxiliaires.

5.2.3.4 Positions multiples des antennes (uniquement pour une distance d'antenne de 3 m)

Plusieurs positions d'antennes sont nécessaires si la longueur du véhicule ou de l'engin est supérieure à la largeur du faisceau de 3 dB de l'antenne. Les mêmes positions doivent être utilisées pour les mesures en polarisation verticale et horizontale.

Plusieurs positions d'antennes peuvent être évitées dans le cas où les émissions mesurées présentent un niveau de l'antenne inférieur aux valeurs de la limite, réduite d'un gain calculé à partir des dimensions géométriques du banc d'essais et du gain d'antenne (voir Annexe B).

NOTE Une antenne log périodique typique présente une largeur de faisceau à 3 dB d'environ 60°. Il en résulte une «illumination» d'environ 3,5 m à une distance de 3 m de l'antenne, par exemple de 1,75 m de part et d'autre de l'axe de l'antenne. En conséquence, un véhicule de 8 m de long nécessite trois positions d'antenne de chaque côté afin de quantifier la «signature en émission» de ce véhicule.

5.3 Conditions pour l'objet à l'essai

5.3.1 Généralités

Les mesures effectuées sur le véhicule, le bateau ou l'engin sec ou effectuées plus de 10 min après l'arrêt de la précipitation sont préférables. Pour les bateaux avec moteur extérieur ou avec moteur de propulsion et les engins, toutes les surfaces normalement en contact avec l'eau, lorsqu'ils sont en fonctionnement, doivent être exemptes de ce critère d'humidité.

NOTE La rosée ou l'humidité légère peuvent sérieusement affecter les résultats obtenus sur des engins pourvus d'un habillage plastique.

Pour les méthodes d'évaluation de la conformité des objets en essai qui ne sont pas secs, voir l'Article 6.

5.3.2 Véhicules et bateaux

Les mesures doivent être effectuées sur les côtés gauche et droit du véhicule ou du bateau (voir Figures 6 et 7).

Tous les équipements qui sont mis en œuvre automatiquement avec le système de propulsion doivent être mesurés pendant le fonctionnement, de manière aussi représentative que possible du fonctionnement normal. Le moteur doit être à sa température normale de fonctionnement.

Pour les véhicules ou bateaux ayant des systèmes de propulsion indépendants électriques et à combustion interne dans le même véhicule ou bateau, chaque système doit être testé séparément.

Les moteurs auxiliaires doivent être mis en fonctionnement comme il est prévu et, dans la mesure du possible, essayés séparément du moteur principal.

En fonction de la position des moteurs auxiliaires, cette exigence peut conduire à des essais multiples du véhicule ou du bateau, chacun des différents moteurs étant placé successivement devant l'antenne pendant les essais successifs.

Lorsqu'ils sont essayés séparément, les moteurs intérieurs, hors-bord ou d'étambot ainsi que les moteurs de propulsion doivent être montés sur un bateau non métallique ou un bâti d'essais non métallique, et essayés d'une manière similaire à celle prescrite pour les bateaux à moteur intérieur.

Les mesures doivent être effectuées pour deux conditions de fonctionnement différentes des véhicules et bateaux:

- mode «sous tension, moteur à l'arrêt», et
- mode «moteur en marche».

Ces deux conditions de fonctionnement sont applicables aux véhicules/bateaux avec un moteur à combustion interne et/ou équipés d'un moteur électrique de propulsion (y compris les systèmes de propulsion hybride).

5.3.2.1 Conditions de fonctionnement en mode «sous tension, moteur à l'arrêt»

Les conditions de fonctionnement en mode «sous tension, moteur à l'arrêt» sont les suivantes:

- le commutateur d'allumage doit être en marche;
- le moteur ne doit pas être en fonctionnement;
- les systèmes électroniques du véhicule doivent tous être en condition normale de fonctionnement.

Il convient que tous les équipements avec des oscillateurs internes >9 kHz ou des signaux répétitifs, qui peuvent fonctionner en continu, soient en condition normale de fonctionnement.

5.3.2.2 Conditions de fonctionnement en mode «moteur en marche»

Les véhicules/bateaux équipés d'un moteur à combustion interne doivent être soumis aux essais avec le moteur mis en fonctionnement comme indiqué au Tableau 3. La vitesse spécifiée du moteur est la même pour les mesures en détecteur quasi-crête ou en détecteur crête.

Tableau 3 – Vitesses de fonctionnement d'un moteur à combustion interne

Nombre de cylindres	Vitesse du moteur $\text{min}^{-1} \pm 10 \%$
1	2 500 r/min
>1	1 500 r/min

Les véhicules/bateaux équipés d'un moteur électrique de propulsion doivent être placés sur un dynamomètre sans charge ou sur support axial non conducteur et actionnées à une vitesse constante de 40 km/h, ou à la vitesse maximale du véhicule/bateau, si celle-ci est inférieure à 40 km/h.

Les véhicules ayant des systèmes de propulsion hybride doivent être essayés avec le système de propulsion électrique et à combustion interne fonctionnant simultanément, le véhicule évoluant à 40 km/h. Si ce n'est pas possible, le véhicule doit être essayé avec le système à combustion interne, le véhicule évoluant à la vitesse définie au Tableau 3, et avec le système de propulsion électrique, le véhicule fonctionnant à une vitesse de 40 km/h ou à sa vitesse maximale, si cette dernière est inférieure à 40 km/h.

5.3.3 Engins

Les mesures doivent être effectuées pour la ou les positions et hauteurs correspondant à un fonctionnement normal pour un fonctionnement correspondant à une charge normale et sans charge, au ralenti et dans la direction du rayonnement perturbateur maximal. Lorsque cela est possible en pratique, l'engin à l'essai doit être mesuré dans trois plans orthogonaux.

Les conditions de fonctionnement pour les engins (mode «sous tension, moteur à l'arrêt» et mode «moteur en marche») doivent être définies dans le plan d'essai.

S'il y a lieu, les conditions suivantes doivent, en outre, être prises en compte:

- si la position de fonctionnement et la hauteur sont variables, l'engin à essayer doit être placé de telle façon que la bougie d'allumage se trouve à $1,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ au-dessus du sol;
- aucune personne ne doit être présente mais, si nécessaire, un montage mécanique doit être construit en utilisant des matériaux non métalliques dans la mesure du possible, afin de maintenir l'engin dans la ou les positions normales et la vitesse spécifiée pour le moteur.

5.4 Enregistrement des données

On doit effectuer des mesures sur toute la bande de fréquences requise. Des mesures à des fréquences ponctuelles sont seulement acceptables si elles sont effectuées conformément à 6.6 ou à des fins d'homologation si les résultats des mesures précédentes couvrant toute la bande de fréquences sont disponibles et attestent de la conformité.

Les résultats des mesures moyen, quasi-crête et crête doivent être exprimés en dB ($\mu\text{V/m}$) pour l'évaluation statistique.

Les résultats des mesures crête doivent être exprimés conformément à l'une des largeurs de bande indiquées à la Figure 2.

Pour les mesures du détecteur de crête, les limites données à la Figure 2 peuvent se référer à des largeurs de bandes autres que 120 kHz ou 1 MHz, les valeurs lues étant corrigées en ajoutant un facteur de correction égal à $20 \lg [\text{largeur de bande utilisée (kHz)}/120 \text{ kHz}]$ ou $20 \lg [\text{largeur de bande utilisée (MHz)}/1 \text{ MHz}]$.

6 Méthodes de vérification de la conformité aux exigences du CISPR

6.1 Généralités

Certaines différences dans la construction des véhicules, des bateaux ou des engins n'ont probablement pas une influence significative sur le rayonnement perturbateur dû à l'allumage. Pour les véhicules routiers, des exemples de telles différences sont donnés à l'Annexe D.

6.2 Courbes de limites applicables

6.2.1 Mesures dans des conditions sèches

Les mesures de certification effectuées sur le véhicule, le bateau ou l'engin lorsqu'ils sont secs (voir 5.3.1) ou effectuées plus de 10 min après l'arrêt de la précipitation doivent utiliser les courbes limites présentées aux Figures 2 et 3.

6.2.2 Mesures dans des conditions humides

Si les circonstances imposent que les mesures d'homologation soient effectuées pendant des précipitations, ou dans les 10 min après que celles-ci se sont arrêtées, le véhicule, le bateau ou l'engin doit être jugé conforme aux exigences de cette norme si les niveaux mesurés ne dépassent pas un niveau de 10 dB inférieur aux limites présentées aux Figures 2 et 3.

En cas de contestation concernant cette conformité, les mesures doivent être réalisées dans des conditions sèches.

La conformité basée sur les mesures réalisées de bonne foi dans des conditions humides (en tenant compte des contraintes mentionnées ci-dessus) doit rester valide jusqu'à ce que celle-ci puisse être contestée et que les mesures dans des conditions sèches prouvent la non-conformité. Dans ce cas, la révision des véhicules, bateaux ou engins vendus pendant cette période alors qu'une conformité acceptable a été obtenue ne doit pas être exigée.

Lorsque la conformité est jugée sur la base de mesures dans des conditions humides, des précautions particulières doivent être prises pour la surveillance de la production en série.

6.3 Evaluation (cas général)

Pour l'évaluation de véhicules, de bateaux ou d'engins, la totalité des données obtenues à partir d'un balayage doit être utilisée.

Pour l'analyse statistique sur plusieurs véhicules, bateaux ou engins, les niveaux caractéristiques et les processus de calcul de l'Annexe A doivent être utilisés. Les niveaux doivent être comparés à la limite à la fréquence représentative pour la sous-bande appropriée.

L'analyse statistique des données crête obtenues à partir de plusieurs véhicules, bateaux ou engins doit être effectuée en utilisant des données se référant à la même largeur de bande de mesure.

6.4 Essai d'homologation

La conformité aux exigences de l'Article 4 doit être vérifiée comme suit:

6.4.1 Echantillon unique

Les mesures peuvent être effectuées sur un prototype de véhicule, bateau ou engin provenant d'une série récente de production. Les résultats doivent être d'au moins 2 dB inférieurs aux limites spécifiées à l'Article 4.

6.4.2 Plusieurs échantillons (optionnel)

Si l'option de plusieurs échantillons est choisie, les essais doivent être effectués sur cinq véhicules, bateaux ou engins supplémentaires ou plus, et les résultats doivent être combinés avec les résultats obtenus à partir du premier essai en 6.4.1. Le résultat pour chaque sous-bande de fréquences doit être inférieur aux limites spécifiées à l'Article 4, à la fréquence représentative de cette sous-bande (voir 6.3).

6.5 Surveillance (audit qualité) de la production de série

6.5.1 Echantillon unique

Les résultats des mesures effectuées sur un seul véhicule, bateau ou engin doivent être supérieurs de 2 dB au maximum aux valeurs limites spécifiées à l'Article 4.

6.5.2 Plusieurs échantillons (optionnel)

Si l'option de plusieurs échantillons est choisie, les essais doivent être effectués sur cinq véhicules, bateaux ou engins supplémentaires ou plus, et les résultats doivent être combinés avec les résultats obtenus à partir du premier essai en 6.5.1. Les résultats pour chaque sous-bande de fréquences doivent être évalués statistiquement, comme défini à l'Annexe A; le résultat pour chaque sous-bande de fréquences doit être au plus de 2 dB au-dessus des limites spécifiées à l'Article 4 à la fréquence représentative de cette sous-bande (voir 6.3).

6.6 Vérification rapide sur un prototype pour un essai en cours de développement (émissions optionnelles seulement du détecteur de quasi-crête)

Un essai optionnel utilisant des fréquences ponctuelles peut être réalisé afin d'évaluer les niveaux approximatifs d'émissions du véhicule, du bateau ou de l'engin, afin de savoir s'il est probable que les niveaux respectent les limites de l'Article 4. Les fréquences ponctuelles à utiliser pour les mesures spécifiques sont les fréquences représentatives données à l'Annexe A.

Annexe A (normative)

Analyse statistique des résultats de mesure

A.1 Nombre de véhicules, de bateaux ou d'engins

La condition suivante doit être remplie pour permettre d'assurer, avec une probabilité de 80 %, que 80 % des véhicules, des bateaux ou des engins produits en série sont conformes à la limite spécifiée L :

$$\bar{x} + kS_n \leq L \quad (\text{A.1})$$

où

$\bar{x}$ est la moyenne arithmétique des résultats sur n véhicules, bateaux ou engins.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \quad (\text{A.2})$$

où

x_i est le résultat individuel

k est le facteur statistique dépendant de n , donné dans le Tableau A.1

Tableau A.1 – Facteurs statistiques

n	6	7	8	9	10	11	12
k	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

S_n est l'écart type des résultats sur n véhicules ou engins de production.

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{A.3})$$

S_n , x_i , $\bar{x}$ et L sont exprimés en unités logarithmiques identiques (par exemple dB ($\mu\text{V}/\text{m}$), dB (μV), etc.).

Si le premier échantillon de n véhicules, bateaux ou engins ne satisfait pas aux spécifications, un deuxième échantillon de N véhicules, bateaux ou engins doit être soumis à l'essai et tous les résultats sont considérés comme venant d'un échantillon de $n + N$ véhicules, bateaux ou engins.

NOTE Pour une information générale sur la théorie statistique et son application, voir la CISPR 16-3.

A.2 Sous-bandes de fréquences pour analyse

Pour analyse, la bande de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz doit être divisée en un minimum de 14 bandes avec approximativement trois bandes dans chaque octave (rapport en fréquence de 2:1). Pour les régions fréquentielles où la limite n'est pas constante (c'est-à-dire les pentes), le rapport de la plus haute fréquence sur la plus basse fréquence dans chaque bande ne doit pas être supérieur à 1,34. Voir le Tableau A.2 pour un exemple de sous-bandes.

A.3 Enregistrement des données

Chaque sous-bande doit être balayée afin de déterminer son niveau d'émission maximal (c'est-à-dire le niveau caractéristique). Les niveaux caractéristiques pour chaque sous-bande doivent être comparés à la limite pour la fréquence représentative pour cette sous-bande, telle qu'elle est déterminée par les méthodes de l'Article 6.

Tableau A.2 – Exemple de sous-bandes de fréquences

Sous-bande de fréquences MHz	Fréquence représentative MHz
30 à 34	32
34 à 45	40
45 à 60	55
60 à 80	70
80 à 100	90
100 à 130	115
130 à 170	150
170 à 225	200
225 à 300	270
300 à 400	350
400 à 525	460
525 à 700	600
700 à 850	750
850 à 1 000	900

Annexe B (normative)

Procédure de détermination d'une limite d'émission alternative pour les mesures avec une antenne à une distance de 3 m

B.1 Calculer, à partir des dimensions du véhicule, l'angle maximal à couvrir par l'antenne $\alpha_{\max.} = \max(\alpha_{\text{droite}}; \alpha_{\text{gauche}})$, la distance de l'antenne (surface du véhicule – point de référence de l'antenne) et la position de l'antenne (voir Figure B.1).

Exemple: $d = 3$ m, longueur du véhicule = 5 m, axe de l'antenne situé à 1 m derrière le pare-chocs avant, $\rightarrow \alpha_{\max.} = 53^\circ$.

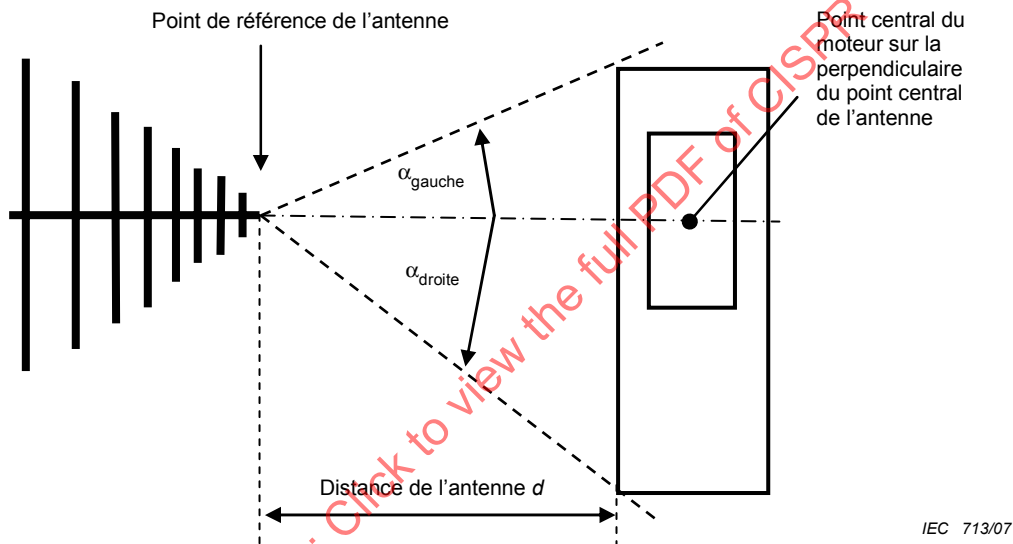


Figure B.1 – Détermination de l'angle maximal à couvrir par l'antenne

B.2 A partir du diagramme de rayonnement directionnel de l'angle, lire la valeur du coefficient de réduction de gain $a_{\max}$ pour la valeur maximale de l'angle d'antenne $\alpha_{\max}$ (voir Figure B.2).

Etant donné que les antennes ont un gain dépendant de la fréquence, soit le coefficient de réduction de gain maximal sur toute la bande de fréquences (en général à la fréquence d'utilisation la plus élevée) doit être utilisé, soit le coefficient d'atténuation de gain doit être déterminé par différents pas de fréquence. Pour chacune de ces sous-bandes de fréquences, le coefficient de réduction de gain maximal correspondant doit être utilisé.

Exemple: pour une antenne log-périodique (80 MHz à 1 000 MHz) et un angle $\alpha_{\max} = 53^\circ$, cela conduit à une valeur de $a_{\max} = 7$ dB.

NOTE 1 La référence pour la définition du gain est celle relative à l'antenne de référence (voir 5.1.3.1).

NOTE 2 Le diagramme de rayonnement fourni par le constructeur peut être utilisé tant qu'aucun dommage visible de l'antenne ne peut être décelé.

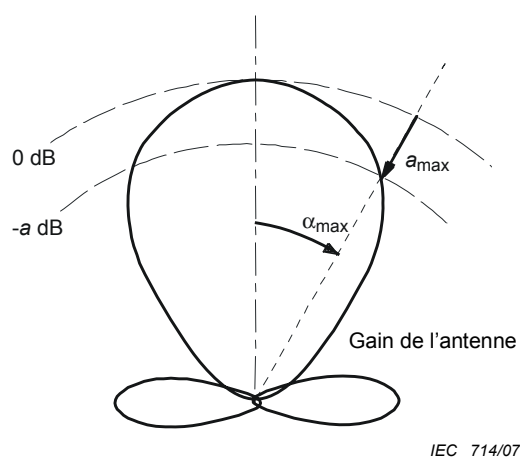


Figure B.2 – Calcul de la réduction de gain résultante a

B.3 Calculer la limite d'émission alternative en soustrayant aux valeurs de la limite d'origine la valeur absolue de la réduction maximale de gain $a_{\max}$, calculée selon l'Article B.2.

Annexe C (informative)

Étalonnage et maintenance de l'antenne et de la ligne de transmission

C.1 Introduction

La présente annexe contient, à titre de guide, un exemple de procédure d'étalonnage de l'antenne et de la ligne de transmission conformément à l'objectif de 5.1.2. Un bon étalonnage de l'antenne et de la ligne de transmission est essentiel pour prendre en compte la perte de la ligne de transmission et les erreurs dues à la désadaptation, et pour définir, le cas échéant, le facteur d'antenne pour une antenne à large bande. Dans la mesure où les câbles coaxiaux utilisés pour les lignes de transmission sont soumis à beaucoup d'usure et à un endommagement possible, on suggère ici une procédure à utiliser lorsqu'il est nécessaire de remplacer les câbles.

Ce rapport a un objectif didactique et est destiné à venir en aide aux personnes qui ne seraient pas familiarisées avec l'étalonnage des antennes et des lignes de transmission. D'autres méthodes, telles que celles utilisant des générateurs de poursuite, des analyseurs de réseaux ou des sources de signal à bande étroite peuvent également être satisfaisantes et il convient de ne rien interpréter dans cette annexe comme empêchant leur utilisation.

C.2 Maintenance

Les antennes et câbles peuvent être étalonnés ensemble ou séparément selon l'avis de l'utilisateur. Il est fortement recommandé, cependant, que ceux-ci puissent être étalonnés séparément pour les raisons suivantes:

- fréquemment, les antennes sont fournies sans câble;
- tout câble peut être utilisé avec une antenne sans avoir besoin de réétalonner la combinaison des deux;
- les câbles sont étalonnés plus facilement que les antennes et presque tous les moyens d'essai sont capables de les réétalonner. Certains laboratoires peuvent ne pas être capables d'étalonner facilement des antennes complexes avec leurs lignes de transmission associées;
- l'antenne ou le câble peut être modifié(e) ou remplacé(e) sans nécessiter le réétalonnage de l'autre.

C.2.1 Vérifications périodiques nécessaires

C.2.1.1 Câbles

Il convient d'effectuer les vérifications mensuellement, selon si les câbles sont manipulés ou pliés fréquemment, ou si ceux-ci sont exposés au soleil et aux conditions extérieures pendant de longues durées.

NOTE Même les câbles dans les conduits peuvent provoquer des problèmes si la température et l'humidité ne sont pas contrôlées.

C.2.1.2 Antennes

Dans la mesure où elles sont moins exposées à l'usure que les câbles, les antennes peuvent être vérifiées moins fréquemment, par exemple uniquement une ou deux fois par an.

C.2.1.3 Vérification physique

C.2.1.3.1 Câbles

Les vrillages importants de câbles (courbures très prononcées), les parties aplaties, les éraflures, les parties étirées, les connecteurs ou tresses endommagés, les dégradations de l'isolement interne ou les vieillissements de câbles doivent nécessiter un remplacement et un réétalonnage.

C.2.1.3.2 Antennes

Les éléments cassés ou autres problèmes mécaniques évidents doivent être rectifiés ou les parties remplacées. L'étalonnage est nécessaire.

C.2.1.4 Vérification électrique

Les antennes et câbles doivent être vérifiés périodiquement pour mettre en évidence des pertes élevées et tous les autres problèmes possibles. Si une caractéristique telle que les pertes a changé, l'antenne, le câble, ou les deux doivent être réétalonnés. Des changements sévères dans les caractéristiques peuvent exiger un remplacement et un réétalonnage.

C.2.2 Etalonnage du câble et de l'antenne

Les exigences suivantes s'appliquent lorsque le câble de la ligne de transmission ou l'antenne est remplacé(e):

C.2.2.1 Si les données du facteur d'antenne prennent en compte à la fois les pertes et d'autres caractéristiques d'un câble spécifique, en combinaison avec l'antenne, elles doivent être considérées comme un ensemble. Si l'un de ces deux éléments est remplacé, la combinaison doit être réétalonnée.

C.2.2.2 Si l'antenne et le câble ont été étalonnés séparément avec leurs propres pertes, etc., le remplacement de l'un ne doit nécessiter qu'un réétalonnage de la partie qui a été remplacée.

C.3 Etalonnage de l'antenne

L'intensité du champ électrique doit être exprimée en dB ($\mu\text{V}/\text{m}$). La formule exprimant l'intensité du champ électrique mesuré est:

$$F = R + AF + T \quad (\text{C.1})$$

où

F est l'intensité du champ électrique en dB ($\mu\text{V}/\text{m}$);

R est la valeur indiquée en dB (μV);

AF est le facteur d'antenne en dB (1/m), défini aux Articles C.5 ou C.6;

T est le facteur de la ligne de transmission en dB, défini à l'Article C.7.

Pour les mesures à large bande, les unités pour F et R sont fonction de la largeur de bande de l'appareil de mesure.

C.4 Antenne de référence

Voir 5.1.3.1.

C.5 Facteur d'antenne

Le facteur reliant le champ électrique au point de référence de l'antenne à la tension (voir Note 1) mesurée aux bornes chargées de l'antenne est appelé facteur d'antenne; il est désigné par AF et exprimé en dB (1/m). Le facteur d'antenne doit inclure les effets des symétriseurs, des adaptateurs d'impédance, de toutes les pertes dues aux désadaptations et du fonctionnement en dehors de la fréquence de résonance de l'antenne.

NOTE 1 S'agissant d'un rapport de tension, il convient que les calculs pour convertir en décibels soient faits en utilisant le facteur de $20 \lg$ du rapport des paramètres.

NOTE 2 Ce facteur est fonction de la fréquence; il est généralement indiqué par les constructeurs de dipôles résonants. La connaissance du facteur d'antenne pour le fonctionnement en espace libre des dipôles résonants est suffisamment précise pour répondre aux objectifs de la présente Norme internationale. Une plus grande précision peut être obtenue en connaissant le facteur d'antenne d'un dipôle résonant particulier utilisé dans l'environnement d'essai. Une méthode pour déterminer le facteur d'antenne est décrite dans l'ANSI C63.5 (voir C.14).

C.6 Antennes alternatives

Le facteur d'antenne pour les antennes autres que l'antenne de référence est le facteur d'antenne de l'antenne de référence (dipôle résonant) diminué du gain (dB) de l'antenne alternative par rapport à l'antenne de référence.

C.7 Ligne de transmission

Le facteur de la ligne de transmission (perte) doit être mesuré dans la bande de fréquences d'essai. Ce facteur, désigné par T , est donné par:

$$T = 20 \log \left(\frac{\text{tension d'entrée}}{\text{tension de sortie}} \right) \text{ dB} \quad (\text{C.2})$$

NOTE Il est recommandé que la ligne de transmission soit un câble coaxial à double tresse ou solidement blindé pour assurer un blindage convenable. Il est autorisé que la perte de la ligne de transmission et les erreurs dues à la désadaptation soient prises en compte en incluant le câble dans l'étalonnage des appareils de mesure. Si cette condition est réalisée, T est supprimé de l'équation (C.1) donnant F .

C.8 Appareil d'étalonnage d'une antenne alternative

La première fonction de l'appareil d'étalonnage est de fournir une mesure de champ électrique répétable pour la comparaison d'une antenne alternative avec l'antenne dipôle de référence.

C.8.1 Générateur de signaux d'étalonnage

Un appareil de mesure conçu avec un générateur de poursuite interne ou un analyseur de réseau ou un générateur de signaux associé à un appareil de mesure doit être utilisé pour l'étalonnage d'autres antennes.

Le niveau de sortie du générateur de signaux d'étalonnage doit être connu avec une précision de $\pm 1,0$ dB. Le générateur de signaux d'étalonnage doit être capable de produire un champ électrique d'intensité au moins supérieure de 6 dB par rapport au champ électrique minimal mesurable avec l'appareil de mesure. Une valeur d'au moins 10 dB est préférable.

Un générateur d'impulsions, toutefois moins performant, peut être utilisé en tant que générateur de signaux d'étalonnage.

NOTE 1 Si un générateur d'impulsions à large bande est utilisé, il convient que celui-ci soit capable de produire un spectre uniforme dans une limite de $\pm 3,0$ dB dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

NOTE 2 L'expérience montre qu'un générateur d'impulsions qui possède un niveau nominal de 100 dB ($\mu\text{V}/\text{kHz}$) peut produire un champ d'environ 10 dB ($\mu\text{V}/\text{m}/\text{kHz}$) au niveau de l'antenne de réception lorsqu'un atténuateur d'adaptation d'impédance de 10 dB est utilisé à la sortie du générateur. Ce champ varie en fonction des caractéristiques de pertes et de rayonnement de l'antenne de transmission et en fonction des anomalies de propagation. Cette valeur approximative est indiquée dans le but de permettre la détermination du facteur d'antenne. On peut alors estimer les sensibilités nécessaires et les affaiblissements tolérables du système de mesure.

C.8.2 Antenne de transmission

Afin de faciliter la mesure et de s'affranchir des variations dues au réglage de l'antenne, il est recommandé d'utiliser des antennes à large bande. Les antennes typiques sont l'antenne biconique pour les fréquences allant de 30 MHz jusqu'à 200 MHz et l'antenne log périodique pour les fréquences comprises entre 200 MHz et 1 000 MHz.

C.9 Détermination du facteur d'une antenne alternative

Si l'on utilise une antenne autre que l'antenne de référence (voir Article C.6), le facteur d'antenne doit être déterminé par une technique de substitution dans l'environnement d'essai prévu. La référence utilisée pour la substitution doit être le dipôle (voir Article C.4). Le champ rayonné à mesurer pour la méthode de substitution est produit par l'antenne de transmission et le générateur de signaux d'étalonnage, comme spécifié à l'Article C.8.

NOTE Les facteurs d'erreurs déterminés par cette procédure tiennent compte de la non-linéarité de l'appareil de mesure, de l'influence de l'environnement sur l'antenne de référence et du possible déplacement du centre de phase de l'antenne à mesurer par rapport à celui de l'antenne de référence.

C.10 Géométrie d'essai

L'antenne à mesurer doit être située à la position d'essai prévue. Lors de la substitution, le dipôle doit être placé de façon que son point de référence soit situé à l'emplacement précis qu'occupe normalement le point de référence de l'antenne à mesurer. Le point de référence de l'antenne est défini comme suit :

- le centre de phase (point central) pour une antenne dipôle;
- le centre de phase (point central) pour une antenne biconique;
- l'extrémité ou tout point spécifique le long de l'axe longitudinal pour une antenne avec des éléments log-périodiques (y compris les antennes log biconiques).

C.10.1 L'antenne de transmission doit être située à une distance horizontale de 10 m du point de référence de l'antenne à mesurer, comme indiqué à la Figure C.1 (à la place du point de la périphérie d'un véhicule le plus proche) et doit être située à une hauteur de 1 m.

C.10.2 Pour une distance de 3 m, l'antenne de transmission doit être située à une distance horizontale de 3 m, mesurée à partir de l'autre antenne à étalonner, comme indiqué à la Figure C.1.

C.11 Procédure d'essai

La méthode consiste à mesurer le champ de référence avec l'antenne de référence placée comme indiqué à l'Article C.10 pour obtenir une valeur (généralement la tension). Ensuite, l'antenne de référence est remplacée par l'autre antenne et une seconde mesure est effectuée.