

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus
and methods –
Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Measurement of disturbance power**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesure de la puissance perturbatrice**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus
and methods –
Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Measurement of disturbance power**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesure de la puissance perturbatrice**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-88912-097-0

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Types of disturbance to be measured.....	12
4.1 General.....	12
4.2 Types of disturbance	12
4.3 Detector functions	12
5 Connection of measuring equipment	13
5.1 General.....	13
5.2 Connection of ancillary equipment.....	13
6 General measurement requirements and conditions	13
6.1 General.....	13
6.2 Disturbance not produced by the equipment under test	13
6.2.1 General	13
6.2.2 Compliance testing	13
6.3 Measurement of continuous disturbance	13
6.3.1 Narrowband continuous disturbance.....	13
6.3.2 Broadband continuous disturbance.....	14
6.3.3 Use of spectrum analyzers and scanning receivers.....	14
6.4 Operating conditions of the EUT	14
6.4.1 General	14
6.4.2 Normal load conditions.....	14
6.4.3 The time of operation.....	14
6.4.4 Running-in time.....	14
6.4.5 Supply	14
6.4.6 Mode of operation.....	14
6.5 Interpretation of measuring results.....	14
6.5.1 Continuous disturbance	14
6.5.2 Discontinuous disturbance	15
6.5.3 Measurement of the duration of disturbances	15
6.6 Measurement times and scan rates for continuous disturbance	15
6.6.1 General	15
6.6.2 Minimum measurement times	15
6.6.3 Scan rates for scanning receivers and spectrum analyzers	16
6.6.4 Scan times for stepping receivers	17
6.6.5 Strategies for a spectrum overview using the peak detector.....	18
6.6.6 Timing considerations using FFT-based instruments	21
7 Measurements using the absorbing clamp.....	23
7.1 Introduction to ACMM	23
7.2 Application of the absorbing clamp measurement method	24
7.2.1 General	24
7.2.2 Frequency range.....	24
7.2.3 EUT unit dimensions	24
7.2.4 LUT requirements	24
7.3 Requirements for measurements instrumentation and test site	24

7.3.1	General	24
7.3.2	Measuring receiver	24
7.3.3	Absorbing clamp assembly.....	24
7.3.4	Absorbing clamp test site requirements	25
7.4	Ambient requirements	26
7.5	EUT leads requirements	26
7.5.1	General	26
7.5.2	Lead under test.....	26
7.5.3	Leads not under test	27
7.6	Test set-up requirements	27
7.6.1	General	27
7.6.2	EUT set-up	27
7.6.3	LUT set-up.....	28
7.6.4	Absorbing clamp	29
7.6.5	Measurement cable.....	29
7.7	Operating conditions of the EUT	29
7.8	Measurement procedure	29
7.8.1	Ambient measurement procedure.....	29
7.8.2	EUT measurement procedure	29
7.9	Determination of disturbance power	31
7.10	Determination of the measurement uncertainty.....	31
7.11	Compliance criteria.....	31
8	Automated measurement of emissions.....	32
8.1	Precautions for automating measurements.....	32
8.2	Generic measurement procedure	32
8.3	Prescan measurements	33
8.3.1	Purpose.....	33
8.3.2	Determination of the required measurement time	33
8.3.3	Defining the prescan measurement	33
8.4	Data reduction	34
8.5	Emission maximization and final measurement	34
8.6	Post processing and reporting.....	34
8.7	Emission measurement strategies with FFT-based measuring instruments.....	34
Annex A (informative)	Historical background to the method of measurement of the interference power produced by electrical household and similar appliances in the VHF range (see 7.1)	35
Annex B (informative)	Use of spectrum analyzers and scanning receivers (see Clause 6)	38
Annex C (informative)	Scan rates and measurement times for use with the average detector	41
Annex D (normative)	Determination of suitability of spectrum analyzers for compliance tests.....	45
Bibliography		46
Figure 1	– Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold.....	18
Figure 2	– Example of a timing analysis.....	19
Figure 3	– A broadband spectrum measured with a stepped receiver	20
Figure 4	– Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum	20

Figure 5 – FFT scan in segments	22
Figure 6 – Frequency resolution enhanced by FFT-based measuring instrument	23
Figure 7 – Schematic drawing of the absorbing clamp measurement method	25
Figure 8 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for table top EUTs	28
Figure 9 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for floor standing EUTs	28
Figure 10 – Process for reduction in measurement time	32
Figure C.1 – Weighting function of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 160 ms	43
Figure C.2 – Weighting functions of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 100 ms	43
Figure C.3 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 160 ms	44
Figure C.4 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 100 ms	44
Table 1 – Minimum measurement times for the four CISPR bands	16
Table 2 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors	16
Table 3 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement with an upper frequency bound of 300 MHz	30
Table 4 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement with an upper frequency bound of 1 000 MHz	31
Table B.1 – Minimum sweep time/fastest scan rates	39
Table C.1 – Pulse suppression factors and scan rates for a 100 Hz video bandwidth	42
Table C.2 – Meter time constants and the corresponding video bandwidths and maximum scan rates	42
Table D.1 – Maximum amplitude difference between peak and quasi-peak detected signals	45

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY
MEASURING APPARATUS AND METHODS –**

**Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity –
Measurement of disturbance power**

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 16-2-2 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, in cooperation with CISPR subcommittee D: Electromagnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion engine powered devices.

This second edition cancels and replaces the first edition (2003), its Amendment 1 (2004) and Amendment 2 (2005). It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition: provisions for the use of spectrum analyzers for compliance measurements (Annex D) and the use of FFT-based test instrumentation (Clauses 3, 6 and 8) are now included.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

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

CDV	Report on voting
CISPR/A/877/CDV	CISPR/A/896/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.

A list of all parts of the CISPR 16 series can be found on the IEC website under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power

1 Scope

This part of CISPR 16 specifies the methods of measurement of disturbance power using the absorbing clamp in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-2-2 is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of the EMC standard. CISPR and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the determination of the value of particular EMC tests for specific products.

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.

CISPR 16-1-1:2010, *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, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

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

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility*

3 Terms and definitions

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

3.1

absorbing clamp measurement method

ACMM

method for measurement of disturbance power of an equipment under test (EUT) by using an absorbing clamp device that is clamped around the lead(s) of the EUT

3.2

absorbing clamp test site

ACTS

test site that is validated to perform disturbance power measurements by using the absorbing clamp measurement method (ACMM)

3.3

ancillary equipment

transducers (e.g. current and voltage probes and artificial networks) connected to a measuring receiver or (test) signal generator and used in the disturbance signal transfer between the EUT and the measuring or test equipment

3.4

clamp factor

CF

F_c

ratio of the disturbance power of an EUT to the received voltage at the output of the absorbing clamp

NOTE The clamp factor is a transducer factor of the absorbing clamp.

3.5

clamp reference point

CRP

indication on the outside of the absorbing clamp that is related to the longitudinal position of the front edge of the current transformer within the clamp and is used to define the horizontal position of the clamp during the measurement

3.6

coaxial cable

cable containing one or more coaxial lines, typically used for a matched connection of ancillary equipment to the measuring equipment or (test-)signal generator providing a specified characteristic impedance and a specified maximum allowable cable transfer impedance

3.7

common mode (asymmetrical) disturbance voltage

RF voltage between the artificial midpoint of a two-conductor line and reference ground, or in case of a bundle of lines, the effective RF disturbance voltage of the whole bundle (vector sum of the unsymmetrical voltages) against the reference ground measured with a clamp (current transformer) at a defined terminating impedance

NOTE See also IEC 60050-161, 161-04-09.

3.8

common mode current

the vector sum of the currents flowing through two or more conductors at a specified cross-section of a "mathematical" plane intersected by these conductors

3.9

continuous disturbance

RF disturbance with a duration of more than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode which does not decrease immediately

[IEC 60050-161, 161-02-11, modified]

3.10**discontinuous disturbance**

for counted clicks, disturbance with a duration of less than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a transient deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode

NOTE For impulsive disturbance, see IEC 60050-161, 161-02-08.

3.11**(electromagnetic) emission**

the phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEC 60050-161, 161-01-08]

3.12**emission limit** (from a disturbing source)

the specified maximum emission level of a source of electromagnetic disturbance

[IEC 60050-161, 161-03-12]

3.13**EUT**

equipment (devices, appliances and systems) subjected to EMC (emission) compliance tests

3.14**lead under test****LUT**

lead, associated with an EUT, that is the subject of an emission or an immunity test

NOTE In general, an EUT may have one or more leads that are used for interconnections to the mains supply, or other networks, or for interconnection to auxiliary equipment. These leads are generally electrical cables such as mains cables, coaxial cables, data bus cables, etc.

3.15**measurement**

process of experimentally obtaining one or more quantity values that can reasonably be attributed to a quantity

[2.1 of ISO/IEC Guide 99] [6]¹

3.16**measurement, scan and sweep times****3.16.1****measurement time**

T_m

effective, coherent time for a measurement result at a single frequency (in some areas also called dwell time)

- for the peak detector, the effective time to detect the maximum of the signal envelope,
- for the quasi-peak detector, the effective time to measure the maximum of the weighted envelope,
- for the average detector, the effective time to average the signal envelope,
- for the r.m.s. detector, the effective time to determine the r.m.s. of the signal envelope

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

3.16.2

observation time

T_o

sum of measurement times T_m on a certain frequency in case of multiple sweeps; if n is the number of sweeps or scans, then $T_o = n \times T_m$

3.16.3

scan

continuous or stepped frequency variation over a given frequency span

3.16.4

span

Δf

difference between stop and start frequencies of a sweep or scan

3.16.5

sweep

continuous frequency variation over a given frequency span

3.16.6

sweep rate

scan rate

frequency span divided by the sweep or scan time

3.16.7

sweep time

scan time

T_s

time between start and stop frequencies of a sweep or scan

3.16.8

total observation time

T_{tot}

effective time for an overview of the spectrum (either single or multiple sweeps). If c is the number of channels within a scan or sweep, then $T_{tot} = c \times n \times T_m$

3.17

measuring receiver

instrument such as a tunable voltmeter, an EMI receiver, a spectrum analyzer or an FFT-based measuring instrument, with or without preselection, that meets the relevant clauses of CISPR 16-1-1

NOTE See Annex I of CISPR 16-1-1 for further information.

3.18

number of sweeps per time unit (e.g. per second)

n_s

$1/(\text{sweep time} + \text{retrace time})$

3.19

product publication

publication specifying EMC requirements for a product or product family, taking into account specific aspects of such a product or product family

3.20**slide reference point****SRP**

end of the clamp slide where the EUT is located and which is used to define the horizontal distance to the clamp reference point (CRP) of the absorbing clamp during the measurement procedure

3.21**test**

technical operation that consists of the determination of one or more characteristics of a given product, process or service according to a specified procedure

NOTE A test is carried out to measure or classify a characteristic or a property of an item by applying to the item a set of environmental and operating conditions and/or requirements.

[IEC 60050-151, 151-16-13] [5]

3.22**test configuration**

combination that gives the specified measurement arrangement of the EUT in which an emission level is measured

3.23**weighting** (of e.g. impulsive disturbance)

pulse-repetition-frequency (PRF) dependent conversion (mostly reduction) of a peak-detected impulse voltage level to an indication that corresponds to the interference effect on radio reception

NOTE 1 For the analogue receiver, the psychophysical annoyance of the interference is a subjective quantity (audible or visual, usually not a certain number of misunderstandings of a spoken text).

NOTE 2 For the digital receiver, the interference effect is an objective quantity that may be defined by the critical bit error ratio (BER) or bit error probability (BEP) for which perfect error correction can still occur or by another, objective and reproducible parameter.

3.23.1**weighted disturbance measurement**

measurement of disturbance using a weighting detector

3.23.2**weighting characteristic**

peak voltage level as a function of PRF for a constant effect on a specific radiocommunication system, i.e. the disturbance is weighted by the radiocommunication system itself

3.23.3**weighting detector**

detector that provides an agreed weighting function

3.23.4**weighting factor**

value of the weighting function relative to a reference PRF or relative to the peak value

NOTE Weighting factor is expressed in dB.

3.23.5

weighting function

weighting curve

relationship between input peak voltage level and PRF for constant level indication of a measuring receiver with a weighting detector, i.e. the curve of response of a measuring receiver to repeated pulses

4 Types of disturbance to be measured

4.1 General

This clause describes the classification of different types of disturbance and the detectors appropriate for their measurement.

4.2 Types of disturbance

For physical and psychophysical reasons, dependent on the spectral distribution, measuring receiver bandwidth, the duration, rate of occurrence, and degree of annoyance during the assessment and measurement of radio disturbance, distinction is made between the following types of disturbance:

- a) *narrowband continuous disturbance*, i.e. disturbance on discrete frequencies as, for example, the fundamentals and harmonics generated with the intentional application of RF energy with ISM equipment, constituting a frequency spectrum consisting only of individual spectral lines whose separation is greater than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement only one line falls into the bandwidth in contrast to b);
- b) *broadband continuous disturbance* that normally is unintentionally produced by the repeated impulses of, for example, commutator motors, and that has a repetition frequency that is lower than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement more than one spectral line falls into the bandwidth; and
- c) *broadband discontinuous disturbance* is also generated unintentionally by mechanical or electronic switching procedures, for example by thermostats or programme controls with a repetition rate lower than 1 Hz (click-rate less than 30/min).

The frequency spectra of b) and c) are characterized by having a continuous spectrum in the case of individual (single) impulses and a discontinuous spectrum in case of repeated impulses, both spectra being characterized by having a frequency range that is wider than the bandwidth of the measuring receiver specified in CISPR 16-1-1.

4.3 Detector functions

Depending on the types of disturbance, measurements may be carried out using a measuring receiver with:

- a) an average detector generally used in the measurement of narrowband disturbance and signals, and particularly to discriminate between narrowband and broadband disturbance;
- b) a quasi-peak detector provided for the weighted measurement of broadband disturbance for the assessment of audio annoyance to a radio listener, but also usable for narrowband disturbance;
- c) an rms-average detector provided for the weighted measurement of broadband disturbance for the assessment of the effect of impulsive disturbance to digital radio communication services but also useable for narrowband disturbance;
- d) a peak detector that may be used for either broadband or narrowband disturbance measurement.

Measuring receivers incorporating these detectors are specified in CISPR 16-1-1.

5 Connection of measuring equipment

5.1 General

This subclause describes the connection of measuring equipment, measuring receivers and ancillary equipment.

5.2 Connection of ancillary equipment

The connecting cable between the measuring receiver and the ancillary equipment (absorbing clamp) shall be shielded and its characteristic impedance shall be matched to the input impedance of the measuring receiver.

6 General measurement requirements and conditions

6.1 General

Radio disturbance measurements shall be:

- a) reproducible, i.e. independent of the measurement location and environmental conditions, especially ambient noise;
- b) free from interactions, i.e. the connection of the EUT to the measuring equipment shall neither influence the function of the EUT nor the accuracy of the measurement equipment.

These requirements may be met by observing the following conditions:

- existence of a sufficient signal-to-noise ratio at the desired measurement level, e.g. the level of the relevant disturbance limit;
- having a defined measuring set-up, termination and operating conditions of the EUT.

6.2 Disturbance not produced by the equipment under test

6.2.1 General

The measurement signal-to-noise ratio with respect to ambient noise shall meet the following requirements. Should the ambient noise level exceed the required level, it shall be recorded in the test report.

6.2.2 Compliance testing

A test site shall permit emissions from the EUT to be distinguished from ambient noise. The ambient noise level should preferably be 20 dB, but at least be 6 dB below the desired measurement level. For the 6 dB condition, the apparent disturbance level from the EUT is increased by up to 3,5 dB. The suitability of the site for required ambient level may be determined by measuring the ambient noise level with the test unit in place but not operating.

In the case of compliance measurement according to a limit, the ambient noise level is permitted to exceed the preferred –6 dB level provided that the level of both ambient noise and source emanation combined does not exceed the specified limit. The EUT is then considered to meet the limit. Other actions can also be taken; for example, reducing the bandwidth for narrowband signals.

6.3 Measurement of continuous disturbance

6.3.1 Narrowband continuous disturbance

The measuring set shall be kept tuned to the discrete frequency under investigation and returned if the frequency fluctuates.

6.3.2 Broadband continuous disturbance

For the assessment of broadband continuous disturbance the level of which is not steady, the maximum reproducible measurement value shall be found. See 6.5.1 for further details.

6.3.3 Use of spectrum analyzers and scanning receivers

Spectrum analyzers and scanning receivers are useful for disturbance measurements, particularly in order to reduce measuring time. However, special consideration shall be given to certain characteristics of these instruments, which include: overload, linearity, selectivity, normal response to pulses, frequency scan rate, signal interception, sensitivity, amplitude accuracy and peak, average, rms-average and quasi-peak detection. These characteristics are considered in Annex B.

6.4 Operating conditions of the EUT

6.4.1 General

The EUT shall be operated under the following conditions.

6.4.2 Normal load conditions

The normal load conditions shall be as defined in the product specification relevant to the EUT, and for EUTs not so covered, as indicated in the manufacturer's instructions.

6.4.3 The time of operation

The time of operation shall be, in the case of EUTs with a given rated operating time, in accordance with the marking; in all other cases, the time is not restricted.

6.4.4 Running-in time

No specific running-in time, prior to testing, is given, but the EUT shall be operated for a sufficient period to ensure that the modes and conditions of operation are typical of those during the life of the equipment. For some EUTs, special test conditions may be prescribed in the relevant equipment publications.

6.4.5 Supply

The EUT shall be operated from a supply having the rated voltage of the EUT. If the level of disturbance varies considerably with the supply voltage, the measurements shall be repeated for supply voltages over the range of 0,9 to 1,1 times the rated voltage. EUTs with more than one rated voltage shall be tested at the rated voltage that causes maximum disturbance.

6.4.6 Mode of operation

The EUT shall be operated under practical conditions that cause the maximum disturbance at the measurement frequency.

6.5 Interpretation of measuring results

6.5.1 Continuous disturbance

- a) If the level of disturbance is not steady, the reading on the measuring receiver is observed for at least 15 s for each measurement; the highest readings shall be recorded, with the exception of any isolated clicks, which shall be ignored (see 4.2 of CISPR 14-1 [2]).
- b) If the general level of the disturbance is not steady, but shows a continuous rise or fall of more than 2 dB in the 15 s period, then the disturbance voltage levels shall be observed for a further period and the levels shall be interpreted according to the conditions of normal use of the EUT, as follows:

- 1) if the EUT is one that may be switched on and off frequently, or the direction of rotation of which can be reversed, then at each frequency of measurement the EUT should be switched on or reversed just before each measurement, and switched off just after each measurement. The maximum level obtained during the first minute at each frequency of measurement shall be recorded;
 - 2) if the EUT is one that in normal use runs for longer periods, then it should remain switched on for the period of the complete test, and at each frequency the level of disturbance shall be recorded only after a steady reading [subject to the provision that item a) has been obtained].
- c) If the pattern of the disturbance from the EUT changes from a steady to a random character part way through a test, then that EUT shall be tested in accordance with item b).
- d) Measurements are taken throughout the complete spectrum and are recorded at least at the frequency with maximum reading and as required by the relevant CISPR publication.

6.5.2 Discontinuous disturbance

There is currently no requirement for disturbance power measurement of discontinuous disturbances.

6.5.3 Measurement of the duration of disturbances

The duration of a disturbance has to be known in order to measure it correctly and to determine if it is discontinuous. The duration of a disturbance may be measured in one of the following ways:

- through the connection of an oscilloscope to a measuring receiver's IF output to allow monitoring of the disturbance in the time-domain;
- through the tuning of either an EMI receiver or a spectrum analyser to the disturbance frequency without frequency scanning (i.e. 'zero-span' mode) to allow monitoring of the disturbance in the time-domain; or
- through the use of the time-domain output of an FFT-based measuring receiver.

Guidance for the determination of the appropriate measurement time can be found in 8.3.

6.6 Measurement times and scan rates for continuous disturbance

6.6.1 General

For both manual measurements and automated or semi-automated measurements, measurement times and scan rates of measuring and scanning receivers shall be set so as to measure the maximum emission. Especially where a peak detector is used for prescans, the measurement times and scan rates have to take the timing of the emission under test into account. More detailed guidance on the execution of automated measurements can be found in Clause 8.

6.6.2 Minimum measurement times

The minimum measurement (dwell) times are given in Table 1. The minimum measurement (dwell) times for scanning receivers and FFT-based measuring instruments in Table 1, and the scan times for spectrum analyzers in Table 2, apply to CW signals. The minimum scan times in Table 2 were derived to perform measurements in the entire CISPR band.

Table 1 – Minimum measurement times for the four CISPR bands

Frequency band		Minimum measurement time T_m
A	9 kHz to 150 kHz	10,00 ms
B	0,15 MHz to 30 MHz	0,50 ms
C and D	30 MHz to 1 000 MHz	0,06 ms
E	1 GHz to 18 GHz	0,01 ms

Table 2 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors

Frequency band		Scan time T_s for peak detection	Scan time T_s for quasi-peak detection
A	9 kHz to 150 kHz	14,1 s	2 820 s = 47 min
B	0,15 MHz to 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C and D	30 MHz to 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

Depending on the type of disturbance, the scan time may have to be increased, even for quasi-peak measurements. In extreme cases, the measurement time T_m at a certain frequency may have to be increased to 15 s, if the level of the observed emission is not steady (see 6.5.1). However isolated clicks are excluded.

Scan rates and measurement times for use with the average detector are provided in Annex C.

Most product standards call out quasi-peak detection for compliance measurements that is very time consuming if no time-saving procedures are applied (see Clause 8). Before time-saving procedures can be applied, the emission has to be detected in a prescan. In order to ensure that e.g. intermittent signals are not overlooked during an automatic scan, the considerations in 6.6.3 to 6.6.5 shall be taken into account.

6.6.3 Scan rates for scanning receivers and spectrum analyzers

One of two conditions need to be met to ensure that signals are not missed during automatic scans over frequency spans:

- for a single sweep - the measurement time at each frequency shall be larger than the intervals between pulses for intermittent signals; or
- for multiple sweeps with maximum hold – the observation time at each frequency should be sufficient for intercepting intermittent signals.

The frequency scan rate is limited by the instrument's resolution bandwidth and the video bandwidth setting. If the scan rate is chosen too fast for the given instrument state, erroneous measurement results will be obtained. Therefore, a sufficiently long sweep time needs to be chosen for the selected frequency span. Intermittent signals may be intercepted by either a single sweep with sufficient observation time at each frequency or by multiple sweeps with maximum hold. Usually for an overview over unknown emissions, the latter will be highly efficient: as long as the spectrum display changes, intermittent signals may still be discovered. The observation time has to be selected according to the periodicity at which interfering signals occur. In some cases, the sweep time may have to be varied in order to avoid synchronization effects.

When determining the minimum sweep time for measurements with a spectrum analyzer or scanning EMI receiver, based on a given instrument setting and using peak detection, two different cases have to be distinguished. If the video bandwidth is selected to be *wider* than

the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = \frac{k \Delta f}{B_{\text{res}}^2} \quad (1)$$

where

- $T_{s \min}$ is the minimum sweep time;
- Δf is the frequency span;
- B_{res} is the resolution bandwidth; and
- k is the constant of proportionality, related to the shape of the resolution filter; this constant assumes a value between 2 and 3 for synchronously-tuned, near-Gaussian filters. For nearly rectangular, stagger-tuned filters, k has a value between 10 and 15.

If the video bandwidth is selected to be equal to or smaller than the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = \frac{k \Delta f}{B_{\text{res}} B_{\text{video}}} \quad (2)$$

where B_{video} is the video bandwidth.

Most spectrum analyzers and scanning EMI receivers automatically couple the sweep time to the selected frequency span and the bandwidth settings. Sweep time is adjusted to maintain a calibrated display. The automatic sweep time selection can be overwritten if longer observation times are required, e.g. to intercept slowly varying signals.

In addition, for repetitive sweeps, the number of sweeps per second will be determined by the sweep time $T_{s \min}$ and the retrace time (time needed to retune the local oscillator and to store the measurement results, etc.).

6.6.4 Scan times for stepping receivers

Stepping EMI receivers are consecutively tuned to single frequencies using predefined step sizes. While covering the frequency range of interest in discrete frequency steps, a minimum dwell time at each frequency is required for the instrument to accurately measure the input signal.

For the actual measurement, a frequency step size of roughly 50 % of the resolution bandwidth used or less (depending on the resolution filter shape) is required to reduce measurement uncertainty for narrowband signals due to the stepwidth. Under these assumptions the scan time $T_{s \min}$ for a stepping receiver can be calculated using the following equation:

$$T_{s \min} = T_{m \min} \frac{\Delta f}{B_{\text{res}} \times 0,5} \quad (3)$$

where $T_{m \min}$ is the minimum measurement (dwell) time at each frequency.

In addition to the measurement time, some time has to be taken into consideration for the synthesizer to switch to the next frequency and for the firmware to store the measurement result, which in most measuring receivers is automatically done so that the selected measurement time is the effective time for the measurement result. Furthermore, the selected detector, e.g. peak or quasi-peak, determines this time period as well.

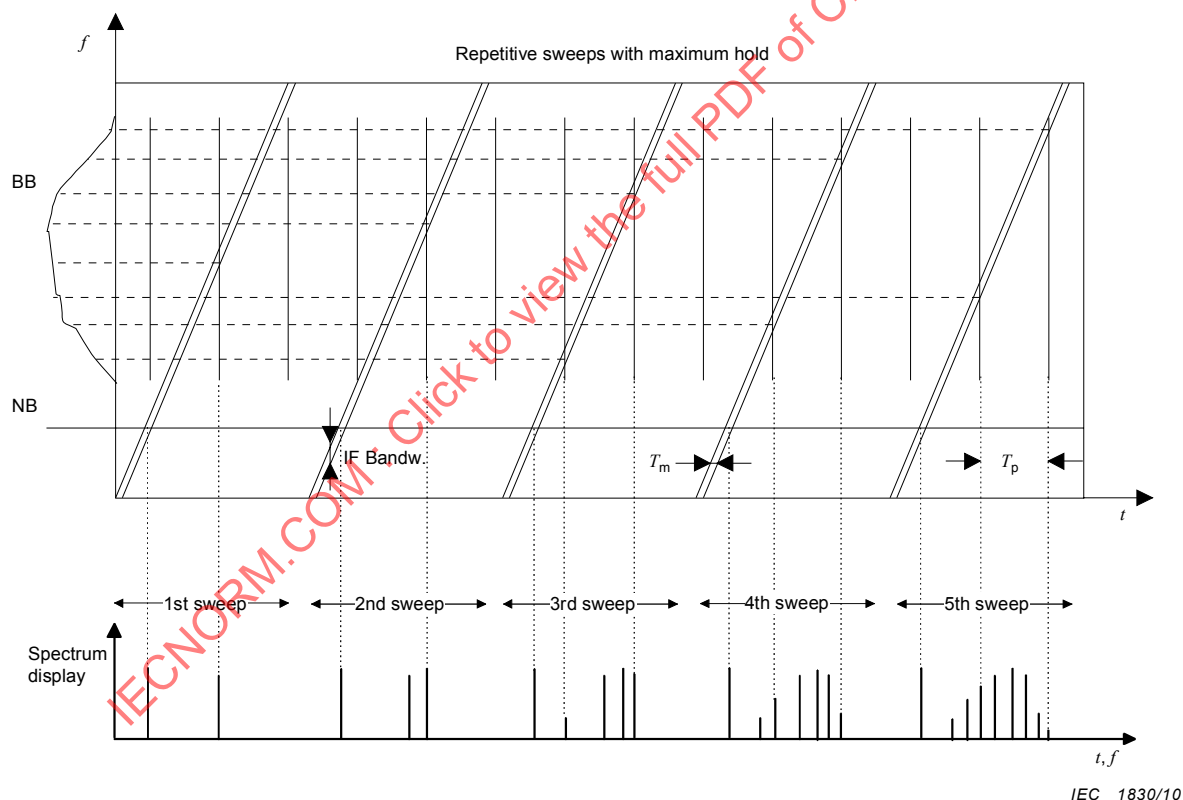
For purely broadband emissions, the frequency step size may be increased. In this case the objective is to find the maxima of the emission spectrum only.

6.6.5 Strategies for a spectrum overview using the peak detector

For each prescan measurement, the probability of intercepting all critical spectral components of the EUT spectrum shall be equal to 100 % or as close to 100 % as possible. Depending on the type of measuring receiver and the characteristics of the disturbance that may contain narrowband and broadband elements, two general approaches are proposed:

- stepped scan: the measurement (dwell) time shall be long enough at each frequency to measure the signal peak, e.g. for an impulsive signal the measurement (dwell) time should be longer than the reciprocal of the repetition frequency of the signal.
- swept scan: the measurement time shall be larger than the intervals between intermittent signals (single sweep) and the number of frequency scans during the observation time should be maximized to increase the probability of signal interception.

Figures 1, 2 and 3 show examples of the relationship between various time-varying emission spectra and the corresponding display on a measuring receiver. In each case the upper part of the figure shows the position of the receiver bandwidth as it either sweeps or steps through the spectrum.



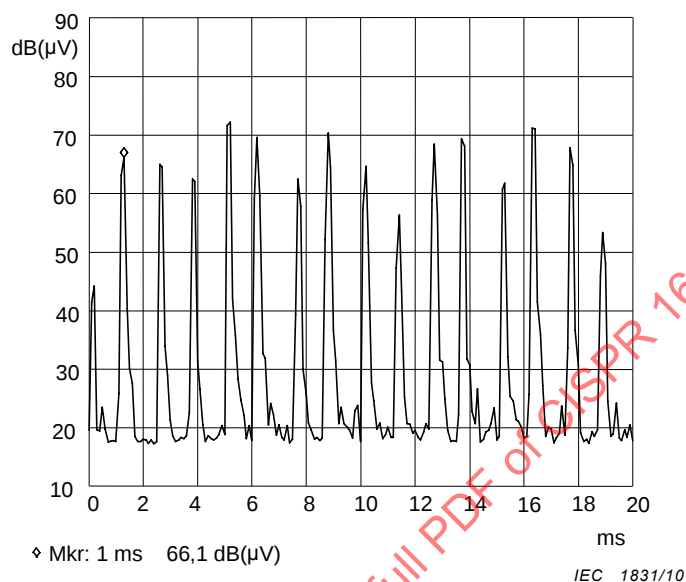
T_p is the pulse-repetition interval of the impulsive signal. A pulse occurs at each vertical line of the spectrum-versus-time display (upper part of the figure).

Figure 1 – Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold

If the type of emission is unknown, multiple sweeps with the shortest possible sweep time and peak detection allow determination of the spectrum envelope. A short single sweep is sufficient to measure the continuous narrowband signal content of the EUT spectrum. For continuous broadband and intermittent narrowband signals, multiple sweeps at various scan rates using a “maximum hold” function may be necessary to determine the spectrum envelope.

For low repetition impulsive signals, many sweeps will be necessary to fill up the spectrum envelope of the broadband component.

The reduction of measurement time requires a timing analysis of the signals to be measured. This can be done either with a measuring receiver that provides a graphical signal display, used in zero-span mode or using an oscilloscope connected to the receiver's IF or video output as e.g. shown in Figure 2.



Disturbance from a DC collector motor: due to the number of collector segments the pulse repetition frequency is high (approximately 800 Hz) and the pulse amplitude varies significantly. Therefore for this example, the recommended measurement (dwell) time with the peak detector is > 10 ms.

Figure 2 – Example of a timing analysis

This way pulse durations and pulse repetition frequencies can be determined and scan rates or dwell times selected accordingly:

- for *continuous unmodulated narrowband* disturbances the fastest scan time possible for the selected instrument settings may be used;
- for pure continuous broadband disturbances, e.g. from ignition motors, arc welding equipment and collector motors, a stepped scan (with peak or even quasi-peak detection) for sampling of the emission spectrum may be used. In this case the knowledge of the type of disturbance is used to draw a polyline curve as the spectrum envelope (see Figure 3). The step size has to be chosen so that no significant variations in the spectrum envelope are missed. A single swept measurement – if performed slowly enough – will also yield the spectrum envelope;
- for intermittent narrowband disturbances with unknown frequencies either fast short sweeps involving a “maximum hold” function (see Figure 4) or a slow single sweep may be used. A timing analysis may be required prior to the actual measurement to ensure proper signal interception.

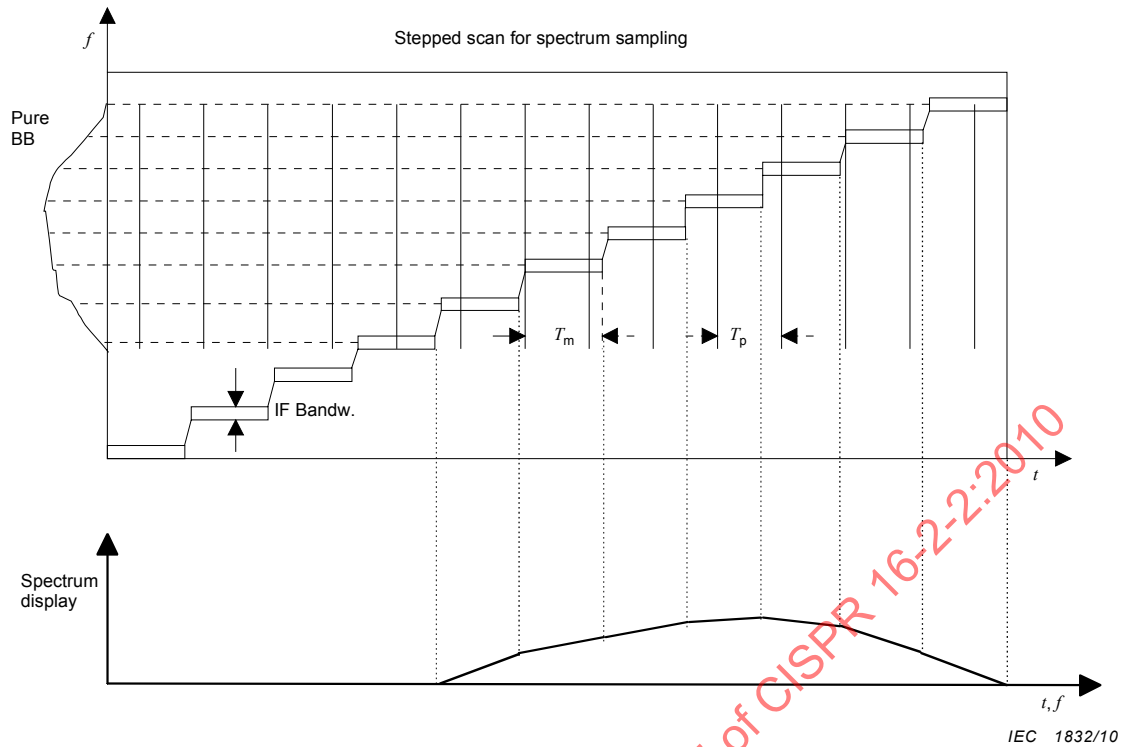
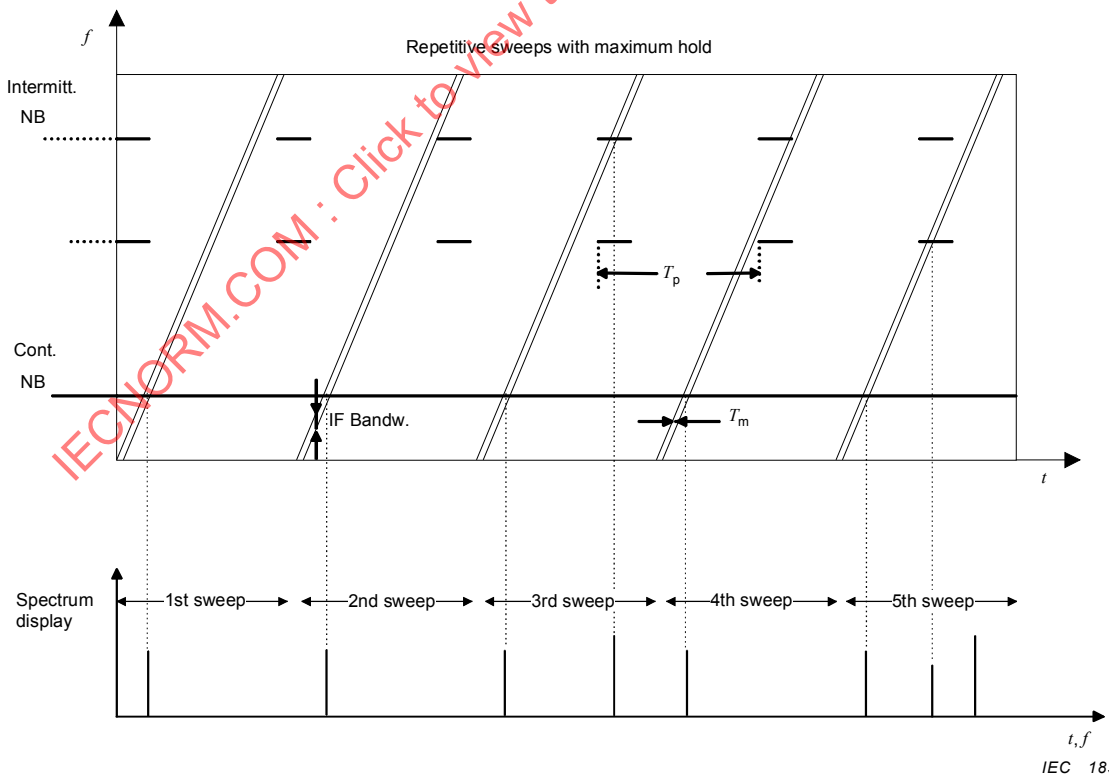


Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver

The measurement (dwell) time T_m should be longer than the pulse repetition interval T_p , which is the inverse of the pulse repetition frequency.



NOTE In this example five sweeps are required until all spectral components are intercepted. The number of sweeps required or the sweep time may have to be increased, depending on pulse duration and pulse repetition interval.

Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum

Intermittent broadband disturbances shall be measured with discontinuous disturbance analysis procedures, as described in CISPR 16-1-1.

6.6.6 Timing considerations using FFT-based instruments

FFT-based measuring instruments may combine the parallel calculation at N frequencies and a stepped scan. For this purpose the frequency range of interest is subdivided into a number of segments N_{seg} that are scanned sequentially. The procedure is shown in Figure 5 for three segments. The total scan time for the frequency range of interest T_{scan} is calculated as:

$$T_{\text{scan}} = T_m N_{\text{seg}} \quad (4)$$

where

T_m is the measurement time for each segment, and

N_{seg} is the number of segments.

FFT-based measuring instruments may also provide methods to improve the frequency resolution across a given frequency range. In general, an FFT-based measuring instrument will have a fixed frequency step $f_{\text{step FFT}}$ that is determined by the number of frequencies of the FFT. Increased frequency resolution is achieved by performing repeat calculations over a given frequency range. For each repeat calculation, the lowest frequency is incremented by a frequency step ratio, $f_{\text{step final}}$.

Hence the first calculation over the given frequency range considers the following frequencies:

$$\begin{aligned} &f_{\text{min}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{step FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + 2f_{\text{step FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + 3f_{\text{step FFT}} \dots \end{aligned}$$

The second calculation over the given frequency range considers the following frequencies:

$$\begin{aligned} &f_{\text{min}} + f_{\text{step final}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + f_{\text{step FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 2f_{\text{step FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 3f_{\text{step FFT}} \dots \end{aligned}$$

This procedure, applied for a step ratio of 3, is displayed on Figure 6. The scan time T_{scan} is calculated as:

$$T_{\text{scan}} = T_m \frac{f_{\text{step FFT}}}{f_{\text{step final}}} \quad (5)$$

where

T_m is the measurement time and

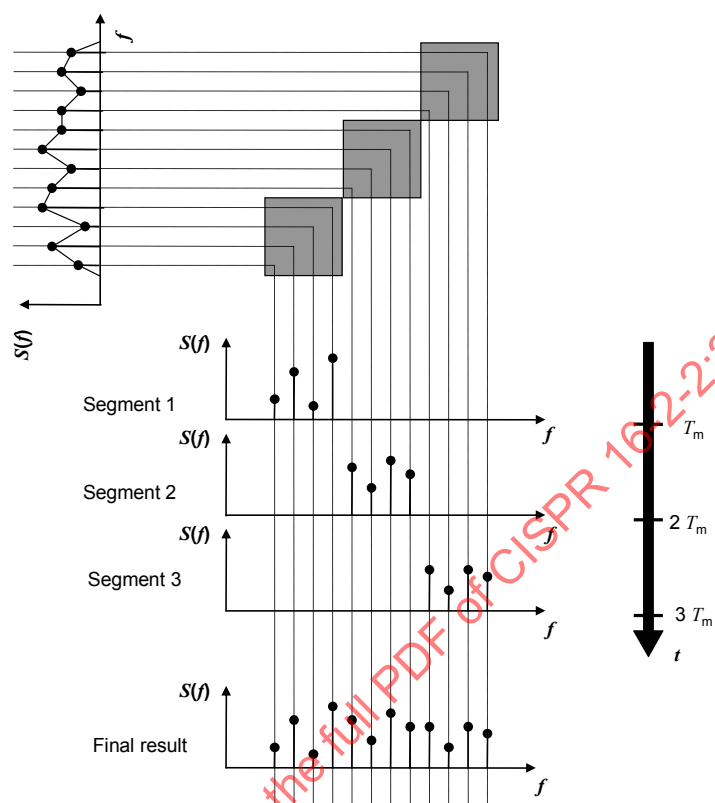
$\frac{f_{\text{step FFT}}}{f_{\text{step final}}}$ is the step ratio.

For a system that combines both methods the scan time T_{scan} is calculated as:

$$T_{\text{scan}} = T_m N_{\text{seg}} \frac{f_{\text{step FFT}}}{f_{\text{step final}}} \quad (6)$$

NOTE 1 FFT-based measuring instruments may combine both methods, the stepped scan, as well as a method to improve the frequency resolution.

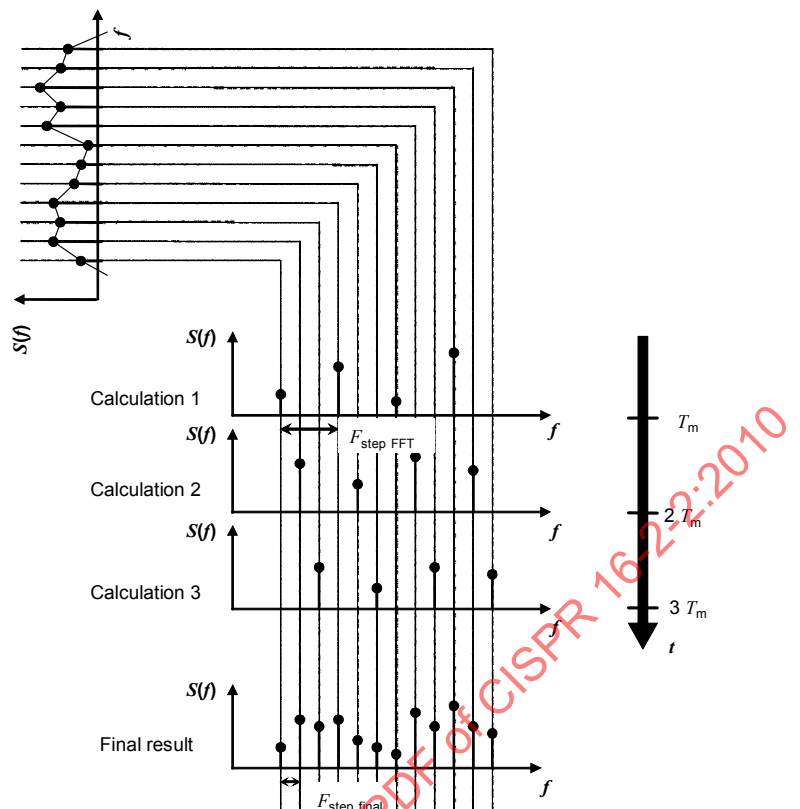
NOTE 2 Additional background information is in preparation for CISPR 16-3² [4].



IEC 1834/10

Figure 5 – FFT scan in segments

² A new CISPR/TR 16-3 is to be published to replace CISPR 16-3:2003 and its Amendments 1 and 2.



IEC 1835/10

Figure 6 – Frequency resolution enhanced by FFT-based measuring instrument

7 Measurements using the absorbing clamp

7.1 Introduction to ACMM

For small EUTs connected only by one mains lead, or another type of lead, the absorbing clamp measurement method (ACMM) offers an alternative to the radiated emission measurement method. The ACMM determines the disturbance power by using an absorbing clamp. The advantages of the ACMM with respect to the radiated emission test are mainly the reduced measurement time and reduced cost of the test site.

The basis of the ACMM is the recognition that radiated emissions from electrically small equipment (see 7.2.3) can primarily be attributed to common mode currents flowing on e.g. the mains lead attached to the equipment. The disturbance potential of an EUT having one external lead may be taken as the power it could supply to its lead acting as a radiating antenna. This power is assumed to be nearly equal to that supplied by the EUT to the absorbing clamp placed around the lead under test (LUT) at the position where the measured common mode current is maximum. An exact model of the ACMM is not available. This makes the uncertainty considerations and the comparison between the radiated emission measurement method and the ACMM difficult. The historical background of the absorbing clamp is described in detail in Annex A.

This clause establishes the general requirements for the measurement of disturbance power produced at the leads of a EUT. For specific products, more specific measurement procedures and operating conditions may be necessary. The limitations of the ACMM are stated in 7.2. The calibration and validation methods related to the ACMM are given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. Measurement instrumentation uncertainty considerations on the ACMM are described in CISPR 16-4-2.

7.2 Application of the absorbing clamp measurement method

7.2.1 General

The applicability (scope) of this ACMM is limited. The applicability of the ACMM for certain categories of products shall be decided by the product committees, by taking into account the limitations given in the following subclauses. The precise measuring procedure and its applicability has to be specified for each category of products in the product standard.

7.2.2 Frequency range

The ACMM as described in this clause may be applied to measure the disturbance power of an EUT between 30 MHz and 1 000 MHz.

7.2.3 EUT unit dimensions

The EUT unit is the housing of the EUT without its connecting leads. The ACMM is most accurate for EUT units having dimensions typically smaller than a quarter of a wavelength of the highest measured frequency and with one or more leads as the main source of disturbance radiation. If the dimensions of the EUT unit approach a quarter of a wavelength of the highest measuring frequency, then direct radiation of the EUT unit may occur. Then, the ACMM may not be suitable to assess the full radiation properties of the EUT. In general, the method is most useful for small EUTs and in the frequency range of 30 MHz to 300 MHz. The ACMM is applicable to both tabletop and floor standing EUTs.

7.2.4 LUT requirements

Initially, the ACMM is applied for EUTs with a single mains lead (see Annex A). When the EUT has external leads other than a mains lead, also those leads can radiate disturbances. These auxiliary leads may be connected to an auxiliary unit. The ACMM can also be used to measure these leads. The disturbance contribution of such auxiliary leads connected to auxiliary apparatus depends on the length of the auxiliary lead with respect to the wavelength. If length of the auxiliary lead is larger than half a wavelength of the highest measurement frequency, then the contribution of this auxiliary lead shall be taken into account in the measurement procedure. Product standards shall give specific information on the treatment of auxiliary leads (like extension of these leads); the set-up of these auxiliary leads and auxiliary apparatus in order to enable reproducibility of the disturbance measurement.

If the auxiliary lead is permanently attached to the appliance and to the auxiliary apparatus, and if the length of the auxiliary lead is less than a half wavelength at the highest frequency, then measurements are not to be made on these leads.

7.3 Requirements for measurements instrumentation and test site

7.3.1 General

A schematic drawing of the ACMM is given in Figure 7. The following requirements apply for the various parts of the instrumentation and for the test site.

7.3.2 Measuring receiver

The measuring receiver shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1. When using spectrum analyzers or scanning receivers, the recommendations given in Annex B shall be considered.

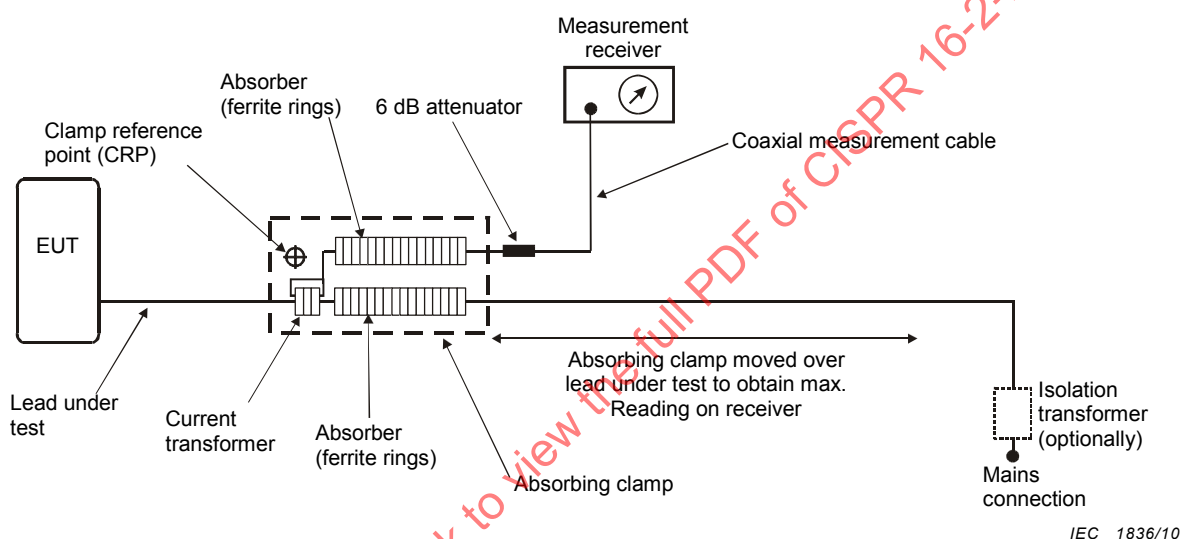
7.3.3 Absorbing clamp assembly

The absorbing clamp assembly consists of the following parts:

- a) absorbing clamp (includes internally the current transformer and absorbers along the LUT and measurement cable; see Figure 7);
- b) 6-dB attenuator;
- c) measurement cable.

The absorbing clamp assembly shall comply with the requirements given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. The clamp factor (F_c) of this absorbing clamp assembly shall be determined in accordance with the measurement procedure given in Clause 4 of CISPR 16-1-3. Also the decoupling factors of the absorbing clamp assembly shall be checked in accordance with the measurement procedures given in Clause 4 of CISPR 16-1-3.

The clamp reference point (CRP) indicates the longitudinal position of the front edge of the current transformer within the clamp. This reference point is used to define the position of the clamp during the measurement procedure. The CRP shall be indicated on the outside housing of the absorbing clamp.



NOTE 1 The 6-dB attenuator and the measurement cable are integral parts of the absorbing clamp and should be calibrated together.

NOTE 2 The 6-dB attenuator may be located inside the absorbing clamp unit.

Figure 7 – Schematic drawing of the absorbing clamp measurement method

7.3.4 Absorbing clamp test site requirements

The absorbing clamp test site (ACTS) is a site that is used for application of the ACMM. The ACTS is specified in detail in Clause 4 of CISPR 16-1-3, and its performance shall be validated in accordance with the procedure given in CISPR 16-1-3. The ACTS can be either an outdoor or indoor facility and includes the following elements (Figure 8):

- a non-metallic table for support of the EUT unit;
- the clamp slide to support the LUT and the absorbing clamp;
- a moveable support or hook system for the absorbing clamp measurement cable; and
- an auxiliary means such as a rope to move the absorbing clamp.

The above ACTS elements shall be included in the ACTS validation procedure.

The near end of the clamp slide (at the side of the EUT) is denoted as the slide reference point (SRP, see Figure 8). This SRP is used to define the horizontal distance to the CRP. Some of the requirements for the above mentioned elements of the ACTS that are specified in detail in Clause 4 of CISPR 16-1-3 are repeated below for convenience.

- a) The length of the clamp slide shall ensure that the absorbing clamp can be moved over such a distance that the maximum disturbance power is measured at the lowest frequency of 30 MHz. The length of the clamp slide shall be $(6 \pm 0,05)$ m.

NOTE In theory, the length of the clamp slide is determined by the sum of the theoretical maximum scanning length (over a half wavelength = 5 m at 30 MHz), the distance between the SRP and the CRP (0,1 m), and the length of the absorbing clamp (0,7 m) and a margin to accommodate lead fixtures at the end (0,1 m). This gives a total length of 5,9 m for the clamp slide. For reproducibility reasons, the length of clamp slide is fixed to 6 m (and not minimally 6 m).

- b) The scanning distance of the absorbing clamp shall be 5 m. Consequently, the CRP shall move between 0,1 m and 5,1 m from the SRP.
- c) The height of the clamp slide shall be $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ for both tabletop and floor standing EUTs. Consequently, the height of the LUT shall be nearly 0,8 m above the floor of the site. It should be noted that within the absorbing clamp, the height of the LUT above the floor will be a few centimetres more.
- d) The EUT table, the clamp slide and the auxiliary means (rope) shall be non-reflecting, non-conducting and the dielectric properties shall be close to the dielectric properties of air. In this way, these items (EUT table, clamp slide and other auxiliary means close to the EUT and LUT) are electromagnetically transparent (neutral). In addition to material properties, the material (thickness and construction) is of importance as well. Typically, dry wood is an adequate material for the construction of the EUT table and the clamp slide between 30 MHz and 300 MHz.

7.4 Ambient requirements

The ambient noise level present at the ACTS shall comply with the requirements given in 6.2.

The ambient disturbance power shall be evaluated in accordance with 7.8.1. The ambient noise level shall be at least 6 dB below the applicable limit.

7.5 EUT leads requirements

7.5.1 General

The disturbance power shall be measured for each of the leads (see also 7.2.4), one at a time. The measurement procedure is given in 7.8. The requirements for the leads are as follows.

7.5.2 Lead under test

The length of the lead under test (LUT) shall be at least a half-wavelength at the lowest frequency of measurement, plus an additional length to connect the lead to a mains connection on the floor. This means that the lead length shall be typically at least 7,5 m.

NOTE 1 The lead length is determined by the minimum length of the clamp slide 6 m + 1 m (drop of the LUT to floor) + 0,5 m margin = 7,5 m. Additional length may be required for the LUT section between the EUT and the clamp reference point.

NOTE 2 In general, the original leads connected to the EUT are much shorter than 7,5 m, and the lead should be extended or completely replaced by a lead of the required length and of the same type and construction as the original lead of the EUT. Extension of leads is generally not practical, because in general the extension plugs will not pass through the absorbing clamp.

NOTE 3 The type of low voltage distribution may differ in different countries, and test laboratories may have different mains network topologies or different mains connection philosophies. For certain EUTs, the disturbance properties may depend very much on the type of mains connection. The mains connection may be asymmetric (phase to ground) or symmetric (using an isolation transformer). This may be the reason for significant reproducibility problems. It is noted here that these 'mains-connection induced' reproducibility problems are generic, and are not specific to the ACMM. The reproducibility problem can be evaluated by connection of the mains through an isolating transformer.

7.5.3 Leads not under test

If the EUT has more than one lead (see 7.2.4), the leads that are not subject to measurement (including the connected auxiliary apparatus) shall be removed if operationally possible, at the time when another lead is measured. A lead that cannot be removed shall be isolated by means of a common-mode absorbing device (CMAD). A CMAD may consist of a number of lossy ferrite rings or another absorbing device put around the lead immediately adjacent to the housing of the EUT. The isolated leads shall be positioned near the EUT on the EUT table. The performance requirements for ferrite clamp type CMADs are given in CISPR 16-1-4.

7.6 Test set-up requirements

7.6.1 General

The following general requirements for the test set-up apply:

- a) the test set-up of the EUT and the LUT on the ACTS are shown in Figures 8 and 9;
- b) the distance between the clamp test set-up (EUT, LUT, clamp) and any objects (including persons, walls and ceiling, but floor excluded) shall be at least 0,8 m;
- c) the configuration of the ACTS shall be the same as during the ACTS performance validation.

7.6.2 EUT set-up

The set-up of the EUT shall comply with the following requirements:

- a) the EUT shall be placed on a support table. The height of the table shall be $0,8\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$ for table top EUTs. The support for equipment designed for use primarily on a floor, shall be $(0,1 \pm 0,01)\text{ m}$ high;
- b) the EUT shall be positioned on the EUT table in its normal operating position as far as possible. The LUT shall run directly towards the SRP of the clamp slide. In case a normal position is not defined, the EUT shall be positioned such that its LUT runs directly towards the clamp slide. The distance from EUT unit to the SRP shall be as short as possible.

NOTE For certain types of products like a washing machine or a coffee maker, the normal operating position is obvious. However, for products like a hairdryer or a drill, this is less obvious and the EUT will just be laid on the table. The importance of this subclause is to enhance the reproducibility of the test. Product committees may decide to give specific guidance to assure reproducible positioning of the EUT.

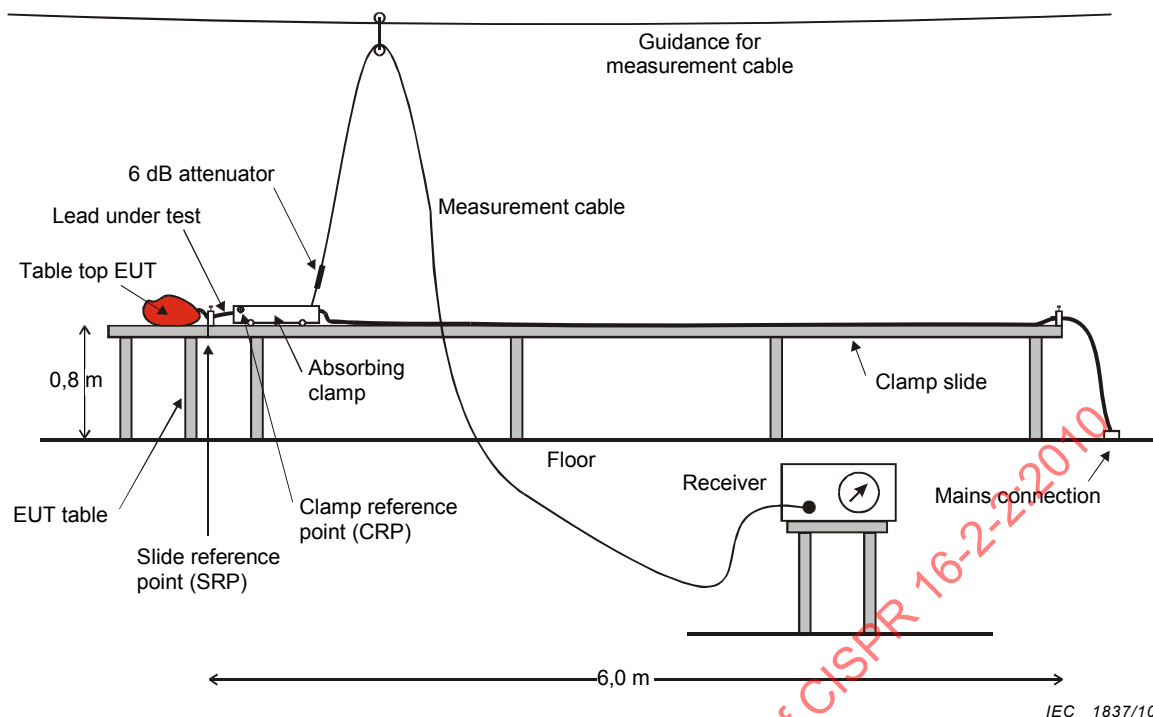


Figure 8 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for table top EUTs

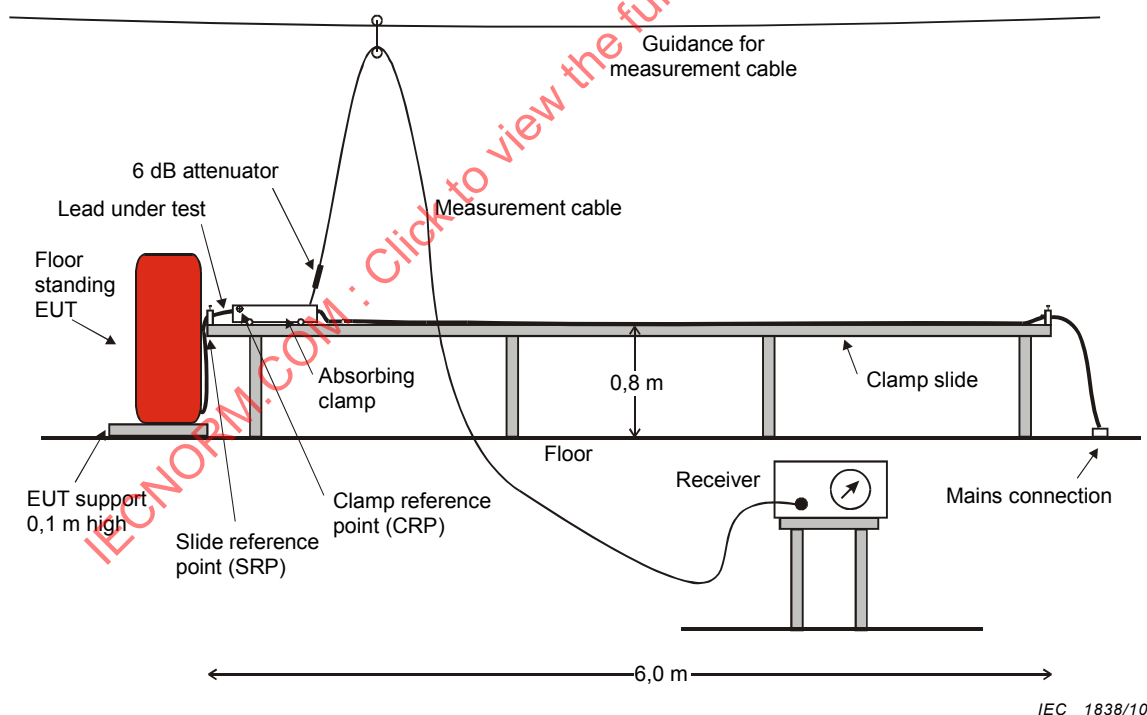


Figure 9 – Side view of the absorbing clamp measurement set-up for floor standing EUTs

7.6.3 LUT set-up

The LUT is positioned horizontally straight above the clamp slide, to permit variation of the position of the absorbing clamp along the lead to find the maximum reading. Outside the absorbing clamp, the height of the LUT above the floor shall be as close to 0,8 m as possible.

For better attachment of the LUT during the clamp sliding procedure, it is convenient to fix the LUT at the near end and the far end of the clamp slide by using quick release locks.

7.6.4 Absorbing clamp

The following positioning requirements relating to the absorbing clamp apply.

- a) The absorbing clamp is placed around the LUT as shown in Figure 8. The absorbing clamp shall be positioned on the clamp slide with the current transformer facing the EUT.
- b) During the clamp scanning, the minimal horizontal distance between the CRP and the SRP shall be (10 ± 1) cm. This distance of 10 cm is required to accommodate different types of clamps, due to the possible different positions of the CRP. The test results very much depend on this initial position. For reproducibility purposes, it is essential to include this additional specification to ensure that all initial positions can be identical.
- c) The LUT shall be kept in the centre of the absorbing clamp at the location of the current transformer, i.e. at the CRP. Most clamps have a centering support for this purpose.

7.6.5 Measurement cable

The absorbing clamp measurement cable shall meet the following requirements.

- a) In case the 6 dB attenuator is not integrated into the absorbing clamp assembly, it is important to connect the separate 6 dB attenuator close to the measurement connector of the clamp. Note that the 6 dB attenuator shall be a coaxial attenuator with a maximum VSWR of 1,12:1 and a maximum attenuation tolerance of $\pm 0,3$ dB (see Clause 4 of CISPR 16-1-3).
- b) The measurement cable is connected to the measuring receiver or spectrum analyzer.
- c) The measurement cable shall run over a gliding pulley such that the measurement cable runs at almost a right angle to the absorbing clamp and does not touch the ground.

7.7 Operating conditions of the EUT

When measurements of the disturbance power are performed, the EUT shall be operated in its normal modes of operation, including the standby mode. The pre-scan procedure of 7.8.2 a) is used to determine the mode of operation that causes the highest emission. The general operating conditions of the EUT as given in Clause 6 shall be met. Additional product-specific conditions may be necessary. If applicable, product-specific operational conditions shall be specified in the product standard.

7.8 Measurement procedure

7.8.1 Ambient measurement procedure

Ambient signals shall be measured prior to the actual test of the EUT by using the LUT (the mains lead, or, if not applicable, another lead). The ambient disturbance power is measured while the EUT is switched off. Ambient signals shall be measured while the absorbing clamp is moved in accordance with the final scan procedure described in 7.8.2 b). The ambient disturbance power calculated using Equation (4), shall be at least 6 dB below the applicable limit.

7.8.2 EUT measurement procedure

For each lead connected to the EUT (see 7.5), the following measurement procedure shall be applied.

- a) Pre-scan at a fixed position:

The clamp shall be positioned at a horizontal distance of 0,1 m from the SRP. The EUT shall be switched on and the operating conditions shall be as specified in 7.7. For this fixed position and for each of the relevant operating modes of the EUT, a frequency scan shall be performed to find the operating modes that yield the highest emission levels. For the

mode of operation at which the maximum emission occurs, the final-scan procedure shall be performed. A peak detector may be used in this pre-scan procedure. The pre-scan procedure is also used to gain information about the type of disturbances (narrowband, broadband).

b) Final scan:

The procedure for the final scan will depend on the type of disturbance found during the pre-scan. Guidance on the procedures for narrowband, broadband, continuous and discontinuous disturbances can be found in 6.3 and 6.5 and in CISPR 14-1 [2]. Depending on the type of disturbance found during the pre-scan procedure, the following two alternative procedures can be applied for the final scan.

1) Measurement at fixed frequencies and clamp scanning continuously:

The position of the CRP of the absorbing clamp along the lead shall be varied continuously over a distance corresponding to at least a half-wavelength (free space) of the frequency in question. At each frequency, the maximum indication obtained on the measurement receiver connected to the absorbing clamp shall be determined. The speed of movement of the clamp shall be such that the measurement time at a certain frequency corresponds to a distance step size of the clamp of less than 1/15 wavelength.

2) Measurement at fixed clamp positions and receiver scanning over the frequency band:

It may be more convenient to position the absorbing clamp along the clamp slide at a sufficient number of discrete positions depending on the upper frequency applied. For instance, a distance step size of 0,02 m is sufficient if the maximum frequency is 1 000 MHz (step size is 1/15 wavelength). The measurement receiver shall perform a frequency scan at each clamp position. The measurement receiver shall maintain the maximum reading for all positions. A constant distance step size along the whole lead under test would increase the measurement time significantly. As the distance between the EUT and the absorbing clamp increases, a progressively larger step size may be used. This reduces the number of steps considerably. Tables 3 and 4 show the sample schemes that can be applied depending on the upper frequency used. A further reduction of test time may be achieved by limiting the frequency scan as a function of the position of the clamp. The upper frequency limit for the receiver can be calculated from the clamp position that corresponds to a half wavelength.

**Table 3 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement
with an upper frequency bound of 300 MHz**

Range of positions of the absorbing clamp (CRP with respect to the SRP)	Distance step size m	Number of samples
SRP + 0,1 m to SRP + 0,40 m	0,06	5
SRP + 0,40 m to SRP + 0,90 m	0,10	5
SRP + 0,90 m to SRP + 1,8 m	0,15	6
SRP + 1,8 m to SRP + 3,0 m	0,20	6
SRP + 3,0 m to SRP + 5,1 m	0,30	8 (including end point)
Total number of samples along lead under test		30

**Table 4 – Sample scheme for an absorbing clamp measurement
with an upper frequency bound of 1 000 MHz**

Range of positions of the absorbing clamp (CRP with respect to the SRP)	Distance step size m	Number of samples
SRP + 0,1 m to SRP + 0,2 m	0,02	5
SRP + 0,2 m to SRP + 0,4 m	0,04	5
SRP + 0,4 m to SRP + 0,8 m	0,05	8
SRP + 0,8 m to SRP + 1,4 m	0,10	6
SRP + 1,4 m to SRP + 3,0 m	0,20	8
SRP + 3,0 m to SRP + 5,1 m	0,30	8 (including end point)
Total number of samples along lead under test		40

7.9 Determination of disturbance power

From the measurement data for each of the LUTs, the disturbance power shall be calculated using Equation (4). The disturbance power P corresponding to the maximum measured voltage V at each test frequency is determined by using the clamp factor (F_c) obtained from the absorbing clamp calibration procedure described in Clause 4 of CISPR 16-1-3.

$$P = V + F_c \quad (7)$$

where

P is the disturbance power in dB(pW);

V is the measured voltage in dB(μV);

F_c is the clamp factor in dB(pW/μV).

NOTE The clamp factor is derived with the 6 dB factor of the attenuator included (see 7.3.2).

7.10 Determination of the measurement uncertainty

For each absorbing clamp test facility, the actual measurement instrumentation uncertainty value U_{lab} shall be determined using the guidance given in CISPR 16-4-2.

The measurement instrumentation uncertainties up to a certain level shall be taken into account in the compliance criterion (7.11). This means that uncertainties in excess of an agreed value U_{cispr} shall be incorporated in the compliance criterion. The U_{cispr} value for the absorbing clamp test method is given in CISPR 16-4-2.

7.11 Compliance criteria

At each frequency, the disturbance power P obtained for each of the LUTs shall be checked for compliance against the applicable limit P_L . The compliance criterion shall incorporate the measurement instrumentation uncertainty in excess of U_{cispr} . Guidance on the application of the compliance criterion is given in CISPR 16-4-2.

8 Automated measurement of emissions

8.1 Precautions for automating measurements

Much of the tedium of making repeated EMI measurements can be removed by automation. Operator errors in reading and recording measurement values are minimized. By using a computer to collect data, however, new forms of error can be introduced that may have been detected by an operator. Automated testing can lead, in some situations, to greater measurement uncertainty in the collected data than manual measurements performed by a skilled operator. Fundamentally, there is no difference in the accuracy with which an emission value is measured whether manually or under software control. In both cases the measurement uncertainty is based on the accuracy specifications of the equipment used in the test set-up. Difficulties may arise, however, when the current measurement situation is different from the scenarios the software was configured for.

For example, an EUT emission adjacent in frequency to a high level ambient signal may not be measured accurately, if the ambient signal is present during the time of the automated test. A knowledgeable tester, however, is more likely to distinguish between the actual interference and the ambient signal; therefore the method for measuring the EUT emission can be adapted as required. However, valuable test time can be saved by performing ambient scans prior to the actual emission measurement with the EUT turned off to record ambient signals present on the OATS. In this case the software may be able to warn the operator of the potential presence of ambient signals at certain frequencies by applying appropriate signal identification algorithms.

Operator interaction is recommended if the EUT emission is slowly varying, if the EUT emission has a low on-off cycle or when transient ambient signals (e.g. arc welding transients) may occur.

8.2 Generic measurement procedure

Signals need to be intercepted by the EMI receiver before they can be maximized and measured. The use of the quasi-peak detector during the emission maximization process for all frequencies in the spectrum of interest leads to excessive test times (see 6.6.2). Time-consuming processes like absorbing clamp position scans are not required for each emission frequency. They should be limited to frequencies at which the measured peak amplitude of the emission is above or near the emission limit. Therefore, only the emissions at critical frequencies whose amplitudes are close to or exceed the limit will be maximized and measured.

The generic process shown in Figure 10 will yield a reduction in measurement time:

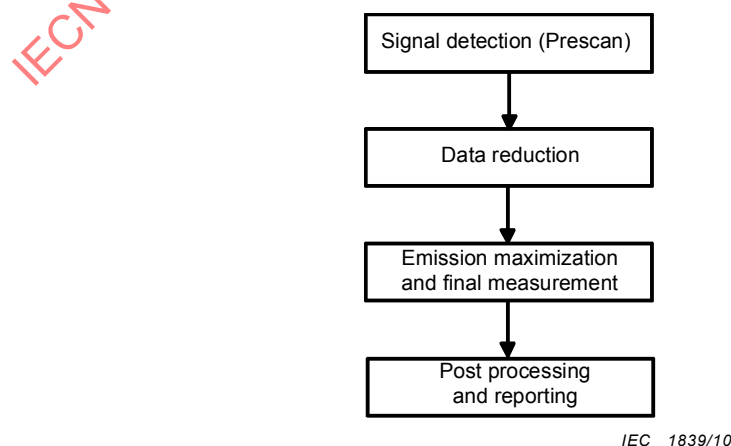


Figure 10 – Process for reduction in measurement time

8.3 Prescan measurements

8.3.1 Purpose

This initial step in the overall measurement procedure serves multiple purposes. Prescan places the least number of restrictions and requirements upon the test system since its main purpose is to gather a minimal amount of information upon which the parameters of additional testing or scanning will be based. This measurement mode can be used to test a new product, where the familiarity with its emission spectrum is very low. In general, prescan is a data acquisition procedure used to determine where in the frequency range of interest, significant signals are located. Depending on the goal of this measurement, improved frequency accuracy and data reduction through amplitude comparison may be necessary. These factors define the measurement sequence during the execution of prescan. In any case, the results will be stored in a signal list for further processing.

When a prescan measurement is made to quickly obtain information on an EUT's unknown emission spectrum, frequency scanning can be performed by applying the considerations of 6.6.

8.3.2 Determination of the required measurement time

If the emission spectrum and especially the maximum pulse repetition interval T_p of the EUT is not known, this has to be investigated to assure the measurement time T_m is not shorter than T_p . The intermittent character of the EUT's emission is especially relevant for critical peaks of the emission spectrum.

First it should be determined at which frequencies the amplitude of the emission is not steady. This can be done by comparing the max-hold with a min-hold or clear/write function of the measuring equipment or software, and observing the emission for a period of 15 s. During this period no change in the set-up should be made (no movement of absorbing clamp). Signals with e.g. more than 2 dB difference between the max-hold result and min-hold result are marked as intermittent signals. (Care should be taken not to mark noise as intermittent signals.)

From each intermittent signal the pulse repetition period T_p can be measured, by applying zero span or using an oscilloscope connected to the IF-output of the measurement receiver. The correct measurement time can also be determined by increasing it until the difference between max-hold and clear/write displays is below e.g. 2 dB. During further measurements (maximization and final measurement) it has to be assured for each part of the frequency range that the measuring time T_m is not smaller than the applicable pulse repetition period T_p .

8.3.3 Defining the prescan measurement

The *type of measurement* determines the definition of a prescan measurement in the following way.

For measurements *using the absorbing clamp*, prescan may be performed with the absorbing clamp close to the EUT.

For conducted emissions or emissions measured with the absorbing clamp, two limits, for quasi-peak and average detector, may be called out. In this case, prescan can include a measurement with the average detector if the peak data exceeds the average limit, before data reduction is applied. Otherwise narrowband emissions that exceed the average limit may be hidden by broadband emission that are below the quasi-peak limit; therefore a non-compliance situation cannot be detected. It should be noted that narrowband responses do not necessarily correspond with broadband emission peaks.

8.4 Data reduction

The second step in the overall measurement procedure is used to reduce the number of signals collected during prescan and thus aimed at further reduction of the overall measurement time. These processes can accomplish different tasks, e.g. determination of significant signals in the spectrum, discrimination between ambient or auxiliary equipment signals and EUT emissions, comparison of signals to limit lines, or data reduction based on user-definable rules. Another example of data-reduction methods involving the sequential use of different detectors and amplitude versus limit comparisons is given by the decision tree in Annex C of CISPR 16-2-1 [3]. Data reduction may be performed fully automated or interactively, involving software tools or manual operator interaction. It need not be a separate section of the automated test, i.e. it may be part of a prescan.

In certain frequency ranges, especially the FM band, an acoustic ambient discrimination is very effective. This requires signals to be demodulated to be able to listen to their modulation content. If an output list of prescan contains a large number of signals and acoustic discrimination is needed, it can be a rather lengthy process. However, if the frequency ranges for tuning and listening can be specified, only signals within these ranges will be demodulated. The results of the data reduction process are stored in a separate signal list for further processing.

8.5 Emission maximization and final measurement

During the final test the emissions are maximized to determine their highest level. After the maximization of the signals, the emission amplitude is measured using quasi-peak detection and/or average detection, allowing for the appropriate measurement time (at least 15 s if the reading shows fluctuations close to the limit).

The *type of the measurement* defines the maximization process yielding the highest signal amplitudes: for measurements with the *absorbing clamp*: amplitude maximization by variation of the clamp position along the leads.

NOTE Using an FFT-based measuring instrument, the final measurement may be performed at several frequencies in parallel.

8.6 Post processing and reporting

The last part of the test procedure addresses documentation requirements. The functionality for defining sorting and comparison routines that then can be automatically or interactively applied to signal lists supports a user in compiling the necessary reports and documentation. The corrected peak, quasi-peak or average signal amplitudes should be available as sorting or selection criteria. The results of these processes are stored in separate output lists or can be combined in a single list and are available for documentation or further processing.

Results shall be available in tabular and graphics format for use in a test report. Furthermore, information about the test system itself, e.g. transducers used, measuring instrumentation, and documentation of the EUT set-up as required by the product standard should also be part of the test report.

8.7 Emission measurement strategies with FFT-based measuring instruments

Depending on the implementation, FFT-based measuring instruments may perform weighted measurements significantly faster than the tuneable selective voltmeters. A weighted measurement over the frequency range of interest may then be faster than a measurement consisting of a prescan and final scan performed with a superheterodyne receiver, as described in 8.3.

Annex A (informative)

Historical background to the method of measurement of the interference power produced by electrical household and similar appliances in the VHF range (see 7.1)

A.1 Historical detail

Although measurement of field strength is, in theory, the most suitable method for determining the interference capability of all types of appliances at frequencies higher than 30 MHz, the methods involved together with the precautions to be taken prove troublesome in application. Consequently, engineers have for a long time used the terminal voltage method, while waiting for something more satisfactory. Several methods have been envisaged to replace those involving field measurements in open air by radiation measurements in the laboratory. Among the most interesting are the stop filter method and the ground current method. These are substitution methods, in which a slotted coaxial filter having negligible losses is used to adjust the radiating length of the supply lead of the source of interference in such a way as to obtain maximum radiation. In these methods, the interference capability of an appliance is defined as the power that a standard generator injects into a simple aerial of known characteristics in order to obtain the same effect on an aerial connected to the measuring apparatus as that produced by the source of interference. Several more convenient methods have been developed from those just mentioned.

The measurement of terminal voltages has been considerably improved by replacing the artificial mains V-network by a Y-network, so as to obtain the true common mode voltage produced by the source of interference. A similar method using a reactive slotted coaxial filter was developed. A method for measuring the power that the source of interference may inject into the supply lead has also been proposed. This method is based on the measurement of the current at the input of an *absorbent* coaxial device.

The advantage of the latter over the terminal voltage method is that it is not necessary to disconnect the supply lead. It indicates values of the interference power corresponding closely with those obtained by the methods in which the radiation of the supply lead is measured in the resonant condition.

Although, through their ease of operation, the terminal voltage and the absorbing coaxial device methods were preferable to the stop filter and the ground current methods, it remained to be shown that the results that they gave conformed with those obtained in practice.

Statistical measurements on the disturbance sources have shown that the interference measured by the stop filter method agrees more closely than that measured by the terminal voltage method, with the effect of the same sources measured at the input of receivers located in the same building. Measurements made by the absorbent device method gave results intermediate between the two previous ones. Other methods have been compared.

A.2 Development of the method

In the stop filter method, a value directly related to the current at the centre of a resonant half-wave aerial is measured. The most important thing is not the radiating system but the power that the source of interference is capable of transmitting to the radiating system. The same principle applies to the ground current method. If it were possible to measure this power without measuring a field, all the disadvantages arising from the influence of surrounding objects on the propagation between the radiating elements and the receiving aerial would be

removed. The attempt to replace the coaxial stop filter by a ferrite tube showed that a large part of the energy produced by the source of interference was dissipated in this tube. It was then thought that the measurement of the current at the input of the ferrite tube might replace, at least in part, the measurement of the field by the stop filter method. This gave rise to the devices described in Annex B of CISPR 16-1-3.

The following question was then studied: how do the different methods of measurement compare in the particular case of a *shielded source* of interference of given available power, with a purely resistive internal impedance when transmitting all its interference energy to the supply lead in the common mode when the size of this source is varied? Experimental investigations showed the remarkable fact that the new device gave results that were practically independent of the dimensions of the source of interference (3,5 dm³ to 1 700 dm³) and that were also more consistent than those obtained by other methods.

In fact, one can reduce the absorbing device measuring system to the following circuit: a source of interference of internal impedance Z_S supplying a load Z_C through a low-loss line of characteristic impedance Z_L . If the length of the line is varied from zero, the power absorbed by the load Z_C passes (when Z_C is different from Z_L) through maxima and minima corresponding to resonance and anti-resonance of the system.

Neglecting the radiation and other losses of the line and discussing the case in which the load is located at a distance corresponding to the first maximum, we consider the point in the line at which the source and the load appear as pure resistance R_S and R_C . It can thus be shown that if P_d is the available power of the source, P_C the power absorbed by the load and

$$m = \frac{R_S}{R_C}$$

then

$$\frac{P_C}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

This gives for

$m =$	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	30
$M = 10 \log \frac{P_C}{P_d} =$	-4,8	-2,5	-0,5	0	-0,5	-2,5	-4,8	-7,4	-9 dB

It will be seen that the matching of the source to the lead is not very critical and that, if an absorbent clamp is used to constitute a load, for example of the order of 200 Ω , the results obtained will not be very different from those obtained if a load is applied to the output of the source of interference in the form of a line brought to resonance by means of a coaxial stop filter.

More details on the development and theory of operation of the absorbing clamp are described in [9].

A.3 Reasons for improvement of the clamp measurement method

The absorbing clamp measurement method has proven to be a convenient method for compliance testing and is widely used for several types of commercial electronic equipment (CISPR 13 [1] and CISPR 14-1 [2]). However, the method is not without critics. For instance in [8] several drawbacks of the method and suggestions for improvement have been

described. The validity of the 'transmission line model' of the clamp measurement method at higher frequencies is criticized in this paper as well.

The clamp measurement method is also useful for pre-compliance testing purposes. However, the relationship between absorbing clamp and radiated emission measurement results cannot always easily be determined, due to relatively large uncertainties and different types of uncertainty sources associated with both methods.

In the past decade, the uncertainties and repeatability of EMC measurement methods in general has become a very important issue. This was driven by the fact that EMC measurements suffer a relatively large intrinsic uncertainty and by the fact that accreditation bodies require inclusion of uncertainties in the compliance criteria. For the clamp calibration and clamp measurement method, this was also the impetus for improvements i.e. to reduce the uncertainties associated with the clamp measurement method and clamp calibration method.

In [10], the results of an extensive study on the uncertainties of the calibration and use of absorbing clamps are reported. Various influence quantities were investigated experimentally and suggestions for improvement were given, such as

- the application of a secondary absorbing device (SAD);
- keeping the lead under test central within the clamp;
- removal of objects and personnel 1 m away from the set-up;
- application of a 6 dB attenuator directly at the output of the clamp.

The latter three suggestions are incorporated in the clamp measurement method and in the clamp calibration method. The secondary absorbing device is applied for the clamp calibration and for the clamp test site validation.

Finally, it should be noted that the absence of a valid model of the clamp measurement method and the lack of knowledge of the true sensitivity coefficients associated with each influence quantity makes a model-based uncertainty assessment very difficult.

Annex B (informative)

Use of spectrum analyzers and scanning receivers (see Clause 6)

B.1 General

When using spectrum analyzers and scanning measuring receivers, the following characteristics should be taken into account.

B.2 Overload

Most spectrum analyzers have no RF preselection in the frequency range up to 2 000 MHz; that is, the input signal is directly fed to a broadband mixer. To avoid overload, to prevent damage and to operate a spectrum analyzer linearly, the signal amplitude at the mixer should typically be less than 150 mV peak. RF attenuation or additional RF preselection may be required to reduce the input signal to this level.

B.3 Linearity test

Linearity can be measured by measuring the level of the specific signal under investigation and repeating this measurement after an X dB attenuator has been inserted at the input of the measuring set or, if used, the preamplifier ($X \geq 6$ dB). The new reading of the measuring set display should differ by X dB not more than $\pm 0,5$ dB from the first reading when the measuring system is linear.

B.4 Selectivity

The spectrum analyzer and scanning measuring set should have the bandwidth specified in CISPR 16-1-1 to correctly measure broadband and impulsive signals and narrowband disturbance with several spectrum components within the standardized bandwidth.

B.5 Normal response to pulses

The response of a spectrum analyzer and scanning measuring set with quasi-peak detection can be verified with the calibration test pulses specified in CISPR 16-1-1. The large peak voltage of the calibration test pulses typically requires an insertion of RF attenuation of 40 dB or more to satisfy the linearity requirements. This decreases the sensitivity and makes the measurement of low repetition rate and isolated calibration test pulses impossible for bands B, C and D. If a preselecting filter is used ahead of the measuring set, then the RF attenuation can be decreased. The filter limits the spectrum width of the calibration test pulse as seen by the mixer.

B.6 Peak detection

The normal (peak) detection mode of spectrum analyzers provides a display indication that, in principal, is never less than the quasi-peak indication. It is convenient to measure emissions using peak-detection because it allows faster frequency scans than quasi-peak detection. Then those signals that are close to the emission limits need to be re-measured using quasi-peak detection to record quasi-peak amplitudes.

B.7 Frequency scan rate

The scan rate of a spectrum analyzer or a scanning measuring set should be adjusted for the CISPR frequency band and the detection mode used. The minimum sweep time/frequency or the fastest scan rate is listed in the Table B.1:

Table B.1 – Minimum sweep time/fastest scan rates

Band	Peak-detection	Quasi-peak detection
A	100 ms/kHz	20 s/kHz
B	100 ms/MHz	200 s/MHz
C and D	1 ms/MHz	20 s/MHz

For a spectrum analyzer or scanning measuring set used in a fixed tuned non-scanning mode, the display sweep time may be adjusted independently of the detection mode and according to the needs for observing the behaviour of the emission. If the level of disturbance is not steady, the reading on the measuring set should be observed for at least 15 s to determine the maximum (see 6.5.1).

B.8 Signal interception

The spectrum of intermittent emissions may be captured with peak-detection and digital display storage if provided. Multiple, fast frequency scans reduce the time to intercept an emission compared to a single, slow frequency scan. The starting time of the scans should be varied to avoid any synchronism with the emission and thereby hiding it. The total observation time for a given frequency range should be longer than the time between the emissions. Depending upon the kind of disturbance being measured, the peak detection measurements can replace all or part of the measurements needed using quasi-peak detection. Re-tests using a quasi-peak detector should then be made at frequencies where emission maxima have been found.

B.9 Average detection

Average detection with a spectrum analyzer is obtained by reducing the video bandwidth until no further smoothing of the displayed signal is observed. The sweep time should be increased with reductions in video bandwidth to maintain amplitude calibration. For such measurements, the measuring set shall be used in the linear mode of the detector. After linear detection is made, the signal may be processed logarithmically for display, in which case the value is corrected even though it is the logarithm of the linearly detected signal.

A logarithmic amplitude display mode may be used, for example, to distinguish more easily between narrowband and broadband signals. The displayed value is the average of the logarithmically distorted IF signal envelope. It results in a larger attenuation of broadband signals than in the linear detection mode without affecting the display of narrowband signals. Video filtering in log-mode is, therefore, especially useful for estimating the narrowband component in a spectrum containing both.

B.10 Sensitivity

Sensitivity can be increased with low noise RF pre-amplification ahead of the spectrum analyzer. The input signal level to the amplifier should be adjustable with an attenuator to test the linearity of the overall system for the signal under examination.

The sensitivity to extremely broadband emissions that require large RF attenuation for system linearity is increased with RF pre-selecting filters ahead of the spectrum analyzer. The filters

reduce the peak amplitude of the broadband emissions and less RF attenuation can be used. Such filters may also be necessary to reject or attenuate strong out-of-band signals and the intermodulation products they cause. If such filters are used they should be calibrated with broadband signals.

B.11 Amplitude accuracy

The amplitude accuracy of a spectrum analyzer or a scanning measuring set may be verified by using a signal generator, power meter and precision attenuator. The characteristics of these instruments, cable and mismatch losses have to be analyzed to estimate the errors in the verification test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2010

Annex C (informative)

Scan rates and measurement times for use with the average detector

C.1 General

C.1.1 Background

This annex is intended to give guidance on the selection of scan rates and measurement times when measuring impulsive disturbance with the average detector.

The average detector serves the following purposes:

- a) to suppress impulsive noise and thus to enhance the measurement of CW components in disturbance signals to be measured;
- b) to suppress amplitude modulation (AM) in order to measure the carrier level of amplitude modulated signals;
- c) to show the weighted peak reading for intermittent, unsteady or drifting narrowband disturbances using a standardized meter time constant.

Clause 6 defines the average measuring receiver for the frequency range 9 kHz to 1 GHz.

In order to select the proper video bandwidth and the corresponding scan rate or measurement time, the following considerations apply.

C.1.2 Suppression of impulsive disturbance

The pulse duration T_p of impulsive disturbance is often determined by the IF bandwidth B_{res} as $T_p = 1/B_{res}$. For the suppression of such noise, the suppression factor a is then determined by the video bandwidth B_{video} relative to the IF bandwidth as $a = 20\log(B_{res}/B_{video})$. Determination of B_{video} is by the bandwidth of the lowpass filter following the envelope detector. For longer pulses, the suppression factor will be lower than a . The minimum scan time $T_{s\ min}$ (and maximum scan rate $R_{s\ max}$) is determined using:

$$T_{s\ min} = \frac{k \times \Delta f}{B_{res} B_{video}} \quad (C.1)$$

$$R_{s\ max} = \frac{\Delta f}{T_{s\ min}} = \frac{B_{res} B_{video}}{k} \quad (C.2)$$

where

Δf is the frequency span;

k is a proportionality factor that depends on the speed of the measuring receiver/spectrum analyzer.

For the longer scan times, k is very close to 1. If a video bandwidth of 100 Hz is selected, the maximum scan rates and pulse suppression factors in Table C.1 will be obtained.

Table C.1 – Pulse suppression factors and scan rates for a 100 Hz video bandwidth

	Band A	Band B	Bands C and D
Frequency range	9 kHz to 150 kHz	150 kHz to 30 MHz	30 MHz to 1 000 MHz
IF bandwidth B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
Video bandwidth B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
Maximum scan rate	17,4 kHz/s	0,9 MHz/s	12 MHz/s
Maximum suppression factor	6 dB	39 dB	61,5 dB

This can be applied for product standards calling out quasi-peak and average limits in Bands B and C if short pulses are expected in the disturbance signal. Compliance of the EUT with both limits has to be demonstrated. If the pulse repetition frequency is greater than 100 Hz and the quasi-peak limit is not exceeded by the impulsive disturbance, then the short pulses are sufficiently suppressed for average detection with a video bandwidth of 100 Hz.

C.1.3 Suppression of impulsive disturbance by digital averaging

Average detection may be done by digital averaging of the signal amplitude. An equivalent suppression effect can be achieved if the averaging time is equal to the inverse of the video filter bandwidth. In this case, the suppression factor $a = 20 \log(T_{\text{ay}} B_{\text{res}})$, where T_{ay} is the averaging (or measuring) time at a certain frequency. Consequently a measurement time of 10 ms will result in the same suppression factor as the video bandwidth of 100 Hz. Digital averaging has the advantage of zero delay time, when switching from one frequency to another. On the other hand, for averaging of a certain pulse repetition frequency f_p , the result may vary depending on whether n or $n+1$ pulses are averaged. This effect is less than 1 dB, if $T_{\text{ay}} f_p > 10$.

C.2 Suppression of amplitude modulation

In order to measure the carrier of a modulated signal, the modulation has to be suppressed by signal averaging over a sufficiently long time, or by using a video filter of sufficient attenuation at the lowest frequency. If f_m is the lowest modulation frequency and if we assume that the maximum measurement error due to the 100 % modulation is limited to 1 dB, then the measurement time T_m should be $T_m = 10 / f_m$.

C.3 Measurement of slowly intermittent, unsteady or drifting narrowband disturbances

In 6.5.4 of CISPR 16-1-1, the response to intermittent, unsteady or drifting narrowband disturbances is defined using the peak reading with meter time constants of 160 ms (for Bands A and B) and 100 ms (for Bands C and D). These time constants correspond to second order video filter bandwidths of 0,64 Hz or 1 Hz respectively. For correct measurements, these bandwidths would require very long measurement times (see Table C.2).

Table C.2 – Meter time constants and the corresponding video bandwidths and maximum scan rates

	Band A	Band B	Bands C and D
Frequency range	9 kHz to 150 kHz	150 kHz to 30 MHz	30 MHz to 1 000 MHz
IF bandwidth B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
Meter time constant	160 ms	160 ms	100 ms
Video bandwidth B_{video}	0,64 Hz	0,64 Hz	1 Hz
Maximum scan rate	8,9 s/kHz	172 s/MHz	8,3 s/MHz

This applies however only for pulse repetition frequencies of 5 Hz or less. For all higher pulse widths and modulation frequencies, higher video filter bandwidths may be used (see C.1.1). Figures C.1 and C.2 show the weighting function of a pulse with 10 ms pulse duration versus pulse repetition frequency f_p with peak reading (“CISPR AV”) and with true averaging (“AV”) for meter time constants of 160 ms (Figure C.1) and 100 ms (Figure C.2).

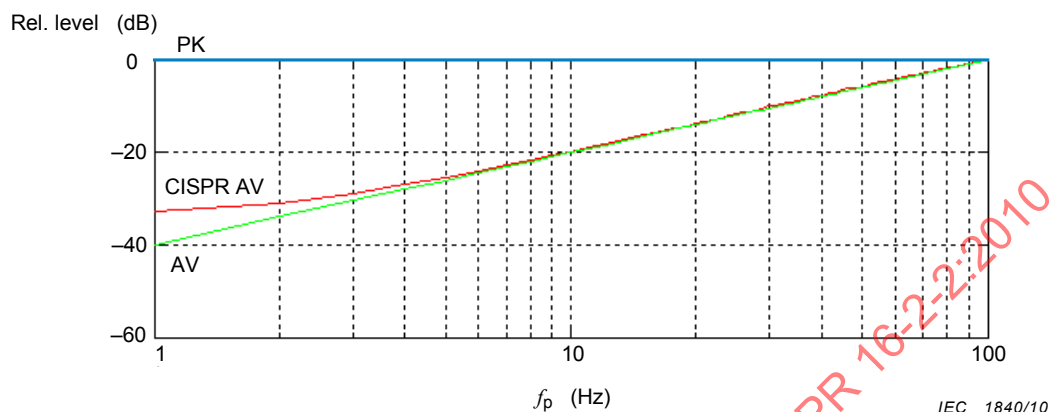


Figure C.1 – Weighting function of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 160 ms

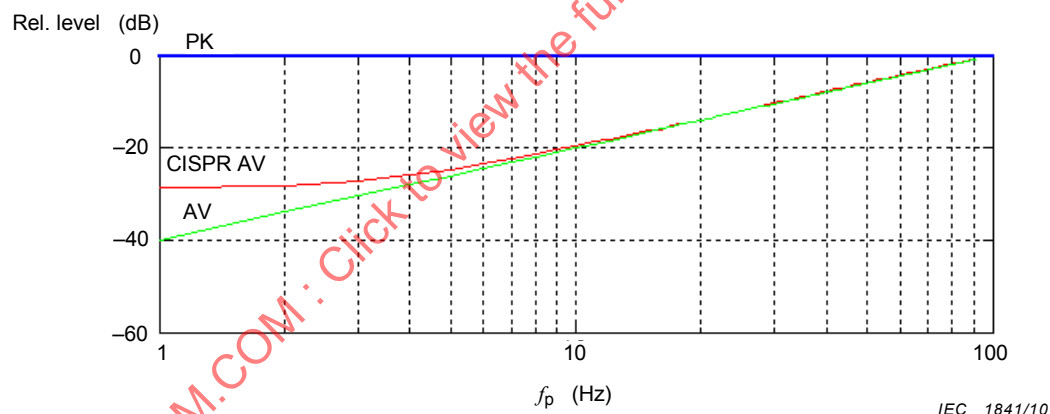


Figure C.2 – Weighting functions of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 100 ms

Figures C.1 and C.2 imply that the difference between average with peak reading (“CISPR AV”) and without peak reading (“AV”) is increasing as the pulse repetition frequency f_p decreases. Figures C.3 and C.4 show the difference for $f_p = 1$ Hz as a function of pulse width.

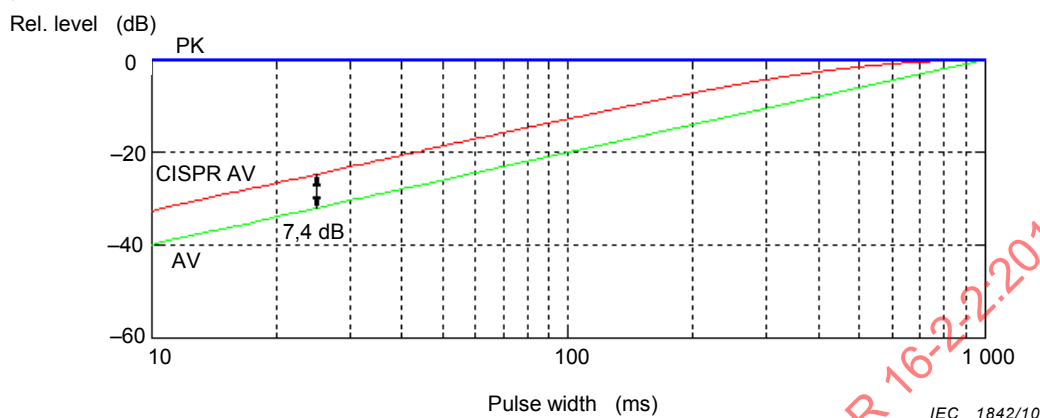


Figure C.3 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 160 ms

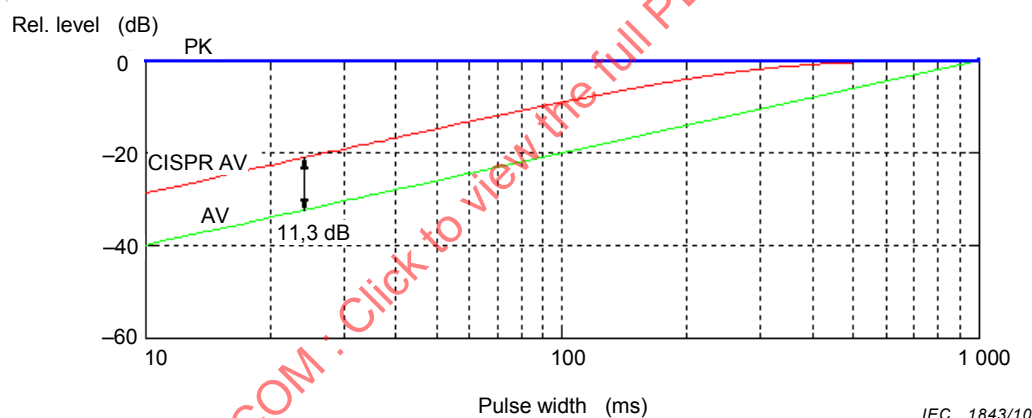


Figure C.4 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 100 ms

C.4 Recommended procedure for automated or semi-automated measurements

When measuring an EUT that does not emit slowly intermittent, unsteady or drifting narrowband disturbances, it is recommended to measure with the average detector using a video filter bandwidth of e.g. 100 Hz, i.e. a short averaging time during a prescan procedure. At frequencies where the emission is found to be close to the average limit, it is recommended to make a final measurement using a lower video filter bandwidth, i.e. a longer averaging time. For the prescan/final measurement procedure see also Clause 8 of this standard.

For slowly intermittent, unsteady or drifting narrowband disturbances, manual measurements are the preferred solution.

Annex D

(normative)

Determination of suitability of spectrum analyzers for compliance tests

The user of a spectrum analyzer shall be able to demonstrate – either through specifications from the manufacturer or by measurement - that the analyzer meets the quasi-peak detection requirements for pulse-repetition frequencies greater than 20 Hz in the frequency range of use. For the average detector the response to pulses is called out in 6.5 of CISPR 16-1-1.

Because the measurement of the pulse repetition frequency of an emission may not always be possible, a simple method to verify the validity of the quasi-peak measurement shall be applied when a spectrum analyzer is used. This method is based on a comparison of measurement results with the peak and quasi-peak detectors. From the quasi-peak weighting functions, the amplitude differences shown in Table D.1 are the results of measurements for a signal with a pulse repetition frequency of 20 Hz.

**Table D.1 – Maximum amplitude difference
between peak and quasi-peak detected signals**

Band A	Band B	Bands C and D
7 dB	13 dB	21 dB

The comparison measurement is to be made at signal frequencies that show amplitudes close to the applicable limit in quasi-peak detection. If the difference between the peak and quasi-peak detected amplitude is smaller than the value in Table D.1 the quasi-peak measurement is valid and the result obtained with a spectrum analyzer can be used to demonstrate compliance. If the amplitude difference is larger than the stated values in Table D.1 a measuring receiver that fully complies with the low-prf requirements in Clause 4 of CISPR 16-1-1 shall be used for the quasi-peak measurement instead of a spectrum analyzer. This comparison measurement requires an adequate signal-to-noise ratio to ensure proper results.

Bibliography

- [1] CISPR 13, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
- [2] CISPR 14-1:2005, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*
- [3] CISPR 16-2-1:2008, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*
- [4] CISPR 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports³*
- [5] IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*
- [6] ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*
- [7] ITU-R Recommendation BS.468-4, *Measurement of audio-frequency noise voltage level in sound broadcasting*
- [8] KWAN, H.K., *A theory of operation of the CISPR absorbing clamp*, *Proceedings of the IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium*, 1988, p. 141-143.
- [9] MEYER DE STADELHOFEN, J., *A new device for radio interference measurements at VHF: the absorbing clamp*, *Proceedings of the IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium*, 1969, p. 189-193.
- [10] WILLIAMS, T., *Calibration and use of the CISPR absorbing clamp*, *EMC Europe Symposium*, Bruges, 2000, p. 527-532.

³ A new CISPR/TR 16-3 is to be published to replace CISPR 16-3:2003 and its Amendments 1 and 2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-2-2:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	51
1 Domaine d'application	53
2 Références normatives	53
3 Termes et définitions	53
4 Types de perturbations à mesurer	58
4.1 Généralités	58
4.2 Types de perturbations	58
4.3 Fonctions de détection	58
5 Connexion du matériel de mesure	59
5.1 Généralités	59
5.2 Connexion des matériels auxiliaires	59
6 Exigences et conditions générales de mesure	59
6.1 Généralités	59
6.2 Perturbation non produite par le matériel en essai	59
6.2.1 Généralités	59
6.2.2 Essais de conformité	59
6.3 Mesure d'une perturbation continue	60
6.3.1 Perturbation continue à bande étroite	60
6.3.2 Perturbation continue à large bande	60
6.3.3 Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage	60
6.4 Conditions de fonctionnement de l'appareil en essai	60
6.4.1 Généralités	60
6.4.2 Conditions normales de charge	60
6.4.3 Durée de fonctionnement	60
6.4.4 Durée de fonctionnement préalable	60
6.4.5 Alimentation	61
6.4.6 Mode de fonctionnement	61
6.5 Interprétation des résultats de mesure	61
6.5.1 Perturbations continues	61
6.5.2 Perturbations discontinues	61
6.5.3 Mesure de la durée des perturbations	61
6.6 Durées de mesure et vitesses de balayage pour les perturbations continues	62
6.6.1 Généralités	62
6.6.2 Durées minimales de mesure	62
6.6.3 Vitesse de balayage des récepteurs à balayage et des analyseurs de spectre	63
6.6.4 Durée de balayage pour les récepteurs à accord par palier	64
6.6.5 Stratégies pour une vue d'ensemble du spectre en utilisant le détecteur de crête	64
6.6.6 Considérations temporelles concernant l'utilisation d'appareils de mesure à FFT	68
7 Mesures à l'aide d'une pince absorbante	70
7.1 Introduction à la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM)	70
7.2 Application de la méthode de mesure par pince absorbante	71
7.2.1 Généralités	71
7.2.2 Plage de fréquences	71

7.2.3	Dimensions d'un module d'un équipement en essai	71
7.2.4	Exigences relatives au LUT	71
7.3	Exigences relatives à l'instrumentation de mesure et au site d'essai	71
7.3.1	Généralités	71
7.3.2	Récepteur de mesure	72
7.3.3	Ensemble pince absorbante	72
7.3.4	Exigences relatives au site d'essai au moyen d'une pince absorbante	72
7.4	Exigences d'environnement ambiant	73
7.5	Exigences relatives aux câbles de l'appareil en essai	73
7.5.1	Généralités	73
7.5.2	Câble en essai	74
7.5.3	Câbles non soumis à l'essai	74
7.6	Exigences relatives au montage d'essai	74
7.6.1	Généralités	74
7.6.2	Montage d'essai de l'appareil en essai	74
7.6.3	Montage du câble en essai (LUT)	76
7.6.4	Pince absorbante	76
7.6.5	Câble de mesure	76
7.7	Conditions de fonctionnement de l'appareil en essai	77
7.8	Procédure de mesure	77
7.8.1	Procédure de mesure de l'environnement ambiant	77
7.8.2	Procédure de mesure de l'appareil en essai	77
7.9	Détermination de la puissance perturbatrice	78
7.10	Détermination de l'incertitude de mesure	79
7.11	Critères de conformité	79
8	Mesure automatisée des émissions	79
8.1	Précautions pour les mesures automatisées	79
8.2	Procédure générale de mesure	80
8.3	Mesures par pré-balayage	80
8.3.1	Objectif	80
8.3.2	Détermination de la durée de mesure nécessaire	80
8.3.3	Définition de la mesure de pré-balayage	81
8.4	Réduction des données	81
8.5	Maximisation des émissions et mesures finales	82
8.6	Post-traitement et rapport	82
8.7	Stratégies de la mesure d'émissions avec des appareils de mesure à FFT	82
Annexe A (informative)	Contexte historique de la méthode de mesure du pouvoir perturbateur des appareils électrodomestiques et des appareils analogues dans la gamme des ondes métriques (voir 7.1)	83
Annexe B (informative)	Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage (voir Article 6)	86
Annexe C (informative)	Durées de mesure et vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne	89
Annexe D (normative)	Détermination de l'adéquation des analyseurs de spectre à des essais de conformité	93
Bibliographie		94
Figure 1 – Mesure d'une combinaison d'un signal à ondes entretenues ("bande étroite") et d'un signal en impulsion ("large bande") en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum		65

Figure 2 – Exemple d'analyse temporelle.....	66
Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier	67
Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction « maintien du maximum » pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission.....	67
Figure 5 – Balayage de FFT en segments.....	69
Figure 6 – Résolution en fréquence améliorée au moyen d'un appareil de mesure à FFT	70
Figure 7 – Schéma de la méthode de mesure par pince absorbante.....	72
Figure 8 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai portatifs.....	75
Figure 9 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai destinés à reposer sur le sol.....	76
Figure 10 – Procédure pour la réduction du temps de mesure.....	80
Figure C.1 – Fonctions de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 160 ms	91
Figure C.2 – Fonctions de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 100 ms	91
Figure C.3 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion de 1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes ("PK") et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 160 ms	92
Figure C.4 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion de 1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes ("PK") et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 100 ms	92
Tableau 1 – Durées minimales de mesure pour les quatre bandes du CISPR.....	62
Tableau 2 – Durées minimales de balayage pour les trois bandes CISPR avec détecteurs crête et quasi-crête	62
Tableau 3 – Combinaisons d'échantillonnage pour une mesure à la pince absorbante limitée à la fréquence supérieure de 300 MHz	78
Tableau 4 – Combinaisons d'échantillonnage pour une mesure à la pince absorbante limitée à la fréquence supérieure de 1 000 MHz.....	78
Tableau B.1 – Durée minimale de balayage / vitesses de balayage les plus élevées	87
Tableau C.1 – Facteurs de suppression d'impulsion et vitesses de balayage pour une largeur de bande vidéo de 100 Hz	90
Tableau C.2 – Contrôleur de période et largeurs de bandes vidéo correspondantes et vitesses de balayages maximales correspondantes	91
Tableau D.1 – Différence d'amplitude maximale entre les signaux détectés crête et quasi-crête.....	93

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS
DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET
DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –**

**Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesure de la puissance perturbatrice**

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 16-2-2 a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, en coopération avec 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 deuxième édition annule et remplace la première édition (2003), son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2005). Elle constitue une révision technique.

Cette édition contient les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente: des dispositions relatives à l'utilisation d'analyseurs de spectre pour les

mesures de conformité (Annexe D) et l'utilisation d'appareils d'essai à FFT (Articles 3, 6 et 8) sont désormais incluses.

Elle a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de la CEI, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
CISPR/A/877/CDV	CISPR/A/896/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.

Une liste de toutes les parties de la série CISPR 16 est disponible sur le site web de la CEI sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure de la puissance perturbatrice

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 spécifie la méthode de mesure de la puissance perturbatrice, utilisant la pince absorbante, dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

NOTE Conformément au Guide 107 de la CEI, le CISPR 16-2-2 est une publication fondamentale en CEM pour l'utilisation par les comités de produit de la CEI. Comme exposé dans le Guide 107, les comités de produits sont responsables de déterminer l'applicabilité de la norme CEM. Le CISPR et ses sous-comités sont prêts pour coopérer avec des comités de produits dans la détermination de tests particuliers en CEM pour des produits spécifiques.

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).

CISPR 16-1-1:2010, *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, *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 – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

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

CEI 60050-161:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

3 Termes et définitions

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

3.1

méthode de mesure par pince absorbante

ACMM¹

méthode pour la mesure de la puissance perturbatrice d'un appareil en essai (EUT)², en utilisant une pince absorbante, qui est positionnée autour du ou des câbles de l'EUT

3.2

site d'essai au moyen d'une pince absorbante

ACTS³

site d'essai validé pour effectuer la mesure de la puissance perturbatrice en utilisant la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM)

3.3

matériel auxiliaire

transducteurs (par exemple, sondes de courant et de tension et réseaux fictifs) connectés à un récepteur de mesure ou à un générateur de signal (d'essai) et utilisés pour le transfert de signal perturbateur entre l'appareil en essai et l'appareil de mesure ou d'essai

3.4

facteur de pince

CF⁴

F_c

rapport entre la puissance perturbatrice de l'appareil en essai et la tension reçue à la sortie de la pince absorbante

NOTE Le facteur de pince est un facteur transducteur de la pince absorbante.

3.5

point de référence de la pince

CRP⁵

indication sur l'extérieur du boîtier de la pince absorbante, qui se rapporte à la position longitudinale du bord avant du transformateur de courant situé à l'intérieur de la pince et est utilisée pour définir la position horizontale de la pince pendant la mesure

3.6

câble coaxial

câble comportant une ou plusieurs lignes coaxiales, généralement utilisé pour réaliser une connexion adaptée entre un matériel auxiliaire et le matériel de mesure ou le générateur de signal (d'essai) et fournissant une impédance caractéristique spécifiée et une impédance de transfert maximale admissible spécifiée du câble

3.7

mode commun tension perturbatrice (asymétrique)

tension RF entre le point milieu fictif d'une ligne à deux conducteurs et la masse de référence, ou dans le cas d'un faisceau de lignes, la tension perturbatrice RF effective de l'ensemble du faisceau (somme vectorielle de tensions asymétriques) par rapport à la masse de référence, mesurée avec une pince (transformateur de courant) pour une impédance de terminaison définie

NOTE Voir également la CEI 60050-161, 161-04-09.

¹ ACMM = *Absorbing Clamp Measurement Method*.

² EUT = *Equipment Under Test*.

³ ACTS = *Absorbing Clamp Test Site*.

⁴ CF = *Clamp Factor*.

⁵ CRP = *Clamp Reference Point*.

3.8**courant de mode commun**

somme vectorielle des courants traversant deux ou plusieurs conducteurs à une intersection spécifiée entre ces conducteurs et un plan mathématique

3.9**perturbation continue**

perturbation RF de durée supérieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi-crête, qui ne décroît pas immédiatement

[CEI 60050-161, 161-02-11, modifié]

3.10**perturbation discontinue**

pour les claquements comptés, perturbation de durée inférieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation transitoire sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi-crête

NOTE Pour les perturbations impulsives, voir la CEI 60050-161, 161-02-08.

3.11**émission (électromagnétique)**

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur

[CEI 60050-161, 161-01-08]

3.12**limite d'émission** (d'une source perturbatrice)

valeur maximale spécifiée du niveau d'émission d'une source de perturbation électromagnétique

[CEI 60050-161, 161-03-12]

3.13**matériel en essai****EUT**

matériel (dispositifs, appareils et systèmes) soumis aux essais de conformité pour la CEM (émission)

3.14**câble en essai****LUT⁶**

câble, associé à un appareil en essai, qui est soumis à un essai d'émission ou d'immunité

NOTE En général, un appareil en essai peut avoir un ou plusieurs câbles utilisés pour le raccordement à l'alimentation ou à d'autres réseaux, ou pour l'interconnexion avec des appareils auxiliaires. Ces câbles sont en général des câbles électriques tels que des câbles d'alimentation, des câbles coaxiaux, des câbles de bus de données, etc.

3.15**mesurage**

processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur

[2.1 du Guide ISO/CEI 99 (VIM)] [6]⁷

⁶ LUT = *Lead Under Test*.

⁷ Les chiffres entre crochets réfèrent à la Bibliographie.

3.16 durée de mesure et de balayage

3.16.1 durée de mesure

T_m
durée effective et cohérente pour obtenir un résultat de mesure à une fréquence unique (dans certains domaines, appelé également temps de palier)

- pour le détecteur de crête, la durée effective pour détecter le maximum de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de quasi-crête, la durée effective pour mesurer le maximum de l'enveloppe pondérée,
- pour le détecteur de valeur moyenne, la durée effective pour effectuer la moyenne de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de valeur efficace, la durée effective pour déterminer la valeur efficace de l'enveloppe du signal

3.16.2 durée d'observation

T_o
somme des durées de mesure T_m à une certaine fréquence dans le cas de balayages multiples; si n est le nombre de balayages, alors $T_o = n \times T_m$

3.16.3 balayage (1)

variation continue ou par pas de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

3.16.4 intervalle

Δf
différence entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée d'un balayage

3.16.5 balayage (2)

variation continue de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

3.16.6 vitesse de balayage

intervalle de fréquence divisé par la durée de balayage

3.16.7 durée de balayage

T_s
durée d'un balayage compris entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée

3.16.8 durée d'observation totale

T_{tot}
durée effective pour une vue d'ensemble du spectre (soit en balayage simple soit en balayages multiples). Si c est le nombre de canaux dans un balayage, alors $T_{tot} = c \times n \times T_m$

3.17 récepteur de mesure

appareil de mesure tel qu'un voltmètre sélectif, un récepteur de perturbations électromagnétiques, un analyseur de spectre ou un appareil de mesure à FFT, avec ou sans présélection, satisfaisant les articles appropriés de la CISPR 16-1-1

NOTE Voir Annexe I du CISPR 16-1-1 pour plus d'information.

3.18

nombre de balayages par unité de temps (par exemple, par seconde)

$$\frac{n_s}{1/(\text{durée de balayage} + \text{durée du retour})}$$

3.19

publication produit

publication spécifiant des exigences de CEM pour un produit ou une famille de produits et prenant en compte les aspects spécifiques de ce produit ou de cette famille de produits

3.20

point de référence de la glissière

SRP⁸

extrémité de la glissière de pince où est situé l'appareil en essai, et est utilisé pour définir la distance horizontale jusqu'au point de référence de pince (CRP) de la pince absorbante pendant la procédure de mesure

3.21

essai

opération technique qui consiste à déterminer une ou plusieurs caractéristiques d'un produit, processus ou service donné, selon un mode opératoire spécifié

NOTE Un essai est destiné à mesurer ou à classer une caractéristique ou une propriété d'une entité en appliquant à celle-ci un ensemble d'exigences et de conditions d'environnement et de fonctionnement.

[CEI 60050-151, 151-16-13] [5]

3.22

configuration d'essai

disposition de mesure spécifiée pour le matériel en essai permettant la mesure d'un niveau d'émission

3.23

pondération (par exemple, d'une perturbation impulsive)

conversion (principalement réduction) dépendant de la fréquence de répétition des impulsions (PRF) d'un niveau de tension impulsives de crête en une indication correspondant à l'effet de l'interférence sur la réception radio

NOTE 1 Pour le récepteur analogique, la gêne psychophysique de l'interférence est une valeur subjective (habituellement acoustique ou visuelle, et non un certain nombre d'incompréhensions d'un texte parlé).

NOTE 2 Pour le récepteur numérique, l'effet de l'interférence est une quantité objective pouvant être définie par le taux d'erreur critique sur les bits (BER) ou la probabilité d'erreur sur les bits (BEP) pour lequel une correction d'erreur parfaite peut toujours s'effectuer au moyen d'un autre paramètre objectif et reproductible.

3.23.1

mesure pondérée d'une perturbation

mesure d'une perturbation à l'aide d'un détecteur à pondération

3.23.2

caractéristique de pondération

niveau de tension crête en fonction de la PRF donnant un effet constant sur un système de radiocommunication spécifique, c'est-à-dire, la perturbation étant pondérée par le système de radiocommunication lui-même

3.23.3

détecteur à pondération

détecteur fournissant une fonction de pondération admise

⁸ SRP = Slide Reference Point.

3.23.4

facteur de pondération

valeur de la fonction de pondération relative à une PRF de référence ou relative à la valeur crête

NOTE Le facteur de pondération est exprimé en décibels.

3.23.5

fonction de pondération

courbe de pondération

relation entre le niveau de tension crête d'entrée et la PRF donnant une indication de niveau constant d'un récepteur de mesure avec un détecteur pondéré, c'est-à-dire, la courbe de réponse d'un récepteur de mesure pour des impulsions répétées

4 Types de perturbations à mesurer

4.1 Généralités

Le présent article décrit la classification des différents types de perturbations et les détecteurs adaptés à leur mesure.

4.2 Types de perturbations

Pour des raisons physiques et psychophysiques dépendantes de la distribution spectrale, de la largeur de bande du récepteur de mesure, de la durée, du rythme d'apparition et du degré de nuisance lors de l'estimation et de la mesure des perturbations radioélectriques, on effectue une distinction entre les types de perturbations suivants:

- a) *perturbations continues à bande étroite*, c'est-à-dire des perturbations sur des fréquences discrètes, comme par exemple les composantes fondamentales et les harmoniques produites par génération intentionnelle d'énergie RF dans les matériels ISM, constituant un spectre de fréquences composé uniquement de raies spectrales individuelles dont la séparation est supérieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière qu'une seule raie s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure, par opposition à b);
- b) *perturbations continues à large bande*, normalement produites non intentionnellement par les impulsions répétées, par exemple de moteurs à collecteur, et présentant une fréquence de répétition inférieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière que plus d'une raie spectrale s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure; et
- c) *perturbations discontinues à large bande* produites également non intentionnellement par des commutations mécaniques ou électroniques, comme par exemple les thermostats ou programmeurs avec un taux de répétition inférieur à 1 Hz (taux de claquement inférieur à 30 par min).

Les spectres de fréquences de b) et c) se caractérisent par un spectre continu, dans le cas d'impulsions individuelles (uniques), et par un spectre discontinu, dans le cas d'impulsions répétées, les deux spectres étant caractérisés par une bande de fréquences plus large que celle du récepteur de mesure spécifié dans la CISPR 16-1-1.

4.3 Fonctions de détection

En fonction du type de perturbation, il est possible d'effectuer les mesures au moyen d'un récepteur équipé des détecteurs suivants:

- a) détecteur de valeur moyenne utilisé généralement pour la mesure des perturbations à bande étroite et des signaux, en particulier pour différencier les perturbations à bande étroite des perturbations à large bande;

- b) détecteur de quasi-crête utilisé pour la mesure pondérée des perturbations à large bande permettant l'évaluation des nuisances audibles pour un auditeur radiophonique, mais également des perturbations à bande étroite;
- c) détecteur de valeur efficace utilisé pour la mesure pondérée des perturbations à large bande pour l'évaluation de l'effet des perturbations impulsionnelles sur des services de radiocommunication numérique, mais également des perturbations à bande étroite;
- d) détecteur de crête susceptible d'être utilisé pour la mesure des perturbations soit à large bande, soit à bande étroite.

Les récepteurs de mesure comportant ces détecteurs sont spécifiés dans la CISPR 16-1-1.

5 Connexion du matériel de mesure

5.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit la connexion du matériel de mesure, des récepteurs de mesure et des matériels auxiliaires.

5.2 Connexion des matériels auxiliaires

Le câble de connexion entre le récepteur de mesure et le matériel auxiliaire (pince absorbante) doit être blindé et son impédance caractéristique doit être adaptée à l'impédance d'entrée du récepteur de mesure.

6 Exigences et conditions générales de mesure

6.1 Généralités

La mesure de perturbations radioélectriques doit être:

- a) reproductible, c'est-à-dire indépendante de son emplacement et de l'environnement, spécialement du bruit ambiant;
- b) dénuée d'interactions, c'est-à-dire que la connexion du matériel en essai au matériel de mesure ne doit influencer ni le fonctionnement du matériel en essai ni la précision du matériel de mesure.

Ces exigences sont susceptibles d'être satisfaites si l'on observe les conditions suivantes:

- existence d'un rapport signal-bruit suffisant au niveau de mesure souhaité, par exemple au niveau de la limite de perturbation appropriée;
- définition de l'installation de mesure, des conditions de raccordement et de fonctionnement du matériel en essai.

6.2 Perturbation non produite par le matériel en essai

6.2.1 Généralités

Le rapport signal/bruit de mesure, par rapport aux conditions ambiantes, doit satisfaire aux exigences suivantes. Si le bruit ambiant dépasse le niveau requis, ceci doit être enregistré dans le rapport d'essai.

6.2.2 Essais de conformité

Un site d'essai doit permettre de distinguer les émissions du matériel en essai du bruit ambiant. Il convient que le bruit ambiant soit de préférence de 20 dB, mais au moins de 6 dB inférieur au niveau de mesure souhaité. Pour la condition de 6 dB, le niveau de perturbation apparent venant du matériel en essai est augmenté d'une valeur pouvant atteindre 3,5 dB. Il est possible de déterminer l'aptitude du site au niveau ambiant requis en effectuant une

mesure du niveau de bruit ambiant avec le matériel en essai en place mais hors fonctionnement.

Dans le cas de mesure de conformité par rapport à une limite, le niveau de bruit ambiant est autorisé à dépasser le niveau –6 dB recommandé, à condition que les niveaux combinés de bruit ambiant et d'émission de la source ne dépassent pas la limite spécifiée. On considère alors que le matériel en essai satisfait à la limite. D'autres opérations peuvent également être effectuées; par exemple diminuer la largeur de bande pour les signaux à bande étroite.

6.3 Mesure d'une perturbation continue

6.3.1 Perturbation continue à bande étroite

Le réglage du matériel de mesure doit être maintenu sur la fréquence discrète examinée et modifié si la fréquence fluctue.

6.3.2 Perturbation continue à large bande

Pour estimer une perturbation continue à large bande dont le niveau n'est pas stable, on doit identifier la valeur maximale reproductible de la mesure. Voir 6.5.1 pour plus de détails.

6.3.3 Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage

Les analyseurs de spectre et les récepteurs à balayage sont utiles pour mesurer les perturbations, particulièrement afin de réduire la durée de mesure. Il faut cependant accorder une attention particulière à certaines caractéristiques de ces instruments, notamment: la surcharge, la linéarité, la sélectivité, la réponse normale aux impulsions, la vitesse de balayage en fréquences, l'interception du signal, la sensibilité, la précision en amplitude et la détection de crête, de valeur moyenne, de valeur efficace et de quasi-crête. Ces caractéristiques sont détaillées à l'Annexe B.

6.4 Conditions de fonctionnement de l'appareil en essai

6.4.1 Généralités

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions suivantes.

6.4.2 Conditions normales de charge

Les conditions normales de charge doivent être celles définies dans la spécification produit correspondant au matériel en essai; pour les matériels en essai qui ne sont pas couverts, elles doivent correspondre aux instructions du fabricant.

6.4.3 Durée de fonctionnement

La durée de fonctionnement, dans le cas des matériels en essai à durée de fonctionnement assignée donnée, doit être conforme au marquage; dans tous les autres cas, la durée n'est pas limitée.

6.4.4 Durée de fonctionnement préalable

Aucune durée de fonctionnement préalable particulière n'est spécifiée mais, avant d'effectuer les mesures, le matériel en essai doit avoir fonctionné pendant une durée suffisante pour que ses modes et conditions de fonctionnement soient représentatifs de ceux qui se présentent au cours de la vie normale du matériel. Pour certains matériels, il est possible que des conditions d'essai spéciales soient prescrites dans les publications applicables.

6.4.5 Alimentation

Le matériel en essai doit être alimenté à sa tension assignée. Si le niveau de perturbation varie considérablement avec la tension d'alimentation, les mesures doivent être répétées pour des tensions d'alimentation sur la plage comprise entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée. Les matériels prévus pour plusieurs tensions assignées doivent être mesurés à la tension assignée qui provoque la perturbation maximale.

6.4.6 Mode de fonctionnement

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions pratiques qui provoquent la perturbation maximale à la fréquence de mesure.

6.5 Interprétation des résultats de mesure

6.5.1 Perturbations continues

- a) Si le niveau de perturbations n'est pas stable, la lecture sur le récepteur de mesure est observée pendant au moins 15 s pour chaque mesure; les indications les plus élevées doivent être enregistrées, à l'exception de tout claquement isolé qui doit être ignoré (voir 4.2 de la CISPR 14-1 [2]).
- b) Si le niveau général de perturbations n'est pas stable mais présente une augmentation ou une diminution continue supérieure à 2 dB pendant une période de 15 s, alors les niveaux de tension perturbatrice doivent être observés pendant une période plus longue et doivent être interprétés en fonction des conditions normales d'utilisation du matériel en essai, comme suit:
 - 1) si le matériel en essai est susceptible d'être allumé ou éteint fréquemment ou si le sens de la rotation peut être inversé, il convient alors, à chaque fréquence de mesure, d'allumer ou d'inverser le matériel en essai juste avant chaque mesure, puis de l'éteindre juste après. Le niveau maximal obtenu durant la première minute, à chaque fréquence de mesure, doit être enregistré;
 - 2) si le matériel en essai est habituellement utilisé pendant de plus longues durées, il convient alors de le laisser allumé pendant toute la durée de l'essai; on doit enregistrer, à chaque fréquence, le niveau de perturbations mais seulement après avoir obtenu une lecture stable [soumise aux dispositions de a)].
- c) Si la nature des perturbations du matériel en essai passe d'un caractère stable à un caractère aléatoire au cours d'un essai, le matériel en essai doit alors être soumis à des essais conformément à b).
- d) Les mesures sont effectuées sur le spectre complet et enregistrées au moins à la fréquence qui offre la lecture la plus grande, comme requis dans la publication CISPR appropriée.

6.5.2 Perturbations discontinues

Il n'y a actuellement aucune exigence pour la mesure de la puissance perturbatrice en cas de perturbations discontinues.

6.5.3 Mesure de la durée des perturbations

La durée d'une perturbation doit être connue pour la mesurer correctement et pour déterminer si elle est discontinue. La durée d'une perturbation peut être mesurée selon l'une des manières suivantes:

- en connectant un oscilloscope à la sortie IF (fréquence intermédiaire) d'un récepteur de mesure pour pouvoir surveiller la perturbation dans le domaine temporel;
- en syntonisant un récepteur de perturbations électromagnétiques ou un analyseur de spectre sur la fréquence de la perturbation sans balayage de fréquence (c'est-à-dire, en mode « intervalle nul ») pour pouvoir surveiller la perturbation dans le domaine temporel; ou

- en utilisant la sortie dans le domaine temporel d'un récepteur de mesure à FFT.

On peut trouver en 8.3 des indications sur la détermination du temps de mesure approprié.

6.6 Durées de mesure et vitesses de balayage pour les perturbations continues

6.6.1 Généralités

Pour les mesures manuelles et pour les mesures automatiques ou semi-automatiques, les durées de mesure et les vitesses de balayage des récepteurs de mesure et des récepteurs à balayage doivent être réglées afin de mesurer l'émission maximale. Spécialement, lorsqu'un détecteur de crête est utilisé pour un pré-balayage, les durées de mesure et les vitesses de balayage doivent prendre en compte le rythme de l'émission à mesurer. On peut trouver à l'Article 8 des informations plus détaillées sur l'exécution des mesures automatiques.

6.6.2 Durées minimales de mesure

Les durées minimales (de maintien) de mesure sont indiquées dans le Tableau 1. Les durées minimales (de maintien) de mesure pour les récepteurs à balayage et les instruments de mesure à FFT du Tableau 1 et les durées de balayage pour les analyseurs de spectre du Tableau 2 s'appliquent à des signaux en ondes entretenues (CW). Les temps de balayages minimaux du Tableau 2 ont été définis pour exécuter des mesures dans la bande du CISPR entière.

Tableau 1 – Durées minimales de mesure pour les quatre bandes du CISPR

Bande de fréquence		Durées minimales de mesure T_m
A	9 kHz à 150 kHz	10,00 ms
B	0,15 MHz à 30 MHz	0,50 ms
C et D	30 MHz à 1 000 MHz	0,06 ms
E	1 GHz à 18 GHz	0,01 ms

Tableau 2 – Durées minimales de balayage pour les trois bandes CISPR avec détecteurs crête et quasi-crête

Bande de fréquence		Durée de balayage T_s pour une détection crête	Durée de balayage T_s pour une détection quasi-crête
A	9 kHz à 150 kHz	14,1 s	2 820 s = 47 min
B	0,15 MHz à 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C et D	30 MHz à 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

En fonction du type de perturbation, on peut avoir à augmenter la durée de balayage, même pour des mesures quasi-crête. Dans des cas extrêmes le temps de mesure T_m à une certaine fréquence peut devoir être augmenté à 15 s, si le niveau de l'émission observée n'est pas stable (voir 6.5.1). Toutefois les claquements isolés sont exclus.

Les durées de mesure et les vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne sont indiquées à l'Annexe C.

La plupart des normes de produits font appel à la détection quasi-crête pour les mesures de conformité, ce qui prend beaucoup de temps si aucune procédure de réduction de la durée de mesure n'est appliquée (voir Article 8). Avant qu'une procédure de réduction de la durée de mesure ne soit appliquée, l'émission doit être détectée par un pré-balayage. Afin d'éviter que, par exemple, des signaux intermittents ne soient oubliés pendant un balayage automatique, les considérations de 6.6.3 à 6.6.5 doivent être prises en compte.

6.6.3 Vitesse de balayage des récepteurs à balayage et des analyseurs de spectre

Il est nécessaire qu'une des deux conditions suivantes soit remplie pour s'assurer que des signaux ne soient pas oubliés pendant le balayage automatique sur les intervalles de fréquences:

- a) pour un balayage unique: la durée de mesure à chaque fréquence doit être supérieure aux intervalles entre impulsions pour les signaux intermittents; ou
- b) pour des balayages multiples avec maintien du maximum: il convient que la durée d'observation à chaque fréquence soit suffisante pour intercepter des signaux intermittents.

La vitesse de balayage en fréquences est limitée par la largeur de bande de résolution de l'instrument et le réglage de la largeur de bande vidéo. Si la vitesse de balayage choisie est trop rapide pour un état donné de l'instrument, on obtiendra des résultats de mesure erronés. En conséquence, il est nécessaire de choisir une durée de balayage suffisamment longue pour l'intervalle de fréquences considéré. Les signaux intermittents peuvent être interceptés soit par un simple balayage avec une durée d'observation suffisamment longue à chaque fréquence, soit par des balayages multiples avec maintien du maximum. Généralement pour une vue d'ensemble d'émissions inconnues, la seconde solution sera particulièrement efficace: tant que l'affichage du spectre se modifie, il peut exister encore des signaux intermittents à découvrir. La durée d'observation doit être choisie en fonction de la périodicité avec laquelle les signaux perturbateurs apparaissent. Dans certains cas, une modification de la vitesse de balayage peut s'avérer nécessaire pour éviter des effets de synchronisation.

Lorsque l'on détermine la durée minimale de balayage pour les mesures avec un analyseur de spectre ou un récepteur à balayage, sur la base d'un réglage donné de l'instrument et en utilisant une détection de crête, on doit considérer deux différents cas. Si la largeur de bande vidéo choisie est *plus large* que la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée minimale de balayage:

$$T_{s \min} = \frac{k \Delta f}{B_{\text{res}}^2} \quad (1)$$

où

$T_{s \min}$ est la durée minimale de balayage;

Δf est l'intervalle de fréquence;

B_{res} est la largeur de bande de résolution; et

k est la constante de proportionnalité, relative à la forme du filtre de résolution; cette constante a une valeur estimée entre 2 et 3 pour des filtres à accord synchrone, pratiquement gaussien. Pour des filtres pratiquement rectangulaires, à accord décalé, k a une valeur entre 10 et 15.

Si la largeur de bande vidéo choisie est inférieure ou égale à la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée minimale de balayage:

$$T_{s \min} = \frac{k \Delta f}{B_{\text{res}} B_{\text{video}}} \quad (2)$$

où B_{video} est la largeur de bande vidéo.

La plupart des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage règlent automatiquement la durée de balayage en fonction de l'intervalle de fréquences choisi et des réglages de largeurs de bande. La durée de balayage est réglée pour maintenir un affichage étalonné. La sélection

automatique de la durée de balayage peut être annulée si des durées d'observation plus longues sont nécessaires, par exemple pour intercepter des signaux à variation lente.

De plus, pour les balayages répétitifs, le nombre de balayages par seconde est déterminé par la durée de balayage $T_{s \min}$ et la durée du retour (temps nécessaire pour faire revenir l'oscillateur local et pour enregistrer les résultats de mesure, etc.).

6.6.4 Durée de balayage pour les récepteurs à accord par palier

Les récepteurs à accord par palier sont accordés successivement sur des fréquences ponctuelles en utilisant des largeurs de pas prédéfinies. Tout en couvrant la gamme de fréquences concernée par pas de fréquence, une durée minimale de maintien à chaque fréquence est nécessaire pour que l'instrument mesure de façon précise le signal d'entrée.

Pour la mesure réelle, il est nécessaire d'avoir un pas de fréquence d'environ 50 % ou moins de la largeur de bande de résolution utilisée (en fonction de la forme du filtre de résolution) pour réduire les incertitudes de mesure dues à la largeur du pas pour les signaux à bande étroite. Avec ces hypothèses, la durée de balayage $T_{s \min}$ pour un récepteur à accord par palier peut être calculée en utilisant l'équation ci-dessous:

$$T_{s \min} = T_{m \min} \frac{\Delta f}{B_{\text{res}} \times 0,5} \quad (3)$$

où $T_{m \min}$ est la durée minimale (de maintien) de mesure à chaque fréquence.

En plus de la durée de mesure, il faut prendre en compte la durée nécessaire au synthétiseur pour passer à la fréquence suivante et au logiciel pour enregistrer le résultat de mesure, ce qui est réalisé automatiquement dans la plupart des récepteurs de telle sorte que la durée de mesure choisie est la durée réelle pour obtenir le résultat de mesure. De plus, le détecteur choisi, par exemple crête ou quasi-crête, détermine également cette durée.

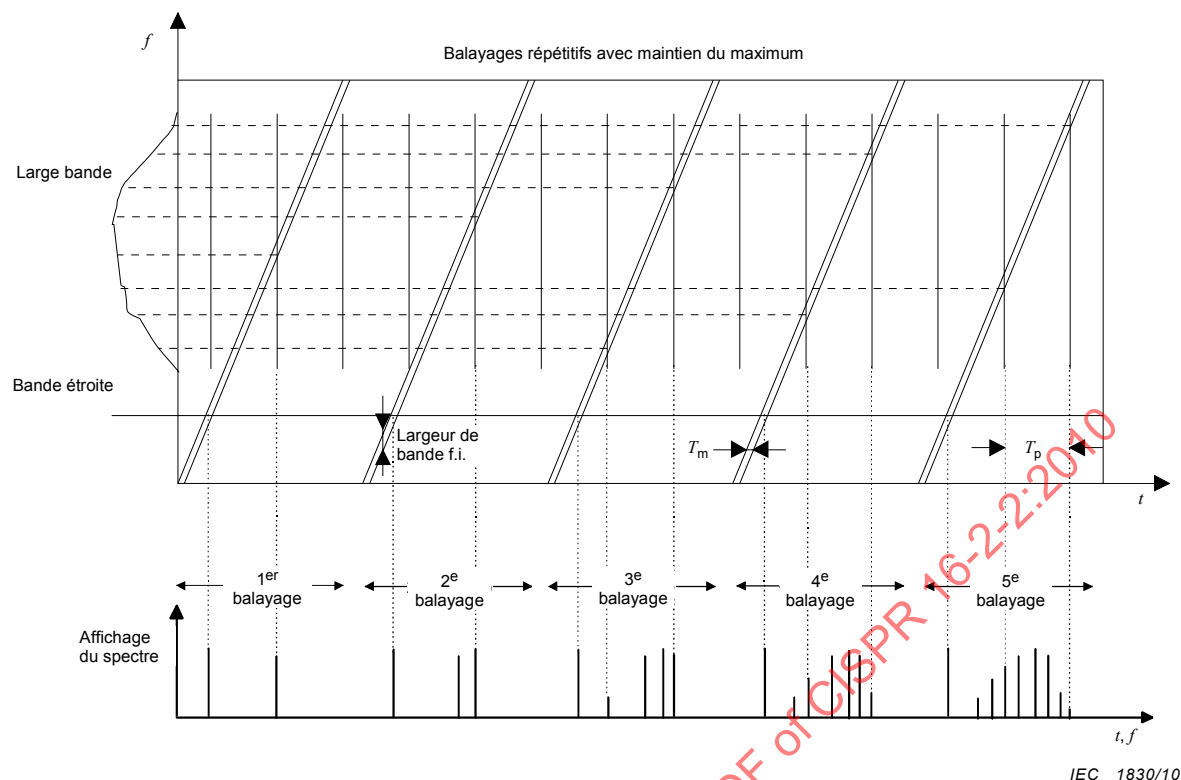
Pour des émissions purement à large bande, on peut augmenter le pas de fréquence. Dans ce cas l'objectif est de trouver uniquement les maxima du spectre d'émission.

6.6.5 Stratégies pour une vue d'ensemble du spectre en utilisant le détecteur de crête

Pour chaque mesure par pré-balayage, la probabilité d'intercepter toutes les composantes spectrales critiques du spectre de l'appareil en essai doit être de 100 % ou aussi proche que possible de 100 %. En fonction du type de récepteur de mesure et des caractéristiques de la perturbation, qui peut contenir des éléments à bande étroite et à large bande, deux approches générales sont proposées:

- balayage par pas: la durée (de maintien) de la mesure doit être assez longue à chaque fréquence pour mesurer la crête du signal, par exemple pour un signal impulsif il convient que la durée (de maintien) de la mesure soit supérieure à l'inverse de la fréquence de répétition du signal.
- balayage continu: la durée de mesure doit être supérieure aux intervalles entre les signaux intermittents (balayage unique) et il convient de rendre maximal le nombre de balayage en fréquence pendant la durée d'observation pour augmenter la probabilité d'interception du signal.

Les Figures 1, 2 et 3 montrent des exemples de la relation entre différents spectres d'émission variant dans le temps et les affichages correspondant sur le récepteur de mesure. Dans chaque cas la partie supérieure de la figure montre la position de la largeur de bande du récepteur selon qu'il balaye le spectre en continu ou par pas.

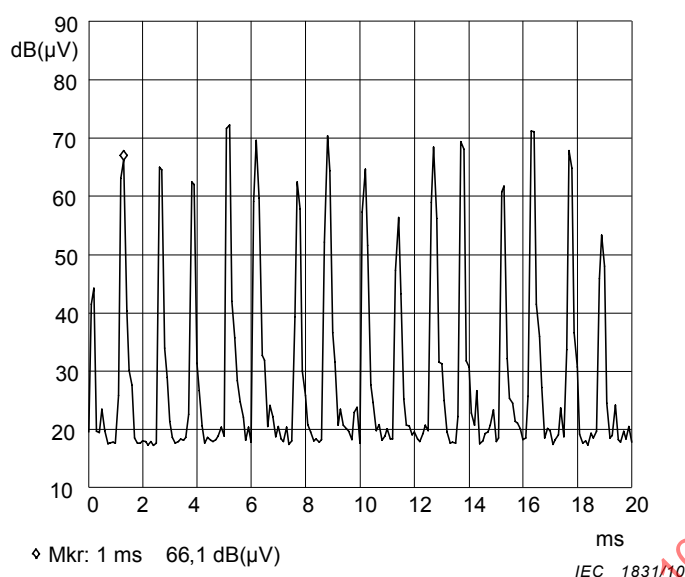


T_p est l'intervalle de répétition de l'impulsion d'un signal en impulsion. Une impulsion se produit à chaque ligne verticale en fonction de l'échelle de temps de l'affichage (partie supérieure de la figure).

Figure 1 – Mesure d'une combinaison d'un signal à ondes entretenues ("bande étroite") et d'un signal en impulsion ("large bande") en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum

Si le type d'émission est inconnu, des balayages multiples avec une durée de balayage aussi courte que possible et une détection de crête permettent de déterminer l'enveloppe du spectre. Un balayage unique court est suffisant pour mesurer le contenu d'un signal à bande étroite permanent dans le spectre d'un appareil en essai. Pour les signaux permanents à large bande et les signaux intermittents à bande étroite, des balayages multiples à différentes vitesses de balayage en utilisant la fonction « maintien du maximum » peuvent être nécessaires pour déterminer l'enveloppe du spectre. Pour des signaux en impulsion à faible répétition, il est nécessaire d'effectuer de nombreux balayages pour remplir l'enveloppe du spectre de la composante à large bande.

La réduction de la durée de mesure demande une analyse temporelle des signaux à mesurer. Ceci peut être effectué soit avec un récepteur de mesure qui fournit un affichage graphique du signal, utilisé en mode intervalle nul ou en utilisant un oscilloscope branché à la sortie FI ou vidéo du récepteur comme il est montré par exemple à la Figure 2.



Perturbation d'un moteur à collecteur à courant continu: compte-tenu du nombre de segments du collecteur, la fréquence de répétition des impulsions est élevée (environ 800 Hz) et l'amplitude des impulsions varie significativement. En conséquence, pour cet exemple, la durée (de maintien) de la mesure recommandée avec un détecteur crête est supérieure à 10 ms.

Figure 2 – Exemple d'analyse temporelle

De cette façon les durées des impulsions et leurs fréquences de répétition peuvent être déterminées et la vitesse de balayage ou les temps de maintien choisis en conséquence.

- pour les perturbations *continues non modulées à bande étroite* la durée de balayage la plus courte possible pour les réglages choisis de l'instrument peut être utilisée;
- pour les perturbations purement continues à large bande, par exemple pour des moteurs à allumage commandés, pour des appareils de soudage à l'arc et pour des moteurs à collecteur, un balayage par pas (avec une détection de crête ou même de quasi-crête) peut être utilisé pour un échantillonnage du spectre d'émission. Dans ce cas la connaissance du type de perturbation est utilisée pour dessiner une courbe en lignes brisée représentant l'enveloppe du spectre (voir Figure 3). La largeur du pas doit être choisie de sorte qu'aucune variation significative de l'enveloppe du spectre ne soit oubliée. Une mesure par balayage unique, si elle est effectuée suffisamment lentement, donne également l'enveloppe du spectre;
- pour les perturbations intermittentes à bande étroite de fréquences inconnues, on peut utiliser soit des balayages courts et rapides avec la fonction « maintien du maximum » (voir Figure 4) soit un balayage lent. Une analyse temporelle peut être nécessaire avant la mesure réelle pour s'assurer d'une interception correcte du signal.

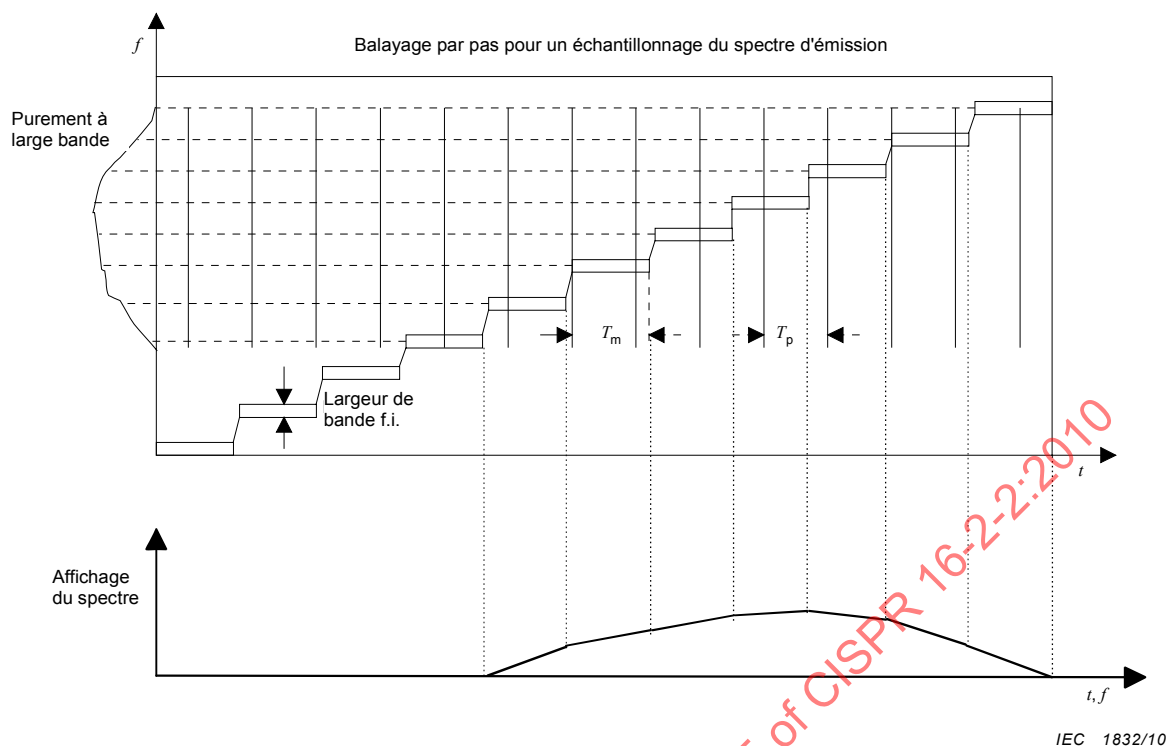
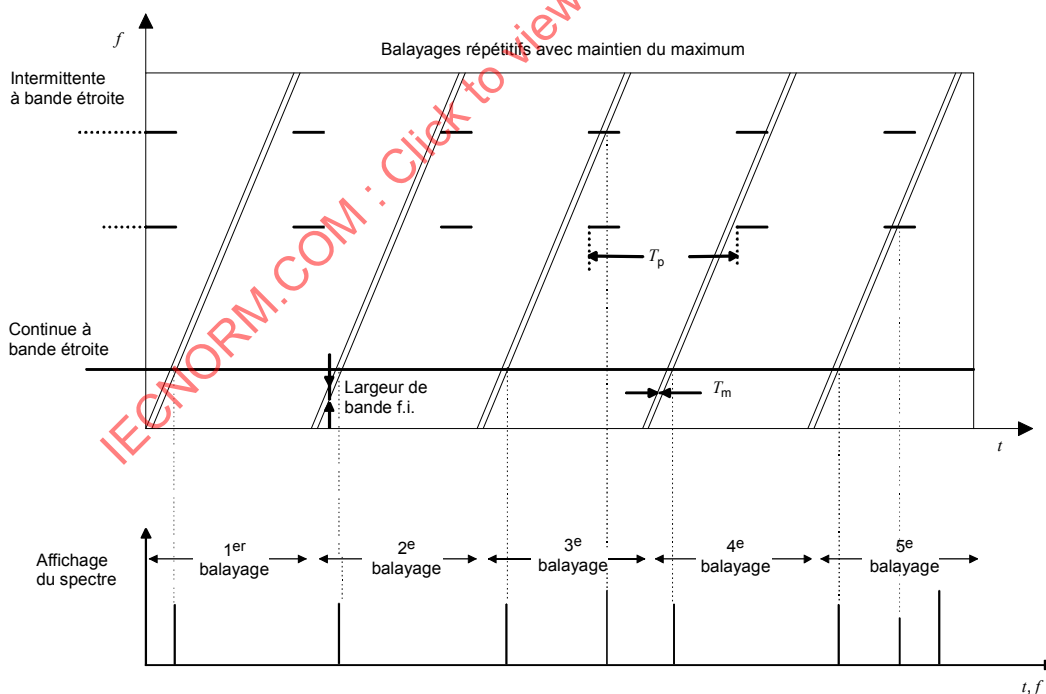


Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier

Il convient que la durée (de maintien) de la mesure T_m soit supérieure à l'intervalle de répétition des impulsions T_p , qui est l'inverse de la fréquence de répétition des impulsions.



NOTE Dans l'exemple ci-dessus, cinq balayages sont nécessaires pour faire apparaître toutes les composantes spectrales. Il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de balayages nécessaires ou la durée de balayage, en fonction de la durée des impulsions ou de leur intervalle de répétition.

Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction « maintien du maximum » pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission

Les perturbations *intermittentes à large bande* doivent être mesurées avec les procédures d'analyse des perturbations discontinues, comme décrites dans la CISPR 16-1-1.

6.6.6 Considérations temporelles concernant l'utilisation d'appareils de mesure à FFT

Les appareils de mesure à FFT peuvent associer le calcul parallèle à N fréquences et un balayage par pas. Dans ce but, la plage de fréquences d'intérêt est subdivisée en un certain nombre de segments N_{seg} qui sont balayés en séquence. Le mode opératoire est représenté sur la Figure 5 pour trois segments. La durée totale de balayage pour la plage de fréquences d'intérêt T_{balayage} est calculée de la manière suivante:

$$T_{\text{balayage}} = T_m N_{\text{seg}} \quad (4)$$

où

T_m est la durée de mesure pour chaque segment, et

N_{seg} est le nombre de segments.

Les appareils de mesure à FFT peuvent également utiliser des méthodes pour améliorer la résolution en fréquence sur une plage de fréquences donnée. Un appareil de mesure à FFT a généralement un pas de fréquence fixe $f_{\text{pas FFT}}$ qui est déterminé par le nombre de fréquences de la FFT. On obtient une résolution en fréquence accrue en effectuant des calculs répétés sur une plage de fréquences donnée. Pour chaque calcul répété, la fréquence la plus basse est incrémentée d'une fréquence ayant un rapport de pas de $f_{\text{pas final}}$.

Ainsi, le premier calcul sur la plage de fréquences donnée utilise les fréquences suivantes:

$$\begin{aligned} &f_{\text{min}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{pas FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + 2f_{\text{pas FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + 3f_{\text{pas FFT}} \dots \end{aligned}$$

Le deuxième calcul sur la plage de fréquences donnée utilise les fréquences suivantes:

$$\begin{aligned} &f_{\text{min}} + f_{\text{pas final}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{pas final}} + f_{\text{pas FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{pas final}} + 2f_{\text{pas FFT}}, \\ &f_{\text{min}} + f_{\text{pas final}} + 3f_{\text{pas FFT}} \dots \end{aligned}$$

Ce mode opératoire, appliqué à un rapport de pas de 3, est représenté sur la Figure 6. La durée de balayage T_{balayage} est calculée de la manière suivante:

$$T_{\text{balayage}} = T_m \frac{f_{\text{pas FFT}}}{f_{\text{pas final}}} \quad (5)$$

où

T_m est la durée de mesure et

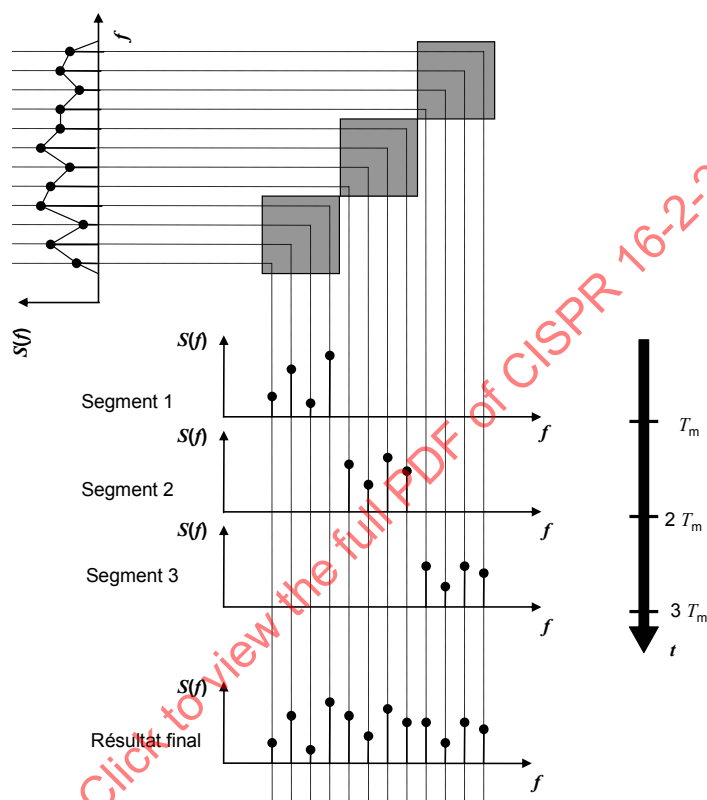
$\frac{f_{\text{pas FFT}}}{f_{\text{pas final}}}$ est le rapport de pas.

Pour un système associant les deux méthodes, la durée de balayage T_{balayage} est calculée de la manière suivante:

$$T_{\text{balayage}} = T_m N_{\text{seg}} \frac{f_{\text{pas FFT}}}{f_{\text{pas final}}} \quad (6)$$

NOTE 1 Les appareils de mesure à FFT peuvent combiner les deux méthodes, le balayage par pas ainsi qu'une méthode d'amélioration de la résolution en fréquence.

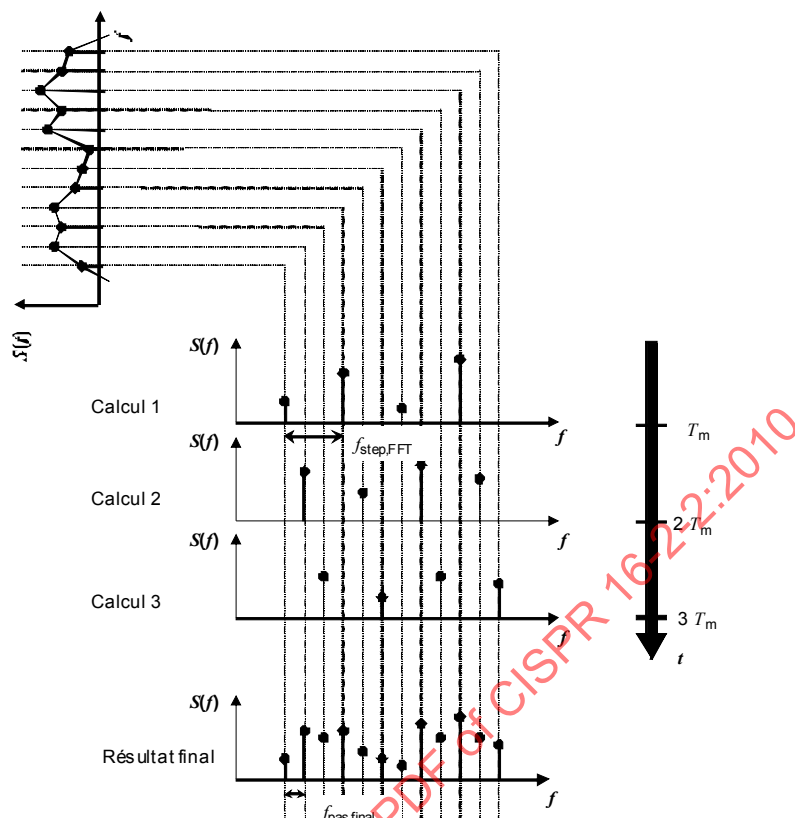
NOTE 2 Des informations de contexte supplémentaires sont en préparation pour la CISPR 16-3⁹ [4].



IEC 1834/10

Figure 5 – Balayage de FFT en segments

⁹ Un nouveau CISPR/TR 16-3 est à publier pour remplacer le CISPR 16-3:2003 et ses Amendements 1 et 2.



IEC 1835/10

Figure 6 – Résolution en fréquence améliorée au moyen d'un appareil de mesure à FFT

7 Mesures à l'aide d'une pince absorbante

7.1 Introduction à la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM)

Pour les petits appareils en essai raccordés uniquement par un cordon d'alimentation ou un autre type de câble, la méthode de mesure par pince absorbante (ACMM) offre une alternative à la méthode de mesure des émissions rayonnées. L'ACMM détermine la puissance perturbatrice en utilisant une pince absorbante. Les avantages de l'ACMM par rapport à l'essai d'émission rayonnée sont principalement la réduction de la durée de mesure et la réduction du coût du site d'essai.

L'ACMM se base sur la reconnaissance du fait que les émissions rayonnées provenant d'appareils de faible puissance électrique (voir 7.2.3) peuvent essentiellement être attribuées aux courants de mode commun circulant par exemple dans le cordon d'alimentation fixé à l'appareil. Le pouvoir perturbateur d'un appareil en essai ayant un câble externe peut être assimilé à la puissance qu'il pourrait fournir au câble se comportant comme une antenne rayonnante. Cette puissance est supposée être presque équivalente à celle fournie par l'appareil en essai à la pince absorbante placée autour du câble en essai (LUT) à l'endroit où le courant de mode commun mesuré est maximal. Il n'existe pas de modèle exact de l'ACMM. Cela rend difficiles les considérations d'incertitude et la comparaison entre la méthode de mesure des émissions rayonnées et l'ACMM. Le contexte historique de la pince absorbante est décrit en détail à l'Annexe A.

Le présent article établit les exigences générales relatives à la mesure de la puissance perturbatrice produite au niveau des câbles d'un appareil en essai. Pour des produits spécifiques, des procédures de mesure et des conditions de mise en œuvre plus spécifiques peuvent être nécessaires. Les limitations de l'ACMM sont indiquées en 7.2. Les méthodes d'étalonnage et de validation relatives à l'ACMM sont données à l'Article 4 de la

CISPR 16-1-3. Les considérations d'incertitude de mesure instrumentale de l'ACMM sont décrites dans la CISPR 16-4-2.

7.2 Application de la méthode de mesure par pince absorbante

7.2.1 Généralités

L'applicabilité (domaine d'application) de cette ACMM est limitée. Il appartient aux comités de produits de décider de l'applicabilité de l'ACMM à certaines catégories de produits, en prenant en compte les limitations données dans les paragraphes suivants. La procédure précise de mesure et son applicabilité doivent être spécifiées pour chaque catégorie de produits dans la norme de produit.

7.2.2 Plage de fréquences

L'ACMM décrite dans le présent article peut être appliquée pour mesurer la puissance perturbatrice d'un appareil en essai entre 30 MHz et 1 000 MHz.

7.2.3 Dimensions d'un module d'un équipement en essai

Le module d'un équipement en essai est constitué du boîtier de l'équipement en essai sans ses câbles d'interconnexion. L'ACMM est plus précise pour les modules dont les dimensions sont typiquement inférieures au quart de la longueur d'onde de la fréquence mesurée la plus élevée et dont un ou plusieurs câbles constituent la source principale du rayonnement perturbateur. Si les dimensions du module en essai se rapprochent du quart de la longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus élevée, alors il est possible que le module en essai produise un rayonnement direct. Dans ce cas, l'ACMM peut ne pas être adaptée à l'évaluation de l'ensemble des propriétés de rayonnement de l'appareil en essai. En général, cette méthode est surtout utile pour les appareils en essai de petite taille, et dans la gamme de fréquences comprise entre 30 MHz et 300 MHz. L'ACMM est applicable à la fois aux appareils portatifs et à ceux destinés à reposer sur le sol.

7.2.4 Exigences relatives au LUT

Initialement, l'ACMM s'applique aux appareils en essai munis d'un cordon d'alimentation unique (voir Annexe A). Lorsque l'appareil en essai a des câbles externes autres que le cordon d'alimentation, ces câbles peuvent également rayonner des perturbations. Ces câbles auxiliaires peuvent être raccordés à un module auxiliaire. L'ACMM peut également être utilisée pour mesurer ces câbles. La contribution perturbatrice de tels câbles auxiliaires raccordés à un matériel auxiliaire dépend de la longueur du câble auxiliaire par rapport à la longueur d'onde. Si la longueur du câble auxiliaire est supérieure à une demi-longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus élevée, la contribution de ce câble auxiliaire doit alors être prise en compte dans la procédure de mesure. Les normes de produits doivent donner des informations spécifiques sur le traitement des câbles auxiliaires (comme l'extension en longueur de ces câbles), ainsi que le montage de ces câbles auxiliaires et du matériel auxiliaire, afin de permettre la reproductibilité de la mesure des perturbations.

Si le câble auxiliaire est fixé en permanence à l'appareil et au matériel auxiliaire, et si la longueur du câble auxiliaire est inférieure à une demi-longueur d'onde de la fréquence la plus élevée, alors les mesures sur ces câbles ne sont pas nécessaires.

7.3 Exigences relatives à l'instrumentation de mesure et au site d'essai

7.3.1 Généralités

Un schéma de l'ACMM est donné à la Figure 7. Les exigences suivantes s'appliquent aux différents éléments de l'instrumentation et au site d'essai.

7.3.2 Récepteur de mesure

Le récepteur de mesure doit être conforme aux exigences de la CISPR 16-1-1. Dans le cas d'utilisation d'analyseurs de spectre ou de récepteurs à balayage, les recommandations données à l'Annexe B doivent être prises en considération.

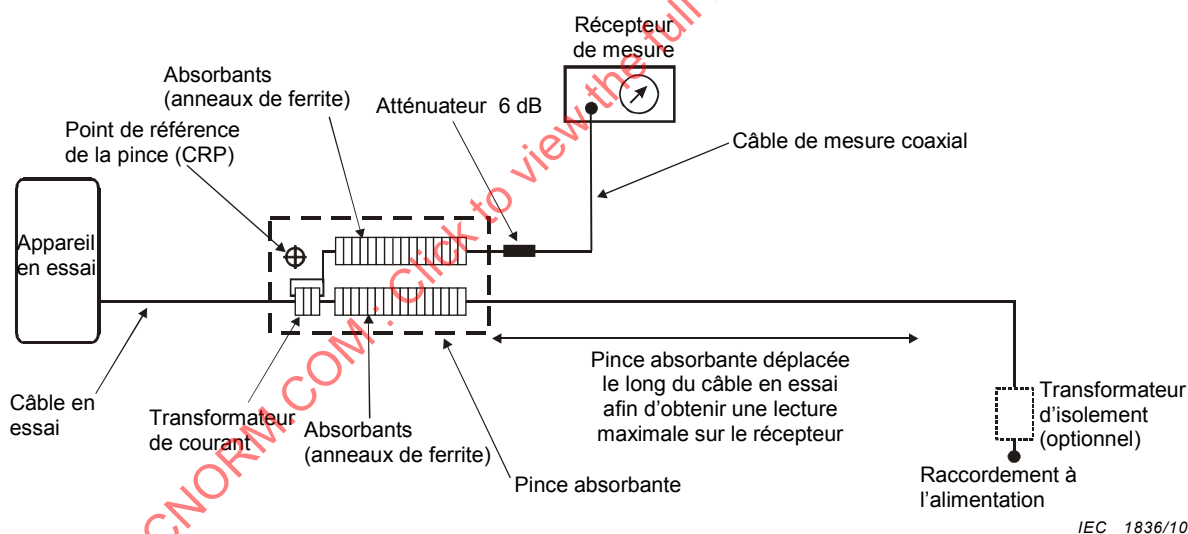
7.3.3 Ensemble pince absorbante

L'ensemble pince absorbante se compose des éléments suivants:

- une pince absorbante (incluant en interne le transformateur de courant et des absorbants le long du LUT et du câble de mesure; voir Figure 7);
- un atténuateur de 6 dB;
- un câble de mesure.

L'ensemble pince absorbante doit être conforme aux exigences données à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3. Le facteur de pince (F_c) de cet ensemble pince absorbante doit être déterminé conformément à la procédure de mesure donnée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3. Les facteurs de découplage de l'ensemble pince absorbante doivent également être vérifiés conformément aux procédures de mesure données à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3.

Le point de référence de la pince (CRP) indique la position longitudinale du bord avant du transformateur de courant dans la pince. Ce point de référence est utilisé pour définir la position de la pince pendant la procédure de mesure. Le CRP doit être indiqué sur le boîtier extérieur de la pince absorbante.



NOTE 1 L'atténuateur de 6 dB et le câble de mesure font partie intégrante de la pince absorbante et devraient être étalonnés ensemble.

NOTE 2 L'atténuateur de 6 dB peut être incorporé dans la pince absorbante.

Figure 7 – Schéma de la méthode de mesure par pince absorbante

7.3.4 Exigences relatives au site d'essai au moyen d'une pince absorbante

Le site d'essai au moyen d'une pince absorbante (ACTS) est un emplacement utilisé pour l'application de l'ACMM. L'ACTS est spécifié en détail à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3, et ses performances doivent être validées conformément à la procédure donnée dans la CISPR 16-1-3. L'ACTS peut être une installation intérieure ou extérieure et il inclut les éléments suivants (Figure 8):

- une table non métallique comme support de l'appareil en essai;

- la glissière de pince comme support du LUT et de la pince absorbante;
- un support mobile ou système à crochets pour le câble de mesure de la pince absorbante; et
- un moyen auxiliaire comme une corde pour déplacer la pince absorbante.

Les éléments de l'ACTS ci-dessus doivent être inclus dans la procédure de validation de l'ACTS.

L'extrémité la plus proche de la glissière de pince (sur le côté de l'appareil en essai) est désignée comme le point de référence de la glissière (SRP, voir Figure 8). Ce SRP est utilisé pour définir la distance horizontale jusqu'au CRP. Certaines des exigences relatives aux éléments de l'ACTS cités ci-dessus qui sont spécifiées en détail à l'Article 4 de la CISPR 16-1-3 sont répétées ci-dessous dans un souci de commodité.

- a) La longueur de la glissière de pince doit garantir que la pince absorbante pourra être déplacée sur une distance telle que la puissance perturbatrice maximale soit mesurée à la fréquence la plus basse de 30 MHz. La longueur de la glissière de pince doit être de $(6 \pm 0,05)$ m.

NOTE En théorie, la longueur de la glissière de pince est déterminée par la somme de la longueur de glissement maximale théorique (supérieure à une demi-longueur d'onde = 5 m à 30 MHz), la distance entre le SRP et le CRP (0,1 m), et la longueur de la pince absorbante (0,7 m) plus une marge pour la fixation des dispositifs de câbles à l'extrémité (0,1 m). Cela donne une longueur totale de 5,9 m pour la glissière de pince. Pour des raisons de reproductibilité, la longueur de la glissière de pince est fixée à 6 m (et non à 6 m au minimum).

- b) La longueur de cheminement de la pince absorbante doit être de 5 m. Par conséquent, le CRP doit se déplacer sur une distance comprise entre 0,1 m et 5,1 m depuis le SRP.
- c) La hauteur de la glissière de pince doit être de $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ à la fois pour les appareils portatifs et pour ceux destinés à reposer sur le sol. Par conséquent, la hauteur du LUT doit être proche de 0,8 m au-dessus du sol du site. Il convient de noter qu'à l'intérieur de la pince absorbante, la hauteur du LUT au-dessus du sol sera supérieure de quelques centimètres.
- d) La table supportant l'appareil en essai, la glissière de pince et les moyens auxiliaires (corde) doivent être non réfléchissants et non conducteurs, et leurs propriétés diélectriques doivent être proches de celles de l'air. De cette manière, ces éléments (support de l'appareil en essai, glissière de pince et autres moyens auxiliaires proches de l'appareil en essai et du LUT) sont transparents (neutres) d'un point de vue électromagnétique. À part les propriétés du matériau, la quantité de matériau (épaisseur et assemblage) joue également un rôle. Généralement, le bois sec est un matériau adéquat pour la construction de la table supportant l'appareil en essai et de la glissière de pince entre 30 MHz et 300 MHz.

7.4 Exigences d'environnement ambiant

Le niveau de bruit ambiant présent au niveau de l'ACTS doit être conforme aux exigences données en 6.2.

La puissance perturbatrice ambiante doit être évaluée conformément à 7.8.1. Le niveau de bruit ambiant doit être d'au moins 6 dB inférieur à la limite applicable.

7.5 Exigences relatives aux câbles de l'appareil en essai

7.5.1 Généralités

La puissance perturbatrice doit être mesurée pour chacun des câbles (voir également 7.2.4), un par un. La procédure de mesure est donnée en 7.8. Les exigences relatives aux câbles sont les suivantes.

7.5.2 Câble en essai

Le LUT doit avoir une longueur au moins égale à une demi-longueur d'onde de la fréquence de mesure la plus basse, augmentée d'une longueur supplémentaire pour raccorder le câble à une prise d'alimentation électrique au sol. Cela signifie que la longueur du câble doit généralement être d'au moins 7,5 m.

NOTE 1 La longueur du câble est déterminée par la longueur minimale de la glissière de pince de 6 m + 1 m (chute du LUT au sol) plus une marge de 0,5 m = 7,5 m. Une longueur supplémentaire peut être requise pour la partie du LUT comprise entre l'appareil en essai et le point de référence de la pince.

NOTE 2 En général, les câbles d'origine raccordés à l'appareil en essai ont une longueur bien inférieure à 7,5 m, et il convient que le câble soit rallongé ou complètement remplacé par un câble de la longueur requise et du même type et de même conception que le câble d'origine de l'appareil en essai. La prolongation des câbles n'est généralement pas réalisable en pratique, parce qu'en général, les raccords ne passent pas au travers de la pince absorbante.

NOTE 3 Le type de distribution basse tension peut différer d'un pays à l'autre, et les laboratoires d'essai peuvent avoir différentes topologies de réseau ou différentes philosophies de raccordement de l'alimentation électrique. Pour certains appareils en essai, les propriétés de perturbation peuvent dépendre fortement du type de raccordement de l'alimentation électrique. Le raccordement de l'alimentation électrique peut être asymétrique (phase à terre) ou symétrique (à l'aide d'un transformateur d'isolement). Cela peut expliquer les problèmes de reproductibilité notoires. On notera ici que ces problèmes de reproductibilité « induits par le raccordement de l'alimentation électrique » sont génériques. Il ne s'agit pas spécifiquement d'un problème lié à l'ACMM. Le problème de la reproductibilité peut être évalué en utilisant un raccordement à l'alimentation électrique au travers d'un transformateur d'isolement.

7.5.3 Câbles non soumis à l'essai

Si l'appareil en essai a plus d'un câble (voir 7.2.4), les câbles non soumis à la mesure (y compris le matériel auxiliaire raccordé) doivent être retirés, si le fonctionnement du matériel le permet, lorsque les mesures sont effectuées sur un autre câble. On doit isoler les câbles que l'on ne peut pas retirer au moyen d'un dispositif absorbant en mode commun (CMAD). Un CMAD peut être constitué d'un certain nombre d'anneaux de ferrite absorbants ou d'un autre dispositif absorbant, placés autour du câble à proximité immédiate du boîtier de l'appareil en essai. Les câbles isolés doivent être placés près de l'appareil en essai sur la table supportant l'appareil en essai. Les exigences de performances des CMAD du type à pince ferrite sont données dans la CISPR 16-1-4.

7.6 Exigences relatives au montage d'essai

7.6.1 Généralités

Les exigences générales relatives au montage d'essai suivantes s'appliquent:

- le montage d'essai de l'appareil en essai et le LUT sur l'ACTS sont représentés sur les Figures 8 et 9;
- la distance entre le montage d'essai de la pince (appareil en essai, LUT, pince) et tout objet (y compris personnes, parois et plafond, à l'exclusion du sol) doit être d'au moins 0,8 m;
- la configuration de l'ACTS doit être la même que pendant la vérification des performances de l'ACTS.

7.6.2 Montage d'essai de l'appareil en essai

Le montage d'essai de l'appareil en essai doit être conforme aux exigences suivantes:

- l'appareil en essai doit être placé sur une table support. La hauteur de la table doit être de $0,8 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ pour les appareils en essai. La hauteur du support pour les appareils destinés à reposer principalement sur le sol doit être de $(0,1 \pm 0,01) \text{ m}$;
- l'appareil en essai doit être placé sur la table dans sa position habituelle de fonctionnement, dans la mesure du possible. Le LUT doit être aligné en direction du SRP de la glissière de pince. Dans le cas où une position habituelle d'usage n'est pas définie,

l'appareil en essai doit alors être placé de telle sorte que son LUT soit aligné en direction de la glissière de pince. La distance entre le dispositif en essai et le SRP doit être aussi courte que possible.

NOTE Pour certains types de produits comme les machines à laver ou les cafetières, la position habituelle de fonctionnement est évidente. Cependant, pour des produits comme les sèche-cheveux ou les perceuses, cela est moins évident et l'appareil en essai sera simplement posé sur la table. L'importance du présent paragraphe est d'améliorer la reproductibilité de l'essai. Les comités de produits peuvent décider de donner des indications particulières pour garantir un positionnement reproductible de l'appareil en essai.

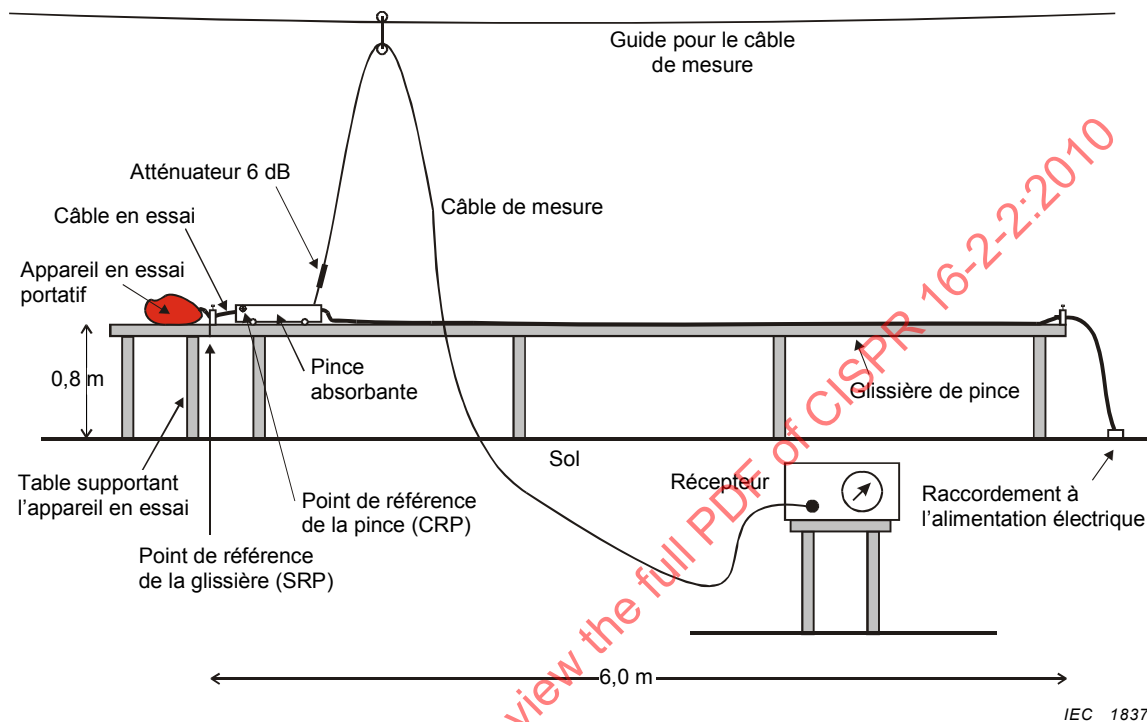


Figure 8 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai portatifs

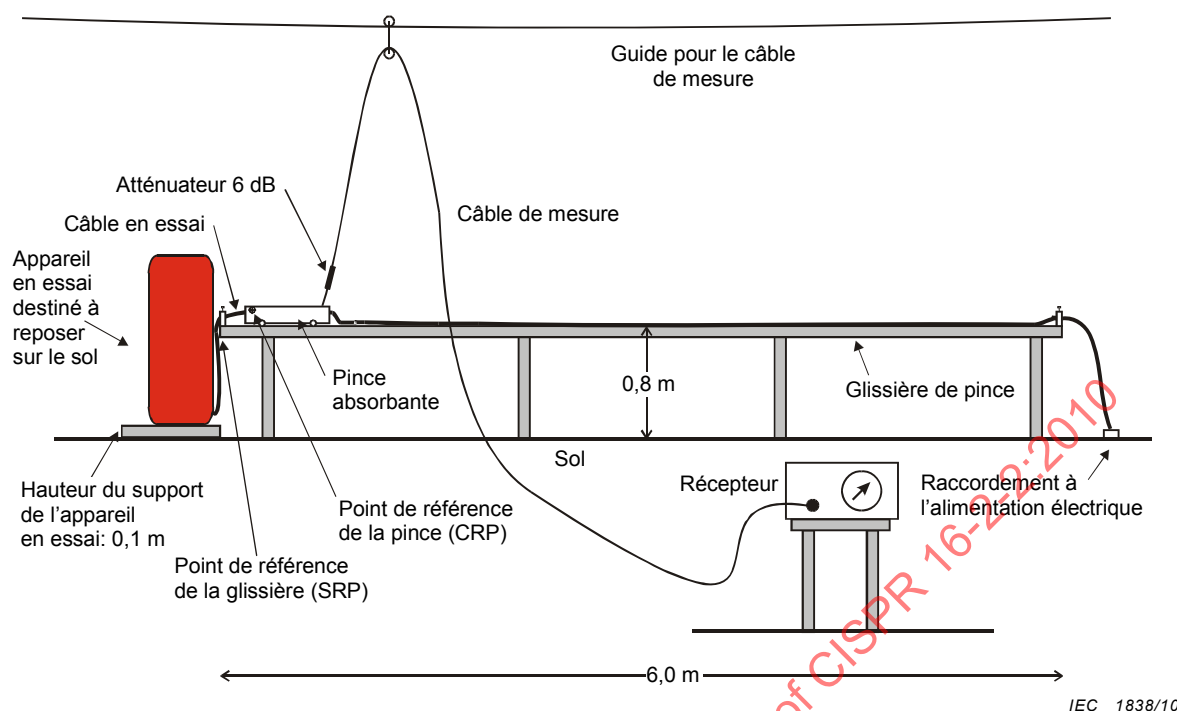


Figure 9 – Vue latérale du montage de mesure par pince absorbante pour les appareils en essai destinés à reposer sur le sol

7.6.3 Montage du câble en essai (LUT)

Le LUT est tendu horizontalement au-dessus de la glissière de pince, afin de permettre de faire varier la position de la pince absorbante le long du câble pour rechercher la valeur de puissance maximale. A l'extérieur de la pince absorbante, la hauteur du LUT au-dessus du sol doit être aussi proche que possible de 0,8 m. Pour une meilleure fixation du LUT au cours de la procédure de glissement de la pince, il convient de fixer le LUT aux extrémités de la glissière de pince à l'aide d'attaches rapides.

7.6.4 Pince absorbante

Les exigences de placement suivantes concernant la pince absorbante s'appliquent.

- La pince absorbante est placée autour du LUT, comme représenté à la Figure 8. La pince absorbante doit être placée sur la glissière de pince, le transformateur de courant faisant face à l'appareil en essai.
- Au cours du déplacement de la pince, la distance horizontale minimale entre le CRP et le SRP doit être de (10 ± 1) cm. Cette distance de 10 cm est nécessaire afin de s'adapter à différents types de pinces, en raison des différentes positions possibles du CRP. Les résultats d'essai dépendent fortement de cette position initiale. Pour des raisons de reproductibilité, il est essentiel d'inclure cette spécification supplémentaire afin de s'assurer que toutes les positions initiales peuvent être identiques.
- Le LUT doit être maintenu au centre de la pince absorbante à l'endroit du transformateur de courant, c'est-à-dire au niveau du CRP. La plupart des pinces disposent d'un support de centrage à cet effet.

7.6.5 Câble de mesure

Le câble de mesure de la pince absorbante doit répondre aux exigences suivantes.

- Au cas où l'atténuateur de 6 dB n'est pas intégré dans l'ensemble pince absorbante, il est alors important de raccorder l'atténuateur externe de 6 dB près du connecteur de mesure de la pince. Noter que l'atténuateur de 6 dB doit être un atténuateur coaxial avec un