

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions –  
Part 1: General conditions and definitions**

**Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques –  
Partie 1: Conditions générales et définitions**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-1:2018



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions –  
Part 1: General conditions and definitions**

**Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques –  
Partie 1: Conditions générales et définitions**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.200

ISBN 978-2-8322-6284-9

|                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.</b></p> <p><b>Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## CONTENTS

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                           | 4  |
| 1 Scope .....                                                           | 6  |
| 2 Normative references .....                                            | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                                           | 6  |
| 4 Test conditions .....                                                 | 10 |
| 4.1 General.....                                                        | 10 |
| 4.2 Ambient conditions.....                                             | 10 |
| 4.2.1 General .....                                                     | 10 |
| 4.2.2 Ambient temperature .....                                         | 11 |
| 4.2.3 Ambient RF field strength .....                                   | 11 |
| 4.2.4 Other ambient conditions .....                                    | 11 |
| 4.2.5 IC stability over time .....                                      | 11 |
| 5 Test equipment.....                                                   | 11 |
| 5.1 General.....                                                        | 11 |
| 5.2 Shielding.....                                                      | 11 |
| 5.3 RF measuring instrument .....                                       | 11 |
| 5.3.1 General .....                                                     | 11 |
| 5.3.2 Measuring receiver .....                                          | 11 |
| 5.3.3 Spectrum analyser.....                                            | 12 |
| 5.3.4 Other RBW for narrowband emissions .....                          | 12 |
| 5.3.5 Emission type, detector type and sweep speed.....                 | 12 |
| 5.3.6 Video bandwidth .....                                             | 12 |
| 5.3.7 Verification of calibration for the RF measuring instrument ..... | 12 |
| 5.4 Frequency range.....                                                | 13 |
| 5.5 Preamplifier or attenuator.....                                     | 13 |
| 5.6 System gain .....                                                   | 13 |
| 5.7 Other components .....                                              | 13 |
| 6 Test set-up .....                                                     | 13 |
| 6.1 General.....                                                        | 13 |
| 6.2 Test circuit board .....                                            | 13 |
| 6.3 IC pin loading.....                                                 | 13 |
| 6.4 Power supply requirements – Test board power supply .....           | 14 |
| 6.5 IC specific considerations .....                                    | 14 |
| 6.5.1 IC supply voltage .....                                           | 14 |
| 6.5.2 IC decoupling .....                                               | 14 |
| 6.5.3 Activity of IC .....                                              | 14 |
| 6.5.4 Guidelines regarding IC operation .....                           | 14 |
| 7 Test procedure .....                                                  | 15 |
| 7.1 Ambient RF noise check .....                                        | 15 |
| 7.2 Operational check .....                                             | 15 |
| 7.3 Specific procedures .....                                           | 15 |
| 8 Test report.....                                                      | 15 |
| 8.1 General.....                                                        | 15 |
| 8.2 Ambient RF noise .....                                              | 15 |
| 8.3 Description of device .....                                         | 15 |
| 8.4 Description of set-up.....                                          | 16 |

|                       |                                                                                 |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.5                   | Description of software .....                                                   | 16 |
| 8.6                   | Data presentation .....                                                         | 16 |
| 8.6.1                 | General .....                                                                   | 16 |
| 8.6.2                 | Graphical presentation.....                                                     | 16 |
| 8.6.3                 | Measurement data.....                                                           | 16 |
| 8.6.4                 | Data processing.....                                                            | 16 |
| 8.7                   | RF emission limits.....                                                         | 16 |
| 8.8                   | Interpretation of results .....                                                 | 16 |
| 8.8.1                 | Comparison between IC(s) using the same test method.....                        | 16 |
| 8.8.2                 | Comparison between different test methods .....                                 | 16 |
| 8.8.3                 | Correlation to module test methods .....                                        | 16 |
| Annex A (informative) | Test method comparison tables .....                                             | 17 |
| Annex B (informative) | Flow chart of a counter test code.....                                          | 19 |
| Annex C (informative) | Description of worst-case application software .....                            | 20 |
| Annex D (informative) | General test board description .....                                            | 21 |
| D.1                   | General.....                                                                    | 21 |
| D.2                   | Board description – Mechanical .....                                            | 21 |
| D.3                   | Board description – Electrical.....                                             | 21 |
| D.4                   | Ground planes .....                                                             | 21 |
| D.5                   | Package pins .....                                                              | 22 |
| D.5.1                 | General .....                                                                   | 22 |
| D.5.2                 | DIL packages .....                                                              | 22 |
| D.5.3                 | SOP, PLCC, QFP packages.....                                                    | 22 |
| D.5.4                 | PGA packages.....                                                               | 22 |
| D.5.5                 | BGA packages.....                                                               | 22 |
| D.6                   | Via diameters.....                                                              | 22 |
| D.7                   | Via distance .....                                                              | 22 |
| D.8                   | Additional components.....                                                      | 22 |
| D.9                   | Supply decoupling.....                                                          | 22 |
| D.9.1                 | General .....                                                                   | 22 |
| D.9.2                 | IC decoupling capacitors .....                                                  | 23 |
| D.9.3                 | Power supply decoupling for the test board .....                                | 23 |
| D.10                  | I/O load.....                                                                   | 23 |
| Bibliography.....     |                                                                                 | 25 |
| Figure B.1            | – Test code flow chart.....                                                     | 19 |
| Figure D.1            | – Example of an emission test board .....                                       | 24 |
| Table 1               | – Measuring receiver bands and resolution bandwidth (RBW) default settings..... | 11 |
| Table 2               | – Spectrum analyser bands and RBW default settings.....                         | 12 |
| Table 3               | – IC pin loading recommendations .....                                          | 14 |
| Table A.1             | – Conducted emission.....                                                       | 17 |
| Table A.2             | – Radiated emission .....                                                       | 18 |
| Table D.1             | – Position of vias over the board.....                                          | 21 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTEGRATED CIRCUITS –  
MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC EMISSIONS –****Part 1: General conditions and definitions****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 IEC 61967-1 has been prepared by subcommittee 47A: Integrated circuits, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) the frequency range of 150 kHz to 1 GHz has been deleted from the title;
- b) the frequency step above 1 GHz has been added to Table 1, Table 2 and to 5.4;
- c) Table A.1 has been divided into two tables, and IEC 61967-8 has been added to Table A.2 of Annex A;
- d) the general test board description has been moved to Annex D.

The text of this International Standard is based on the following documents:

| FDIS          | Report on voting |
|---------------|------------------|
| 47A/1062/FDIS | 47A/1066/RVD     |

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

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

A list of all parts of the IEC 61967 series, under the general title *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-1:2018

# INTEGRATED CIRCUITS – MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC EMISSIONS –

## Part 1: General conditions and definitions

### 1 Scope

This part of IEC 61967 provides general information and definitions on the measurement of conducted and radiated electromagnetic disturbances from integrated circuits. It also provides a description of measurement conditions, test equipment and set-up as well as the test procedures and content of the test reports. Test method comparison tables are included in Annex A to assist in selecting the appropriate measurement method(s).

The object of this document is to describe general conditions in order to establish a uniform testing environment and to obtain a quantitative measure of RF disturbances from integrated circuits (IC). Critical parameters that are expected to influence the test results are described. Deviations from this document are noted explicitly in the individual test report. The measurement results can be used for comparison or other purposes.

Measurement of the voltage and current of conducted RF emissions or radiated RF disturbances, coming from an integrated circuit under controlled conditions, yields information about the potential for RF disturbances in an application of the integrated circuit.

The applicable frequency range is described in each part of IEC 61967.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and Methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### artificial network

##### AN

network presenting a reference load impedance (simulated) to the DUT (e.g. extended power or communication lines) across which the RF disturbance voltage is measured and which isolates the apparatus from the power supply or loads in a given frequency range

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

### 3.2

#### **associated equipment**

transducers (e.g. probes, networks and antennae) connected to a measuring receiver or test generator, also transducers used in the signal or disturbance transmission path between a DUT and measuring equipment or a (test-) signal generator

### 3.3

#### **broadband disturbance**

#### **broadband emission**

electromagnetic disturbance which has a bandwidth greater than that of a particular measuring apparatus, receiver or susceptible device

Note 1 to entry: For some purposes, particular spectral components of a broadband disturbance may be considered as narrowband disturbances.

Note 2 to entry: Emission that has a bandwidth greater than that of a particular measuring apparatus or receiver.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-06-11, modified – Note 2 to entry and the second preferred term "broadband emission" have been added.]

### 3.4

#### **common mode voltage**

asymmetrical disturbance voltage

mean of the phasor voltages appearing between each conductor and a specified reference, usually earth or frame

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-09, modified – The word "disturbance" has been added to the admitted term.]

### 3.5

#### **common mode current**

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

### 3.6

#### **conducted emission**

transient and/or other disturbance observed on the external terminals of a device during its normal operation

### 3.7

#### **continuous disturbance**

electromagnetic disturbance the effects of which on a particular device or equipment cannot be resolved into a succession of distinct effects

Note 1 to entry: RF disturbance with a duration of more than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver that causes a deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode that does not decrease immediately.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-11, modified – Note 1 to entry has been added.]

### 3.8

#### **DUT**

#### **device under test**

device, equipment or system being evaluated

Note 1 to entry: As used in this document, DUT refers to a semiconductor device being tested.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

### 3.9

#### **die shrink**

reduction of die size by using an advanced fabrication process including finer lithography node and masks

### 3.10

#### **differential mode current**

in a two-conductor cable, or for two particular conductors in a multi-conductor cable, half the magnitude of the difference of the phasors representing the currents in each conductor

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-38]

### 3.11

#### **differential mode voltage**

voltage between any two of a specified set of active conductors

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-08, modified – The second preferred term "symmetrical voltage" has been removed.]

### 3.12

#### **discontinuous disturbance**

electromagnetic disturbance, the effects of which on a particular device or equipment can be resolved into a succession of distinct effects

Note 1 to entry: It is recognised that this definition does not characterise the disturbance independently of the effect that it produces. As a practical matter, any measure of a disturbance should be relatable to its effect on a susceptible device.

Note 2 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-28, modified – Note 2 to entry has been added.]

### 3.13

#### **electrically small PCB**

printed circuit board with length and width shorter than  $\lambda/2$ , for example 100 mm to 150 mm at 1 GHz

### 3.14

#### **EMC**

#### **electromagnetic compatibility**

ability of an apparatus or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment

### 3.15

#### **electromagnetic emission**

phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

### 3.16

#### **electromagnetic radiation**

#### **radiated emission**

1) phenomenon by which energy in the form of electromagnetic waves emanates from a source into space

2) energy transferred through space in the form of electromagnetic waves

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-10, modified – The second preferred term "radiated emission" has been added and the Note to entry has been omitted.]

**3.17****emission limit**

<from a disturbing source> specified maximum emission level of a source of electromagnetic disturbance

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-03-12]

**3.18****ground reference plane**

flat conductive surface whose potential is used as a common reference

[SOURCE: IEC 60050-161:2014, 161-04-36, modified – The term "reference-ground plane" has been changed to "ground reference plane", the definition has been condensed and the notes to entry, omitted.]

**3.19****lead frame**

supporting structure for the silicon die that interfaces the external pins to the die

**3.20****measuring receiver**

receiver for the measurement of disturbances with different detectors

Note 1 to entry: The bandwidth of the receiver should be as specified in CISPR 16-1-1.

**3.21****narrowband emission**

electromagnetic disturbance, or spectral component thereof, which has a bandwidth less than or equal to that of a particular measuring apparatus, receiver or susceptible device

Note 1 to entry: Emission with bandwidth less than that of a particular measuring apparatus or receiver.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-06-13, modified – The term "narrowband disturbance" has been changed to "narrowband emission" and Note 1 to entry has been added.]

**3.22****peak detector**

detector, the output voltage of which is the peak value of the applied signal

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-24]

**3.23****preamp noise floor**

inherent thermal noise generated by the first stage amplifier that limits the signal resolution of the measurement system

**3.24****receiver terminal voltage****antenna voltage**

voltage generated by a source of radio disturbance and measured in dB ( $\mu\text{V}$ ) by a radio disturbance measuring instrument conforming to the requirements of CISPR 16

Note 1 to entry: External voltage measured in dB ( $\mu\text{V}$ ) at the input of a radio interference measuring instrument conforming to the requirements of CISPR 16-1-1.

[SOURCE: CISPR 25:2008, 3.8, modified – Note 1 to entry has been added.]

### **3.25**

#### **reference point**

specific port or point on the test set-up where the measurement of the sampled parameter is made

### **3.26**

#### **repetition rate**

number of surges, spikes, or pulses per unit of time

### **3.27**

#### **radio frequency ambient**

##### **RF ambient**

electromagnetic environment

totality of electromagnetic phenomena existing at a given location

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-01, modified – The preferred terms "radio frequency ambient" and "RF ambient" have been added and Note 1 to entry has been removed.]

### **3.28**

#### **shielded enclosure**

mesh or sheet metallic housing designed expressly for the purpose of separating electromagnetically the internal and external environment

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-37, modified – The second preferred term "screened room" has been omitted.]]

### **3.29**

#### **significant IC change**

changes that may influence the electromagnetic emissions of an IC

Note 1 to entry: Examples include changes to a new device, new manufacturer or process line, die shrink, new package type, significant manufacturing process, internal/external clock, I/O drive capability.

### **3.30**

#### **system gain**

gain (or attenuation) of the measurement path between the reference point and the input of the RF measuring instrument

### **3.31**

#### **test plan**

document provided by the test requester to define the tests to be carried out, the object of the testing, the DUT operating status, the conditions for the test and performance objectives

Note 1 to entry: The test plan completely guides the implementation of the test, by reference to the standard test procedure, or by detailing revisions or additions for the specific DUT.

## **4 Test conditions**

### **4.1 General**

These default test conditions are intended to ensure a consistent test environment. If other values are agreed by the users of this procedure, they shall be documented in the test report.

### **4.2 Ambient conditions**

#### **4.2.1 General**

The following ambient conditions shall be met.

#### 4.2.2 Ambient temperature

The ambient temperature during the test shall be  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  for repeatability. IC emissions may vary with temperature.

#### 4.2.3 Ambient RF field strength

The ambient RF noise level shall be at least 6 dB below the lowest emission level(s) to be measured. This shall be verified before measurements of the IC are made. The DUT shall be installed in the test set-up, as used for testing. The DUT shall not be activated (for example, the power supply voltage shall be disconnected). A scan shall be made to measure the residual noise. A description of the ambient RF noise level shall be part of the test report.

#### 4.2.4 Other ambient conditions

All other ambient conditions that can affect the result shall be stated in the individual test report.

#### 4.2.5 IC stability over time

The functional behaviour of the IC shall be stable over time so that two measurements, separated by an interval of time, shall yield the same results within the expected variation of the measurement technique.

### 5 Test equipment

#### 5.1 General

The equipment described in Clause 5 is common to all test procedures described in this document. Specific equipment shall be itemized in the individual test procedures.

#### 5.2 Shielding

The necessary shielding depends upon the specific test method and the ambient noise level. A shielded room may be required to provide a controlled ambient noise level for emission measurements. A non-shielded set-up can be used if ambient noise levels are at least 6 dB below the lowest level to be measured.

#### 5.3 RF measuring instrument

##### 5.3.1 General

Either measuring receivers or spectrum analysers can be used (see Tables 1 and 2 for default settings). The measuring receiver, if used, shall meet the bandwidth requirements as stated in CISPR 16-1-1.

##### 5.3.2 Measuring receiver

**Table 1 – Measuring receiver bands and resolution bandwidth (RBW) default settings**

| Frequency range                | 150 kHz to 30 MHz | $\geq 30\text{ MHz}$ |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Measuring receiver RBW at 6 dB | 9 kHz             | 120 kHz              |

### 5.3.3 Spectrum analyser

**Table 2 – Spectrum analyser bands and RBW default settings**

| Frequency range               | 150 kHz to 30 MHz | ≥ 30 MHz |
|-------------------------------|-------------------|----------|
| Spectrum analyser RBW at 3 dB | 10 kHz            | 100 kHz  |

### 5.3.4 Other RBW for narrowband emissions

Where the RF emissions can be verified as being narrowband, and the measurement technique requires a lower noise floor for resolution of the measured signals from the ambient RF noise, a reduced RBW can be used.

### 5.3.5 Emission type, detector type and sweep speed

A determination of whether the emissions are predominately narrowband or broadband can be made by measuring at the default bandwidth and at the next narrower (one-third) increment of bandwidth. If the measured level of peak values of the spectrum is reduced by 5 dB or more when the bandwidth is reduced by one-third, then the emissions can be considered to be predominately broadband.

Examples of narrowband sources are digital ICs operated by a synchronous clock. They will typically produce a continuous emission spectrum dominated by clock harmonics and fractions. For this reason, the detector chosen will not influence the readings. The peak detector shall be used for narrowband sources.

Examples of possible broadband sources are ICs producing a non-continuous spectrum such as converters and non-synchronous logic. These devices shall be measured, preferably using the peak detector with the sweep speed set to reflect the modulation rate, according to the following formula:

$$V_s \leq \frac{2}{3} \times RBW \times f_m$$

where

$V_s$  is the sweep speed in MHz/s;

$f_{RBW}$  is the resolution bandwidth in MHz;

$f_m$  is the modulation frequency in Hz, defined as the lowest repetition rate of a software routine or other IC operating parameter that may affect the measured RF emissions.

The sweep speed used shall be selected in such a way that a slower sweep speed will not result in a significant change in the measured emissions.

### 5.3.6 Video bandwidth

The video bandwidth (VBW) shall be at least three times the RBW when a spectrum analyser is used for measurements.

### 5.3.7 Verification of calibration for the RF measuring instrument

The calibration of the RF measuring instrument shall be verified by comparison with an independent calibrated instrument, traceable to a recognized standard body, if absolute levels are to be reported.

## 5.4 Frequency range

The recommended frequency range is 150 kHz to 1 GHz, but this may be extended if the specific procedure is usable over an extended frequency range. The range of interest may be smaller when, by function, the IC produces emissions only in that reduced range.

The applicable frequency range is described in each part of IEC 61967.

## 5.5 Preamplifier or attenuator

If necessary, a preamp or attenuator, either internal or external, can be used. The noise figure of the preamplifier or attenuator shall be less than 10 dB. The minimum resolution for calibration of the preamplifier is 10 points per decade.

## 5.6 System gain

The gain (or attenuation) between the reference point and the input of the RF measuring instrument shall be verified to within an accuracy of  $\pm 0,5$  dB.

## 5.7 Other components

The characteristics of cables, connectors and terminators not in the measurement path between the reference point and the input of the RF measuring instrument that can, however, affect the measurement result, shall be verified over the intended frequency range.

# 6 Test set-up

## 6.1 General

Tests shall take place according to a test plan, which shall be included in the test report. This report shall also include:

- a) a circuit diagram of the application (supply decoupling, bus load, peripheral ICs, etc.);
- b) a description of the PCB on which the IC is applied (layout);
- c) actual operating conditions of the IC (supply voltage, output signals, etc.);
- d) a description of the type of software exercising the IC(s), if applicable.

All variations shall be included in the test report. Connection to auxiliary equipment shall not influence the test results.

Other particular requirements are described in the individual test procedure.

## 6.2 Test circuit board

The test PCB to be used depends on the specific measurement method. The specifications of a general basic test board for this family of standards are described in Annex D of this document. The test PCB should be designed in accordance with these general specifications and with the additional specifications as required for the individual measurement methods. Any deviation from this description shall be stated in the individual test reports.

For the comparison of measurement results from different devices it is necessary to use a similar PCB design, as close as possible within the same measurement method.

## 6.3 IC pin loading

If no other loads are required by a specific test method, the pins of the DUT shall be loaded according to the following default value table, with exceptions as noted.

**Table 3 – IC pin loading recommendations**

| IC pin type      | Pin loading                                                                                           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Analogue         |                                                                                                       |
| – Supply         | As stated by the manufacturer (or as required)                                                        |
| – Input          | 10 kΩ to ground (Vss) unless the IC is internally terminated                                          |
| – Output signal  | 10 kΩ to ground (Vss) unless the IC is internally terminated                                          |
| – Output power   | Nominal loading as stated by the manufacturer                                                         |
| Digital          |                                                                                                       |
| – Supply         | As stated by the manufacturer (or as required)                                                        |
| – Input          | Ground (Vss) or 10 kΩ to supply (Vdd) if impossible to ground, unless the IC is internally terminated |
| – Output         | 47 pF to ground (Vss)                                                                                 |
| Control          |                                                                                                       |
| – Input          | Ground (Vss) or 10 kΩ to supply (Vdd) if impossible to ground, unless the IC is internally terminated |
| – Output         | As stated by the manufacturer                                                                         |
| – Bi-directional | 47 pF to ground (Vss)                                                                                 |
| – Analogue       | As stated by the manufacturer (or as required)                                                        |

Pins that do not fall into any of the listed categories shall be loaded as functionally required and stated in the test report. These are recommended default values; if other values are more appropriate for a particular IC, they may be substituted for the values in Table 3 and shall be stated in the test report.

#### **6.4 Power supply requirements – Test board power supply**

The DUT shall be powered from a source with low conducted RF emissions that conform to the RF ambient requirements. If a battery is used, it shall meet the IC requirements and the voltage level shall be checked periodically to maintain a consistent operating environment. An AC power supply can be used if it meets the low RF emissions requirement. All power supply lines to the DUT shall be adequately filtered according to the IC manufacturer's recommendations.

#### **6.5 IC specific considerations**

##### **6.5.1 IC supply voltage**

The supply voltage(s) shall be as specified by the IC manufacturer with a tolerance of  $\pm 5\%$ .

##### **6.5.2 IC decoupling**

To obtain reproducible data of measurement, appropriate decoupling should be accomplished on the test board. See Clause D.9.

##### **6.5.3 Activity of IC**

Attempts should be made to fully exercise all available functions that significantly contribute to the emissions of the IC.

##### **6.5.4 Guidelines regarding IC operation**

The intent is to describe the parameters to be controlled in order to ensure test repeatability for the particular IC function or type as agreed between the manufacturer and the user.

If a programmable integrated circuit is to be tested, software that flows in a continuous loop shall be written to ensure that measurements are repeatable. The type of software used to exercise the IC (minimum, typical or worst-case) shall be documented in the test report. The IC shall be exercised using one of the following software levels:

- a) minimum – implement counter function:  
used for basic tests and comparisons, see Annex B;
- b) typical – normal operating or production code:  
used for representative testing, exercise microprocessor and I/O on a "normal" basis using the production code;
- c) worst-case – exercise all I/O:  
used for diagnostic purposes, see Annex C.

## 7 Test procedure

### 7.1 Ambient RF noise check

Measure ambient RF noise levels to ensure that any ambient signals present are at least 6 dB below the target reference level. The data collected shall be part of the test report. If the ambient RF noise is excessive, check the integrity of the overall system, especially the interconnecting cables and connectors. If necessary, use a shielded enclosure, a lower noise preamplifier or a narrower spectrum analyser resolution bandwidth. If the area ambient RF noise is not well known, with possible sporadic local RF sources, it is recommended to check the ambient RF noise with the unpowered test board in place and with the spectrum analyser running on maximum hold for 1 h or as required to achieve confidence in the environment.

### 7.2 Operational check

Energize the DUT and complete an operational check to ensure proper function of the device and normal activity (i.e. run IC test code, see 6.5.4).

### 7.3 Specific procedures

Follow the test technique described in the particular emission measurement procedure.

## 8 Test report

### 8.1 General

The test report shall include sufficient information to allow duplication of the measurements by another facility.

### 8.2 Ambient RF noise

A plot or description of the ambient RF noise levels of the measurement system with the DUT unpowered shall be included in the test report.

### 8.3 Description of device

A description of the device (IC) being evaluated and any pertinent information that may influence the emission performance of the device shall be included in the test report (for example, IC type number, production code and date, short functional description of the device as on the data sheet). The operating frequency(ies) shall be indicated, if applicable.

## **8.4 Description of set-up**

A description of the test set-up shall be included, with any variations from the standard set-up clearly indicated.

## **8.5 Description of software**

The type of software used to exercise the IC, if applicable, shall be indicated. If a production code is used, the revision level shall be indicated.

## **8.6 Data presentation**

### **8.6.1 General**

Data shall be adjusted for any input gain or attenuation to represent the actual values appearing at the reference point, in dB ( $\mu$ V), for voltage measurements.

### **8.6.2 Graphical presentation**

A graph of the measured data shall be available.

### **8.6.3 Measurement data**

An ASCII file of the measured data shall be available.

### **8.6.4 Data processing**

The smoothing or averaging of raw data can provide a more readable format. A description of any data processing used shall be included in the test report.

## **8.7 RF emission limits**

As this document describes measurement methods, no RF emission limits are given. Limits in general depend upon the application, the area and the country. Functional requirements and local or mandated emission requirements will define the limits.

## **8.8 Interpretation of results**

### **8.8.1 Comparison between IC(s) using the same test method**

Results may be directly compared as long as measurements have been carried out under the same conditions. If comparisons are intended, the devices should be running the same code (for example, the counter test code, Annex B) and the test environment should be as consistent as possible. The same test board should be used.

### **8.8.2 Comparison between different test methods**

At the time of writing, general correlation between the specific test methods has not been established. Correlation has been demonstrated in specific cases only. Refer to Annex A.

### **8.8.3 Correlation to module test methods**

Where sufficient data exists to establish a correlation between the measured values and the expected emissions from the IC for a given application, this shall be indicated in the specific test method (for example, component or system level tests of the product). A number of factors are involved in the translation from IC level emissions to the module or product level. In general, this IC-to-module correlation is limited to specific cases where the variables involved are controlled.

## Annex A (informative)

### Test method comparison tables

Tables A.1 and A.2 compare the test methods for conducted emissions and radiated emissions, respectively.

**Table A.1 – Conducted emission**

| Item                                                                                                                                                                                                                                                  | IEC 61967-4<br>1 $\Omega$ /150 $\Omega$                        | IEC 61967-5<br>WBFC                          | IEC 61967-6<br>Magnetic probe                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Measured emission type in IC                                                                                                                                                                                                                          | Differential- and common-mode conducted emissions <sup>a</sup> | Common-mode conducted emissions <sup>b</sup> | Differential- and common-mode conducted emissions <sup>a</sup> |
| Proposed frequency range                                                                                                                                                                                                                              | 150 kHz to 1 000 MHz                                           | 150 kHz to 1 000 MHz                         | 150 kHz to 3 000 MHz                                           |
| Test board for:<br>– comparison of ICs<br>– evaluation in application                                                                                                                                                                                 | Mandatory<br>Non-restricted <sup>c</sup>                       | Mandatory<br>Non-restricted                  | Mandatory<br>Non-restricted <sup>d</sup>                       |
| Operator dependence to reproduce measurements                                                                                                                                                                                                         | No                                                             | No                                           | No                                                             |
| Single pin voltage/current measurable                                                                                                                                                                                                                 | Yes                                                            | No                                           | Yes                                                            |
| Comparison of IC versions – in same package                                                                                                                                                                                                           | Yes                                                            | Yes                                          | Yes                                                            |
| IC emission source/path analysis<br>– variation of packaging<br>– on-chip decoupling<br>– multiple pin power supply<br>– I/O signal conditioning<br>– optimized location of pins                                                                      | Possible<br>Yes<br>Yes<br>Yes<br>Partly                        | Yes<br>Yes<br>Yes<br>Yes<br>Yes              | Possible<br>Yes<br>Yes<br>Yes<br>Yes                           |
| IC evaluation                                                                                                                                                                                                                                         | Yes                                                            | Yes                                          | Yes                                                            |
| <sup>a</sup> Differential mode voltage and common mode current.<br><sup>b</sup> Common mode voltage and currents.<br><sup>c</sup> If 1 $\Omega$ /150 $\Omega$ connections are incorporated.<br><sup>d</sup> If a suitable microstrip is incorporated. |                                                                |                                              |                                                                |

**Table A.2 – Radiated emission**

| Item                                                                                                                                                                             | IEC 61967-2<br>TEM <sup>a</sup> cell and<br>wideband TEM cell | IEC TS 61967-3<br>Surface scan          | IEC 61967-8<br>IC stripline          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Measured emission type in IC                                                                                                                                                     | E/H field from IC                                             | E/H field from IC                       | E/H field from IC                    |
| Proposed frequency range                                                                                                                                                         | 150 kHz to 2 GHz and<br>higher (up to 18 GHz)                 | 150 kHz to<br>3 000 MHz                 | 150 kHz to<br>3 000 MHz              |
| Test board for:<br>– comparison of ICs<br>– evaluation in application                                                                                                            | Mandatory<br>Needed                                           | Mandatory<br>Needed                     | Mandatory<br>Needed                  |
| Operator dependence to reproduce<br>measurements                                                                                                                                 | No                                                            | No, if automated<br>system used         | No                                   |
| Single pin voltage/current<br>measurable                                                                                                                                         | No                                                            | No                                      | No                                   |
| Comparison of IC versions –<br>in same package                                                                                                                                   | Yes                                                           | Yes                                     | Yes                                  |
| IC emission source/path analysis<br>– variation of packaging<br>– on-chip decoupling<br>– multiple pin power supply<br>– I/O signal conditioning<br>– optimized location of pins | Yes<br>Yes<br>Partly<br>Partly<br>No                          | Yes<br>Partly<br>Partly<br>Partly<br>No | Yes<br>Yes<br>Partly<br>Partly<br>No |
| IC evaluation                                                                                                                                                                    | Yes                                                           | No                                      | Yes                                  |
| <sup>a</sup> Transverse electromagnetic                                                                                                                                          |                                                               |                                         |                                      |

## Annex B (informative)

### Flow chart of a counter test code

This simple routine implements a counter function using a single 8-bit port. Every 100  $\mu$ s, the port output is incremented or decremented. After 10 count cycles (256 ms), an LED output is complemented. This will provide a blinking light indication with a frequency of about 2 Hz. For consistency, equivalent loop times should be maintained. The test code flow chart is shown in Figure B.1.

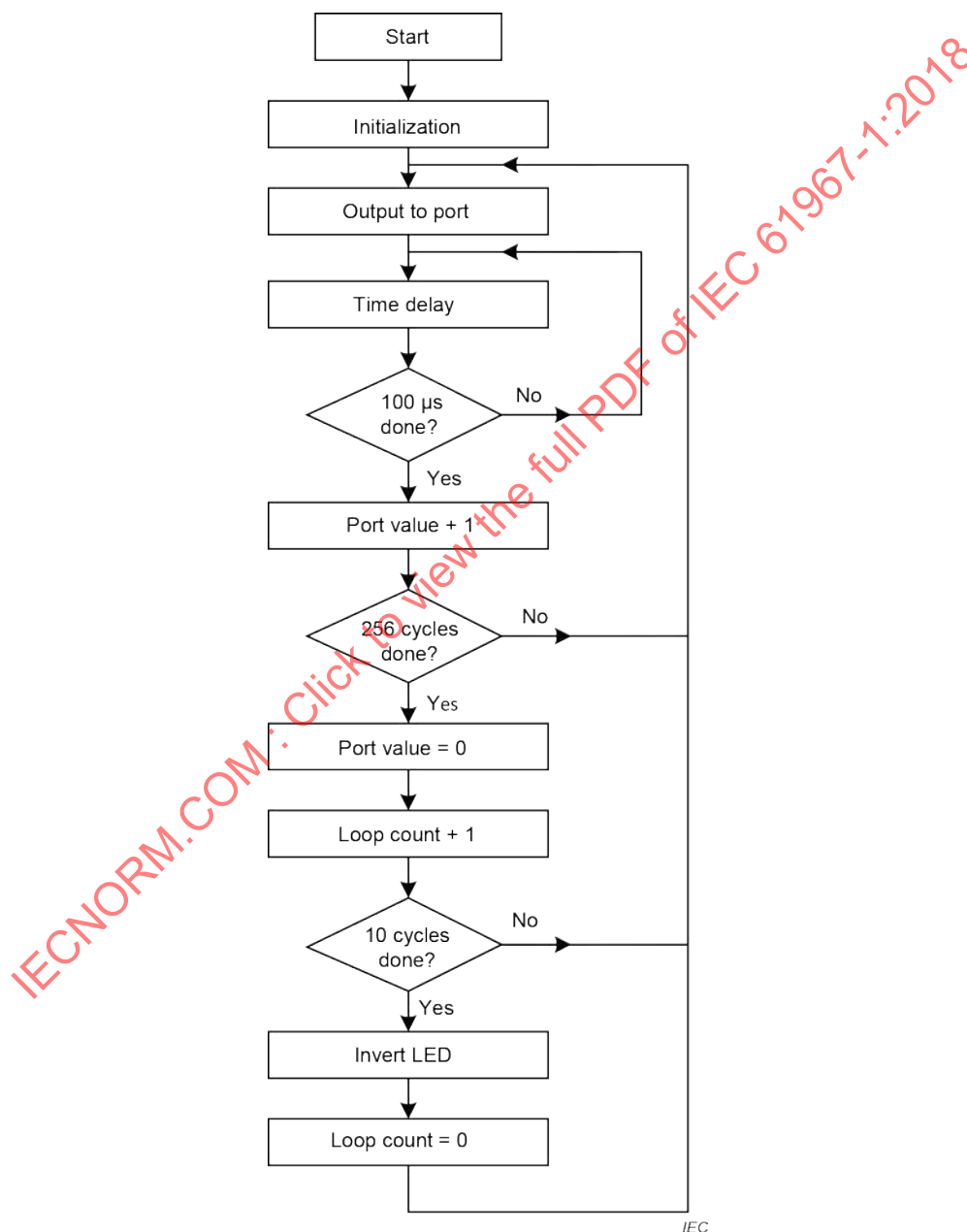


Figure B.1 – Test code flow chart

## **Annex C** (informative)

### **Description of worst-case application software**

While under test, the IC shall execute software representative of that which could be found in a worst-case application. The software loop execution time shall be at least three orders of magnitude smaller than the spectrum analyser sweep period (for example, sweep = 6 s, software loop  $\leq 6$  ms). The following recommendations are applicable to a single IC microcontroller (MCU). They are intended as guidelines for the software writer; however, it is recognized that not all of the points are necessarily appropriate for all MCU devices:

- a) the CPU should maximally exercise the internal address and data buses. Attention should be given to the bus implementation (precharged or static);
- b) the test software should provide some means of indicating correct execution to the user (for example, toggling the port pin);
- c) the test software should enable and exercise all on-board IC peripherals, where practical. In particular, peripherals that can generate fast periodic signals (serial peripherals, some timers) should be configured and exercised to generate these periodic signals. However, if these peripherals significantly contribute to the total radiated emission figure, then the test can be performed, and results reported, with the peripherals enabled and disabled;
- d) the test software should enable all internally generated clock sources that appear on any I/O pin. However, if these clocks significantly contribute to the total radiated emission figure, then the test can be performed, and results reported, with the clocks enabled and disabled.

When it is impractical to execute test software (for example, when the device has no programmable memory and cannot bootstrap code into internal RAM), the test should be performed with the device held in reset. However, this test condition shall be reported with the test results.

## Annex D (informative)

### General test board description

#### D.1 General

The purpose is to describe a universal test board. Such a board is necessary to compare the EMC performance of various ICs from different manufacturers. Constraints are given for those parameters influencing the EMC aspects.

#### D.2 Board description – Mechanical

The board size is  $100^{+3}_{-1}$  mm<sup>2</sup>. Holes may be added at the corners of the board, as shown in Figure D.1. All edges of the board shall be tinned by at least 5 mm, or made conducting in order to make proper contact with the TEM cell, if used. As an alternative, edges may be gold-plated.

The vias at the outer edge of the board shall be at least 5 mm away from that edge.

#### D.3 Board description – Electrical

The drawing in Figure D.1 shall be taken as a guide. A double layer board is proposed as a minimum requirement. However, if functionally needed, layers 2 and 3 or others may be added in between, such that a multi-layer board appears.

Layer 1 shall always be used as the ground plane. Layer 4 allows other signals, but shall be left as intact as possible, in order to be a ground plane as well. At least the area in layer 1 underneath the IC shall be left as a ground plane.

The PCB shall be made in such a way that only the IC package remains on one side (layer 1) and all other components and trace patterns remain on the opposite layer (layer 4).

#### D.4 Ground planes

The ground planes (layers 1 and 4) shall be interconnected by means of vias. These vias shall be placed at the following positions over the board as described in Table D.1.

**Table D.1 – Position of vias over the board**

| Via position | Location                              |
|--------------|---------------------------------------|
| 1            | All around, at the edges of the board |
| 2            | Just outside the DUT area             |
| 3            | Just inside, underneath the IC area   |

The ground plane at layer 1 shall be continued between vias, at position 2. As such, the ground plane at layer 1 is continued over the whole board.

If possible the same shall be done for layer 4, but the possibility to do so depends on the IC package and the space available.

## **D.5 Package pins**

### **D.5.1 General**

All functionally necessary components other than the IC shall be mounted on layer 4. It is therefore necessary to feed I/O and other required pins from layer 1 to layer 4. The loop areas, trace length, via placement and component orientation shall be so optimized that minimum loop areas are obtained.

### **D.5.2 DIL packages**

These packages do not require vias, as plated-through hole pins are considered present, or established by the pins themselves.

### **D.5.3 SOP, PLCC, QFP packages**

These packages require the use of vias. The vias should preferably be centred in the pads used for soldering the ICs. Preferably, these vias should be placed at position 3, Table D.1, to minimize the loop area involved in which the IC currents will flow.

### **D.5.4 PGA packages**

These packages do not require vias, as plated through-hole pins are considered present or established by the pins themselves.

### **D.5.5 BGA packages**

These packages require the use of vias. The vias for power supply and ground interconnection should preferably be located in accordance with the manufacturer's recommendations.

## **D.6 Via diameters**

All vias at position 1 shall have a hole diameter of 0,8 mm. All other vias shall have a diameter of  $\geq 0,2$  mm.

## **D.7 Via distance**

Via placement shall be controlled as follows for the applicable frequency range, for example,  $\lambda/10$ . The maximum lateral distance between vias connecting layer 1 to layer 4 (positions 1, 2 and 3) shall be 10 mm. Vias for signal traces shall be placed as close as possible to those vias connecting layer 1 to layer 4.

## **D.8 Additional components**

All additional components shall be mounted at layer 4. They shall be placed in such a way that they do not interfere with the constraints as set for layers 1 and 4 and interconnecting vias.

## **D.9 Supply decoupling**

### **D.9.1 General**

To obtain reproducible data of measurement, adequate supply decoupling is required in accordance with the test board specifications. Decoupling capacitors on the test board shall be classified into two groups, as described in D.9.2. and D.9.3. The values and layout

positions of the decoupling capacitors and other decoupling components shall be stated in the individual test report.

#### **D.9.2 IC decoupling capacitors**

Supply decoupling for the IC shall be in accordance with the manufacturer's recommendations. IC decoupling capacitors, if any, shall be connected to the ground plane in layer 4, underneath the IC, as described in Clause D.3 and in Figure D.1, to maintain the proper operation of the DUT. The value and layout position of a decoupling capacitor of each supply pin of the DUT may be as advised by the manufacturer, or otherwise, as long as stated in the test report.

#### **D.9.3 Power supply decoupling for the test board**

Impedance of the test board power supply may affect the measurement results if the power supply decoupling is not adequately designed. To control the supply impedance of the test board for any external power supply which may be used in the measurement, a group of decoupling capacitors shall be located on the test board. Their values and layout positions shall be as described in the individual measurement standards, or otherwise, as long as stated in the test report.

#### **D.10 I/O load**

Additional components necessary to load or activate the IC shall be mounted on layer 4, preferably directly underneath the IC package area. This includes the necessary ports to allow IC monitoring during the RF immunity test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-1:2018



## Bibliography

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61967-2, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 2: Measurement of radiated emissions – TEM cell and wideband TEM cell method*

IEC TS 61967-3, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method*

IEC 61967-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Measurement of conducted emissions, 1  $\Omega$ /150  $\Omega$  direct coupling method*

IEC 61967-5, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 5: Measurement of conducted emissions – Workbench Faraday Cage method*

IEC 61967-6, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method*

IEC 61967-8, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 8: Measurement of radiated emissions – IC stripline method*

IEC 62132-1, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 1: General conditions and definitions*

CISPR 25:2008, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Third edition (2008). This third edition was replaced in 2016 by a fourth edition CISPR 25:2016, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers*.

## SOMMAIRE

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                  | 28 |
| 1 Domaine d'application .....                                                       | 30 |
| 2 Références normatives .....                                                       | 30 |
| 3 Termes et définitions .....                                                       | 30 |
| 4 Conditions d'essai .....                                                          | 35 |
| 4.1 Généralités .....                                                               | 35 |
| 4.2 Conditions ambiantes.....                                                       | 35 |
| 4.2.1 Généralités .....                                                             | 35 |
| 4.2.2 Température ambiante.....                                                     | 35 |
| 4.2.3 Intensité ambiante du champ de radiofréquences .....                          | 35 |
| 4.2.4 Autres conditions ambiantes .....                                             | 35 |
| 4.2.5 Stabilité du CI dans le temps .....                                           | 35 |
| 5 Appareillage d'essai .....                                                        | 35 |
| 5.1 Généralités .....                                                               | 35 |
| 5.2 Blindage .....                                                                  | 36 |
| 5.3 Appareil de mesure de radiofréquences .....                                     | 36 |
| 5.3.1 Généralités .....                                                             | 36 |
| 5.3.2 Récepteur de mesure .....                                                     | 36 |
| 5.3.3 Analyseur de spectres .....                                                   | 36 |
| 5.3.4 Autre largeur de bande de résolution pour les émissions à bande étroite ..... | 36 |
| 5.3.5 Type d'émission, type de détecteur et vitesse de balayage .....               | 36 |
| 5.3.6 Largeur de bande vidéo .....                                                  | 37 |
| 5.3.7 Vérification de l'étalonnage de l'appareil de mesure de radiofréquences.....  | 37 |
| 5.4 Gamme de fréquences .....                                                       | 37 |
| 5.5 Préamplificateur ou atténuateur .....                                           | 37 |
| 5.6 Gain du système .....                                                           | 37 |
| 5.7 Autres composants.....                                                          | 37 |
| 6 Montage d'essai .....                                                             | 38 |
| 6.1 Généralités .....                                                               | 38 |
| 6.2 Carte à circuit imprimé d'essai .....                                           | 38 |
| 6.3 Chargement des broches du CI.....                                               | 38 |
| 6.4 Exigences relatives à l'alimentation – Alimentation de la carte d'essai .....   | 39 |
| 6.5 Considérations spécifiques au CI .....                                          | 39 |
| 6.5.1 Tension d'alimentation du CI.....                                             | 39 |
| 6.5.2 Découplage du CI .....                                                        | 39 |
| 6.5.3 Activité du CI .....                                                          | 39 |
| 6.5.4 Lignes directrices concernant le fonctionnement du CI .....                   | 40 |
| 7 Procédure d'essai.....                                                            | 40 |
| 7.1 Vérification du niveau de bruit ambiant des radiofréquences .....               | 40 |
| 7.2 Vérification opérationnelle.....                                                | 40 |
| 7.3 Procédures spécifiques.....                                                     | 40 |
| 8 Rapport d'essai .....                                                             | 40 |
| 8.1 Généralités .....                                                               | 40 |
| 8.2 Niveau de bruit ambiant des radiofréquences.....                                | 40 |
| 8.3 Description du dispositif .....                                                 | 41 |
| 8.4 Description du montage .....                                                    | 41 |

|                        |                                                                                                     |    |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.5                    | Description du logiciel.....                                                                        | 41 |
| 8.6                    | Présentation des données.....                                                                       | 41 |
| 8.6.1                  | Généralités.....                                                                                    | 41 |
| 8.6.2                  | Représentation graphique.....                                                                       | 41 |
| 8.6.3                  | Données de mesure.....                                                                              | 41 |
| 8.6.4                  | Traitement des données .....                                                                        | 41 |
| 8.7                    | Limites d'émission RF .....                                                                         | 41 |
| 8.8                    | Interprétation des résultats .....                                                                  | 41 |
| 8.8.1                  | Comparaison des CI selon la même méthode d'essai .....                                              | 41 |
| 8.8.2                  | Comparaison des différentes méthodes d'essai .....                                                  | 42 |
| 8.8.3                  | Corrélation avec les méthodes d'essai du module.....                                                | 42 |
| Annexe A (informative) | Tableaux de comparaison des méthodes d'essai .....                                                  | 43 |
| Annexe B (informative) | Diagramme séquentiel du code d'essai d'un compteur .....                                            | 45 |
| Annexe C (informative) | Description du logiciel dans une application du cas le plus défavorable .....                       | 46 |
| Annexe D (informative) | Description de la carte d'essai générale .....                                                      | 47 |
| D.1                    | Généralités .....                                                                                   | 47 |
| D.2                    | Description de la carte – Mécanique .....                                                           | 47 |
| D.3                    | Description de la carte – Electrique.....                                                           | 47 |
| D.4                    | Plans de masse .....                                                                                | 47 |
| D.5                    | Broches du boîtier.....                                                                             | 48 |
| D.5.1                  | Généralités.....                                                                                    | 48 |
| D.5.2                  | Boîtiers DIP .....                                                                                  | 48 |
| D.5.3                  | Boîtiers SOP, PLCC, QFP .....                                                                       | 48 |
| D.5.4                  | Boîtiers PGA.....                                                                                   | 48 |
| D.5.5                  | Boîtiers BGA.....                                                                                   | 48 |
| D.6                    | Diamètre des trous de liaison.....                                                                  | 48 |
| D.7                    | Distance entre les trous de liaison .....                                                           | 48 |
| D.8                    | Composants supplémentaires .....                                                                    | 48 |
| D.9                    | Découplage de l'alimentation .....                                                                  | 49 |
| D.9.1                  | Généralités.....                                                                                    | 49 |
| D.9.2                  | Condensateurs de découplage du CI .....                                                             | 49 |
| D.9.3                  | Découplage de l'alimentation de la carte d'essai.....                                               | 49 |
| D.10                   | Charge d'entrée/sortie .....                                                                        | 49 |
| Bibliographie.....     |                                                                                                     | 51 |
| Figure B.1             | – Organigramme séquentiel du code d'essai.....                                                      | 45 |
| Figure D.1             | – Exemple de carte pour l'essai d'émissions .....                                                   | 50 |
| Tableau 1              | – Réglages par défaut des bandes et des largeurs de bande de résolution du récepteur de mesure..... | 36 |
| Tableau 2              | – Paramétrages par défaut d'un analyseur de spectres et des largeurs de bandes de résolution.....   | 36 |
| Tableau 3              | – Recommandations pour le chargement des broches du CI.....                                         | 39 |
| Tableau A.1            | – Émission conduite .....                                                                           | 43 |
| Tableau A.2            | – Émission rayonnée.....                                                                            | 44 |
| Tableau D.1            | – Position des trous de liaison sur la carte .....                                                  | 47 |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## CIRCUITS INTÉGRÉS – MESURE DES ÉMISSIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES –

### Partie 1: Conditions générales et définitions

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61967-1 a été établie par le sous-comité 47A: Circuits intégrés, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) la gamme de fréquences 150 kHz à 1 GHz a été supprimée du titre;
- b) un palier de fréquences au-dessus de 1 GHz a été ajouté dans le Tableau 1, le Tableau 2 et au Paragraphe 5.4;

- c) le Tableau A.1 a été divisé en deux tableaux et l'IEC 61967-8 a été ajoutée au Tableau A.2 de l'Annexe A;
- d) la description générale de la carte d'essai a été déplacée à l'Annexe D.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| FDIS          | Rapport de vote |
|---------------|-----------------|
| 47A/1062/FDIS | 47A/1066/RVD    |

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61967, publiées sous le titre général *Circuits intégrés – Mesure des émissions électromagnétiques* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

# **CIRCUITS INTÉGRÉS – MESURE DES ÉMISSIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES –**

## **Partie 1: Conditions générales et définitions**

### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 61967 fournit des informations générales et des définitions sur la mesure des perturbations électromagnétiques conduites et rayonnées par les circuits intégrés. Elle décrit également les conditions de mesure, l'appareillage et le montage d'essai, ainsi que les procédures d'essai et le contenu des rapports d'essai. L'Annexe A fournit des tableaux de comparaison des méthodes d'essai permettant de choisir la ou les méthodes de mesure appropriées.

Le présent document a pour objet de définir des conditions générales afin d'établir un environnement d'essai uniforme et d'obtenir une mesure quantitative des perturbations RF par les circuits intégrés (CI). Il décrit les paramètres fondamentaux supposés avoir une incidence sur les résultats des essais. Tout écart par rapport au présent document est consigné de manière explicite dans les rapports d'essai. Les résultats des mesures peuvent être utilisés notamment à des fins de comparaison.

La mesure de la tension et du courant des émissions RF conduites ou des perturbations RF rayonnées provenant d'un circuit intégré dans des conditions contrôlées, fournit des informations sur les perturbations RF potentielles dans une application du circuit intégré.

La gamme de fréquences applicable est décrite dans chaque partie de l'IEC 61967.

### **2 Références normatives**

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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, *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*

### **3 Termes et définitions**

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

### 3.1

#### **réseau fictif**

##### **AN**

réseau présentant une impédance de charge de référence (simulée) au dispositif en essai (par exemple, lignes électriques ou de télécommunications prolongées) qui permet de mesurer les tensions perturbatrices RF et qui isole l'appareil de l'alimentation ou des charges à une gamme de fréquences donnée

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "AN" est dérivé du terme anglais développé correspondant "artificial network".

### 3.2

#### **équipements associés, pl**

transducteurs (par exemple sondes, réseaux et antennes) connectés à un récepteur de mesure ou à un générateur d'essai; également les transducteurs utilisés dans le trajet de transmission des signaux ou des perturbations entre un dispositif en essai et un appareil de mesure ou un générateur de signaux (d'essai)

### 3.3

#### **perturbation à large bande**

##### **émission à large bande**

perturbation électromagnétique dont la largeur de bande est supérieure à celle d'un appareil de mesure, d'un récepteur ou d'un dispositif susceptible donné

Note 1 à l'article: Pour certaines applications, des composantes spectrales particulières d'une perturbation à large bande peuvent être considérées comme des perturbations à bande étroite.

Note 2 à l'article: Émission dont la largeur de bande est supérieure à celle d'un appareil de mesure ou d'un récepteur donné.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-06-11, modifié – La Note 2 à l'article et le deuxième terme privilégié "émission à large bande" ont été ajoutés.]

### 3.4

#### **tension en mode commun**

tension de perturbation asymétrique, moyenne des phaseurs qui représentent les tensions entre chaque conducteur et une référence arbitraire, généralement la terre ou la masse

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-09, modifié – Le mot "perturbation" a été ajouté au terme admis.]

### 3.5

#### **courant en mode commun**

somme vectorielle des courants traversant deux conducteurs ou plus à une section spécifiée d'un plan mathématique entrecoupé par ces conducteurs

### 3.6

#### **émission conduite**

transitoire et/ou autre perturbation observée aux bornes externes d'un dispositif pendant son fonctionnement normal

### 3.7

#### **perturbation continue**

perturbation électromagnétique dont l'effet sur un dispositif ou un appareil donné ne peut être décomposé en une suite d'effets distincts

Note 1 à l'article: Perturbation RF d'une durée supérieure à 200 ms à la sortie de la fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, provoquant une déviation de l'aiguille d'un récepteur de mesure en mode de détection de quasi-crête qui ne diminue pas immédiatement.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-11, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

### 3.8

#### **DUT**

#### **dispositif en essai**

dispositif, appareil ou système soumis à une évaluation

Note 1 à l'article: Tel qu'il est utilisé dans le présent document, le dispositif en essai désigne un dispositif à semiconducteurs soumis à essai.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "DUT" est dérivé du terme anglais développé correspondant "device under test".

### 3.9

#### **réduction de la taille d'une puce**

réduction de la taille d'une puce reposant sur l'utilisation d'un procédé de fabrication avancé, notamment par une technologie de lithographie plus fine et l'emploi de masques.

### 3.10

#### **courant en mode différentiel**

dans un câble à deux conducteurs, ou pour deux conducteurs particuliers d'un câble multiconducteur, moitié du module de la différence des phaseurs représentant les courants dans chaque conducteur

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-38]

### 3.11

#### **tension en mode différentiel**

tension entre deux conducteurs donnés d'un ensemble de conducteurs

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-08, modifié – Le deuxième terme privilégié, "tension asymétrique", a été supprimé.]

### 3.12

#### **perturbation discontinue**

perturbation électromagnétique dont l'effet sur un dispositif ou un appareil donné peut être décomposé en une suite d'effets distincts

Note 1 à l'article: Il est reconnu que cette définition ne caractérise pas la perturbation indépendamment de l'effet qu'elle produit. En pratique, il convient de rapporter toute mesure d'une perturbation à son effet sur un dispositif susceptible donné.

Note 2 à l'article: Pour les claquements dénombrés, perturbation d'une durée inférieure à 200 ms à la sortie de la fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, provoquant une déviation transitoire de l'aiguille d'un récepteur de mesure en mode de détection de quasi-crête.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-28, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

### 3.13

#### **carte à circuit imprimé de petit format**

carte à circuit imprimé d'une longueur et d'une largeur inférieures à  $\lambda/2$ , par exemple 100 mm à 150 mm à 1 GHz

### 3.14

#### **CEM**

#### **compatibilité électromagnétique**

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement

**3.15****émission électromagnétique**

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique

**3.16****rayonnement électromagnétique****émission rayonnée**

- 1) processus par lequel une source fournit de l'énergie vers l'espace extérieur sous forme d'ondes électromagnétiques
- 2) énergie transportée dans l'espace sous forme d'ondes électromagnétiques

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-10, modifié – Le deuxième terme privilégié, "émission rayonnée", a été ajouté.]

**3.17****limite d'émission**

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

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-03-12]

**3.18****plan de masse de référence**

surface conductrice plate dont le potentiel est utilisé comme référence

[SOURCE: IEC 60050-161:2014, 161-04-36, modifié – La définition a été abrégée et les notes à l'article ont été supprimées.]

**3.19****grille de connexion**

structure de soutien de la puce de silicium qui relie les broches extérieures à la puce

**3.20****récepteur de mesure**

récepteur destiné à la mesure des perturbations à l'aide de différents détecteurs

Note 1 à l'article: Il convient que la largeur de bande du récepteur soit conforme à la valeur spécifiée dans la CISPR 16-1-1.

**3.21****émission à bande étroite**

perturbation électromagnétique, ou composante spectrale d'une perturbation, dont la largeur de bande est inférieure ou égale à celle d'un appareil de mesure, d'un récepteur ou d'un dispositif susceptible donné

Note 1 à l'article: Émission dont la largeur de bande est inférieure à celle d'un appareil de mesure ou d'un récepteur donné.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-06-13, modifié – Le terme "perturbation à bande étroite" a été remplacé par "émission à bande étroite" et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

**3.22****détecteur de crête**

détecteur qui fournit une tension de sortie égale à la valeur de crête du signal appliqué

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-24]

### 3.23

#### **bruit de fond du préamplificateur**

bruit thermique inhérent généré par le préamplificateur de premier niveau qui limite la résolution du signal du système de mesure

### 3.24

#### **tension aux bornes du récepteur**

##### **tension antenne**

tension produite par une source de perturbations radioélectriques et mesurée en dB(μV) par un appareil de mesure des perturbations radioélectriques conformément aux exigences de la norme CISPR 16

Note 1 à l'article: Tension extérieure mesurée en dB(μV) à l'entrée d'un appareil de mesure de brouillage radioélectrique conformément aux exigences de la CISPR 16-1-1.

[SOURCE: CISPR 25:2008, 3.8, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

### 3.25

#### **point de référence**

accès ou point spécifique sur le montage d'essai sur lequel est effectuée la mesure du paramètre échantillonné

### 3.26

#### **fréquence de répétition**

nombre de chocs, de pointes de tension ou d'impulsions par unité de temps

### 3.27

#### **conditions ambiantes des radiofréquences, pl**

##### **conditions ambiantes des RF, pl**

environnement électromagnétique

ensemble des phénomènes électromagnétiques existant à un endroit donné

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-01, modifié – Les termes privilégiés "conditions ambiantes des radiofréquences" et "conditions ambiantes des RF" ont été ajoutés et la Note 1 à l'article a été supprimée.]

### 3.28

#### **cage de Faraday**

enceinte fermée par des parois métalliques pleines ou grillagées, destinée à séparer électromagnétiquement l'intérieur et l'extérieur

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-04-37]

### 3.29

#### **modification significative du CI**

modification pouvant influencer les émissions électromagnétiques d'un CI

Note 1 à l'article: Les modifications apportées à un nouveau dispositif, un nouveau fabricant ou procédé, la réduction de la taille d'une puce, un nouveau type de boîtier, un changement de production important, l'horloge interne/externe, la capacité de l'unité d'entrée-sortie, en sont des exemples.

### 3.30

#### **gain du système**

gain (ou affaiblissement) du trajet de mesure entre le point de référence et l'entrée de l'appareil de mesure de radiofréquences

### 3.31

#### plan d'essai

document fourni par le demandeur de l'essai visant à définir les essais à effectuer, l'objet des essais, l'état de fonctionnement du dispositif en essai, les conditions d'essai et les objectifs de performance

Note 1 à l'article: Le plan d'essai guide l'intégralité de la mise en œuvre de l'essai, en faisant référence à la procédure d'essai normalisée, ou en énumérant les révisions ou les amendements concernant le dispositif en essai spécifique.

## 4 Conditions d'essai

### 4.1 Généralités

Ces conditions d'essai par défaut visent à assurer l'uniformité de l'environnement d'essai. Si les utilisateurs de cette procédure ont fixé d'autres valeurs, celles-ci doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

### 4.2 Conditions ambiantes

#### 4.2.1 Généralités

Les conditions ambiantes suivantes doivent être respectées.

#### 4.2.2 Température ambiante

La température ambiante d'essai doit être de  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pour maintenir des conditions de répétabilité. Les émissions du CI peuvent varier en fonction de la température.

#### 4.2.3 Intensité ambiante du champ de radiofréquences

Le niveau de bruit ambiant des radiofréquences doit être au moins de 6 dB inférieur au(x) niveau(x) d'émission le(s) plus bas à mesurer. Ceci doit être vérifié avant d'effectuer les mesures du CI. Le dispositif en essai doit être installé dans le montage d'essai, tel utilisé pour les essais. Le dispositif en essai ne doit pas être activé (par exemple, la tension d'alimentation doit être coupée). Le bruit résiduel doit être mesuré à l'aide d'un balayage. Le rapport d'essai doit comporter une description du niveau de bruit ambiant des radiofréquences.

#### 4.2.4 Autres conditions ambiantes

Toute autre condition ambiante pouvant affecter le résultat doit être indiquée dans les rapports d'essai.

#### 4.2.5 Stabilité du CI dans le temps

Le fonctionnement du CI doit être stable dans le temps de sorte que deux mesures, séparées par un intervalle de temps donné, produisent des résultats identiques dans les limites de la variation prévue de la technique de mesure.

## 5 Appareillage d'essai

### 5.1 Généralités

L'appareil décrit dans l'Article 5 est utilisé dans l'ensemble des procédures d'essai décrites dans le présent document. Un appareil spécifique doit être utilisé selon les procédures d'essai.

## 5.2 Blindage

Le blindage nécessaire dépend de la méthode d'essai spécifique et du niveau de bruit ambiant. Un local blindé peut être exigé pour contrôler le niveau de bruit ambiant lors des mesures d'émissions. Une installation non blindée peut être utilisée si le niveau de bruit ambiant est au moins de 6 dB inférieur au niveau le plus bas à mesurer.

## 5.3 Appareil de mesure de radiofréquences

### 5.3.1 Généralités

Des récepteurs de mesure ou des analyseurs de spectres peuvent être utilisés (voir les Tableaux 1 et 2 pour les paramétrages par défaut). Si un récepteur de mesure est utilisé, celui-ci doit être conforme aux exigences de largeur de bande de la CISPR 16-1-1.

### 5.3.2 Récepteur de mesure

**Tableau 1 – Réglages par défaut des bandes et des largeurs de bande de résolution du récepteur de mesure**

| Gamme de fréquences                                          | 150 kHz à 30 MHz | $\geq 30$ MHz |
|--------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| Largeur de bande de résolution du récepteur de mesure à 6 dB | 9 kHz            | 120 kHz       |

### 5.3.3 Analyseur de spectres

**Tableau 2 – Paramétrages par défaut d'un analyseur de spectres et des largeurs de bandes de résolution**

| Gamme de fréquences                                              | 150 kHz à 30 MHz | $\geq 30$ MHz |
|------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| Largeur de bande de résolution de l'analyseur de spectres à 3 dB | 10 kHz           | 100 kHz       |

### 5.3.4 Autre largeur de bande de résolution pour les émissions à bande étroite

Lorsqu'il peut être vérifié que les émissions radioélectriques sont à bande étroite et que la technique de mesure exige un bruit de fond plus bas pour la résolution des signaux mesurés à partir du niveau de bruit ambiant des radiofréquences, une largeur de bande de résolution réduite peut être utilisée.

### 5.3.5 Type d'émission, type de détecteur et vitesse de balayage

Pour déterminer si les émissions sont majoritairement à bande étroite ou à large bande, des mesures peuvent être effectuées au niveau de la largeur de bande par défaut et de l'incrément le plus étroit (un tiers) suivant de la largeur de bande. Si le niveau mesuré des valeurs de crête du spectre est réduit de 5 dB ou plus lorsque la largeur de bande est réduite d'un tiers, les émissions peuvent alors être considérées comme étant majoritairement à large bande.

Les CI numériques commandés par une horloge synchrone constituent des exemples de sources à bande étroite. En général, ils produisent un spectre d'émissions continues dominé par les harmoniques et fractions d'horloge. Pour cette raison, le détecteur choisi n'influence pas les valeurs indiquées. Le détecteur de crête doit être utilisé pour les sources à bande étroite.

Par exemple, les CI produisant un spectre discontinu (tels que les convertisseurs et les circuits logiques asynchrones) constituent des sources à large bande possibles. Ces

dispositifs doivent être mesurés, préférentiellement à l'aide du détecteur de crête, la vitesse de balayage étant réglée pour correspondre à la rapidité de modulation, selon la formule suivante:

$$V_s \leq \frac{2}{3} \times RBW \times f_m$$

où

$V_s$  est la vitesse de balayage, en MHz/s;

$f_{RBW}$  est la largeur de bande de résolution, en MHz;

$f_m$  est la fréquence de modulation, en Hz, définie comme la plus faible fréquence de répétition d'un logiciel ou un autre paramètre de fonctionnement du CI pouvant modifier les émissions RF mesurées.

La vitesse de balayage utilisée doit être choisie de sorte qu'une vitesse de balayage plus lente n'entraîne pas de modification significative des émissions mesurées.

### 5.3.6 Largeur de bande vidéo

La largeur de bande vidéo doit être au moins égale à trois fois la largeur de bande de résolution lorsqu'un analyseur de spectres est utilisé pour les mesures.

### 5.3.7 Vérification de l'étalonnage de l'appareil de mesure de radiofréquences

L'étalonnage de l'appareil de mesure de radiofréquences doit être vérifié en effectuant une comparaison avec un autre appareil étalonné, traçable à un organisme de normalisation reconnu, lorsque des niveaux absolus doivent être consignés.

## 5.4 Gamme de fréquences

La gamme de fréquences recommandée est comprise entre 150 kHz et 1 GHz, mais elle peut être étendue si la procédure spécifique est utilisable sur une gamme de fréquences étendue. La gamme prise en compte peut être plus petite lorsque, en raison de sa fonction, le CI ne produit des émissions que dans cette gamme réduite.

La gamme de fréquences applicable est décrite dans chaque partie de l'IEC 61967.

## 5.5 Préamplificateur ou atténuateur

Si nécessaire, un préamplificateur ou un atténuateur, interne ou externe, peut être utilisé. Le facteur de bruit du préamplificateur ou de l'atténuateur doit être inférieur à 10 dB. La résolution minimale pour l'étalonnage du préamplificateur est de 10 points par décade.

## 5.6 Gain du système

Le gain (ou l'affaiblissement) entre le point de référence et l'entrée de l'appareil de mesure de radiofréquences doit être vérifié à  $\pm 0,5$  dB près.

## 5.7 Autres composants

Les caractéristiques des câbles, connecteurs et terminaisons qui ne se trouvent pas sur le trajet de mesure entre le point de référence et l'entrée de l'appareil de mesure de radiofréquences pouvant cependant influencer sur le résultat de la mesure doivent être vérifiées sur la gamme de fréquences prévue.

## **6 Montage d'essai**

### **6.1 Généralités**

Les essais doivent être réalisés selon un plan d'essai, lequel doit figurer dans le rapport d'essai. Ce rapport doit également comprendre:

- a) un schéma de circuit de l'application (découplage de l'alimentation, charge du bus, CI périphériques, etc.);
- b) une description de la carte à circuit imprimé sur laquelle est fixé le CI (implantation);
- c) les conditions réelles de fonctionnement du CI (tension d'alimentation, signaux de sortie, etc.);
- d) une description du type de logiciel contrôlant le ou les CI, s'il y a lieu.

Toutes les variations doivent figurer dans le rapport d'essai. Aucune connexion aux équipements auxiliaires ne doit influencer sur les résultats des essais.

D'autres exigences particulières sont décrites dans les procédures d'essai.

### **6.2 Carte à circuit imprimé d'essai**

La carte à circuit imprimé d'essai à utiliser dépend de la méthode de mesure spécifique. Les spécifications d'une carte d'essai générale de base pour cette famille de normes sont décrites à l'Annexe D du présent document. Il convient que cette carte à circuit imprimé d'essai soit conçue conformément à ces spécifications générales et aux spécifications complémentaires exigées dans le cadre des méthodes de mesure particulières. Tout écart par rapport à cette description doit être indiqué dans les rapports d'essai.

Pour la comparaison des résultats de mesure de différents dispositifs, il est nécessaire d'utiliser une carte à circuit imprimé similaire de conception aussi proche que possible pour la même méthode de mesure.

### **6.3 Chargement des broches du CI**

Lorsqu'une méthode d'essai spécifique n'exige aucune autre charge, les broches du dispositif en essai doivent être chargées conformément au tableau de valeurs par défaut suivant, sauf pour les exceptions indiquées.

**Tableau 3 – Recommandations pour le chargement des broches du CI**

| Type de broche du CI  | Chargement de la broche                                                                                                                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Analogique</b>     |                                                                                                                                        |
| – Alimentation        | Valeur indiquée par le fabricant (ou valeur exigée)                                                                                    |
| – Entrée              | 10 kΩ à la masse (Vss) sauf si le CI dispose d'une terminaison interne                                                                 |
| – Signal de sortie    | 10 kΩ à la masse (Vss) sauf si le CI dispose d'une terminaison interne                                                                 |
| – Puissance de sortie | Chargement nominal indiqué par le fabricant                                                                                            |
| <b>Numérique</b>      |                                                                                                                                        |
| – Alimentation        | Valeur indiquée par le fabricant (ou valeur exigée)                                                                                    |
| – Entrée              | A la masse (Vss) ou 10 kΩ à l'alimentation (Vdd) si la mise à la masse est impossible, sauf si le CI dispose d'une terminaison interne |
| – Sortie              | 47 pF à la masse (Vss)                                                                                                                 |
| <b>Commande</b>       |                                                                                                                                        |
| – Entrée              | A la masse (Vss) ou 10 kΩ à l'alimentation (Vdd) si la mise à la masse est impossible, sauf si le CI dispose d'une terminaison interne |
| – Sortie              | Valeur indiquée par le fabricant                                                                                                       |
| – Bidirectionnelle    | 47 pF à la masse (Vss)                                                                                                                 |
| – Analogique          | Valeur indiquée par le fabricant (ou valeur exigée)                                                                                    |

Les broches qui n'appartiennent à aucune des catégories indiquées doivent être chargées selon les fonctions exigées et indiquées dans le rapport d'essai. Il s'agit de valeurs par défaut recommandées; si d'autres valeurs sont plus adéquates pour un CI particulier, elles peuvent remplacer les valeurs du Tableau 3 et doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

#### **6.4 Exigences relatives à l'alimentation – Alimentation de la carte d'essai**

Le dispositif sous essai doit être alimenté par une source à faibles émissions RF conduites conforme aux exigences des conditions ambiantes des radiofréquences. En cas d'utilisation d'un accumulateur, celui-ci doit satisfaire aux exigences du CI et le niveau de tension doit être vérifié périodiquement afin de conserver un environnement de fonctionnement uniforme. Une alimentation en courant alternatif peut être utilisée si elle satisfait à l'exigence de faibles émissions RF. L'ensemble des lignes électriques reliées au dispositif en essai doit être filtré de manière adéquate conformément aux recommandations du fabricant du CI.

#### **6.5 Considérations spécifiques au CI**

##### **6.5.1 Tension d'alimentation du CI**

La ou les tensions d'alimentation doivent être conformes aux spécifications du fabricant du CI avec une tolérance de  $\pm 5\%$ .

##### **6.5.2 Découplage du CI**

Pour obtenir des données de mesure reproductibles, il convient de réaliser un découplage approprié sur la carte d'essai. Voir Article D.9.

##### **6.5.3 Activité du CI**

Il convient de veiller autant que possible à exploiter pleinement toutes les fonctions disponibles qui contribuent de manière significative aux émissions du CI.

#### **6.5.4 Lignes directrices concernant le fonctionnement du CI**

L'objet est de décrire les paramètres à contrôler afin d'assurer la répétabilité de l'essai pour la fonction ou le type du CI particulier, comme convenu entre le fabricant et l'utilisateur.

Lorsqu'un circuit intégré programmable doit être soumis à essai, le logiciel qui fonctionne en boucle continue doit être conçu de manière à assurer la répétabilité des mesures. Le type de logiciel utilisé pour contrôler le CI (minimum, représentatif ou cas le plus défavorable) doit être indiqué dans le rapport d'essai. Le CI doit être contrôlé par l'un des niveaux de logiciels suivants:

- a) minimum – exécution de la fonction compteur:  
utilisé pour les essais et les comparaisons de base, voir Annexe B;
- b) représentatif – code de production ou de fonctionnement normal:  
utilisé pour les essais représentatifs, exploitation du microprocesseur et des entrées/sorties "normales" à l'aide du code de production;
- c) cas le plus défavorable – exploitation de toutes les entrées/sorties:  
utilisé à des fins de diagnostic, voir Annexe C.

### **7 Procédure d'essai**

#### **7.1 Vérification du niveau de bruit ambiant des radiofréquences**

Mesurer les niveaux de bruit ambiant des radiofréquences pour s'assurer que tout signal ambiant est au moins de 6 dB inférieur au niveau de référence cible. Les données recueillies doivent faire partie du rapport d'essai. Lorsque le niveau de bruit ambiant des radiofréquences est excessif, vérifier l'intégrité du système global, en particulier les câbles d'interconnexion et les connecteurs. Si nécessaire, utiliser une cage de Faraday, un préamplificateur de bruit inférieur ou une largeur de bande de résolution plus étroite pour l'analyseur de spectres. Lorsque le niveau de bruit ambiant des radiofréquences n'est pas suffisamment connu et peut présenter des sources RF locales sporadiques, il est recommandé de vérifier le niveau de bruit ambiant des radiofréquences avec la carte d'essai non alimentée en place et l'analyseur de spectres fonctionnant en mode de maintien maximal pendant 1 h ou la durée exigée pour parvenir à un environnement sûr.

#### **7.2 Vérification opérationnelle**

Mettre le dispositif en essai sous tension et procéder à une vérification opérationnelle complète afin de s'assurer du bon fonctionnement du dispositif et du déroulement normal de l'activité (c'est-à-dire exécution du code d'essai du CI, voir 6.5.4).

#### **7.3 Procédures spécifiques**

Suivre la technique d'essai décrite dans la procédure particulière de mesure d'émissions.

### **8 Rapport d'essai**

#### **8.1 Généralités**

Le rapport d'essai doit contenir suffisamment d'informations pour permettre la reproduction des mesures par une autre installation.

#### **8.2 Niveau de bruit ambiant des radiofréquences**

Le rapport d'essai doit comporter un schéma ou une description des niveaux de bruit ambiant des radiofréquences du système de mesure avec le dispositif en essai non alimenté.

### 8.3 Description du dispositif

Le rapport d'essai doit comporter une description du dispositif (CI) en cours d'évaluation ainsi que toute information pertinente pouvant influencer les caractéristiques d'émission du dispositif (par exemple, numéro du type de CI, date et code de production, brève description fonctionnelle du dispositif tel décrit dans la fiche technique). La ou les fréquences de fonctionnement doivent être indiquées, s'il y a lieu.

### 8.4 Description du montage

Une description du montage d'essai doit être fournie en indiquant clairement toutes les variations par rapport au montage normalisé.

### 8.5 Description du logiciel

Le type de logiciel utilisé pour contrôler le CI, s'il y a lieu, doit être indiqué. Si un code de production est utilisé, le niveau de révision doit être indiqué.

### 8.6 Présentation des données

#### 8.6.1 Généralités

Les données doivent être adaptées au gain ou à l'affaiblissement en entrée afin de représenter les valeurs réelles observées au point de référence, en dB ( $\mu$ V), pour les mesures de tension.

#### 8.6.2 Représentation graphique

Un graphique des données mesurées doit être fourni.

#### 8.6.3 Données de mesure

Un fichier ASCII des données mesurées doit être fourni.

#### 8.6.4 Traitement des données

Un format plus lisible peut être obtenu en lissant ou en moyennant les données brutes. Une description de tout traitement de données utilisé doit figurer dans le rapport d'essai.

### 8.7 Limites d'émission RF

Dans la mesure où le présent document décrit des méthodes de mesure, aucune limite d'émission RF n'est donnée. En général, les limites dépendent de l'application, de la zone et du pays. Ces limites sont déterminées par les exigences fonctionnelles, ainsi que les exigences locales ou autorisées en matière d'émissions.

### 8.8 Interprétation des résultats

#### 8.8.1 Comparaison des CI selon la même méthode d'essai

Les résultats peuvent être comparés directement tant que les mesures sont effectuées dans des conditions identiques. Lorsque des comparaisons sont prévues, il convient que les dispositifs utilisent le même code (par exemple, code d'essai du compteur, Annexe B) et que l'environnement d'essai soit le plus uniforme possible. Il convient d'utiliser la même carte d'essai.

### 8.8.2 Comparaison des différentes méthodes d'essai

A l'heure actuelle, aucune corrélation générale n'a été établie entre les méthodes d'essai spécifiques. Des corrélations ont été démontrées dans des cas spécifiques uniquement. Se référer à l'Annexe A.

### 8.8.3 Corrélation avec les méthodes d'essai du module

Lorsqu'il existe suffisamment de données disponibles pour établir une corrélation entre les valeurs mesurées et les émissions prévues du CI pour une application donnée, cela doit être indiqué dans la méthode d'essai spécifique (par exemple, essais niveau système ou composants du produit). Un certain nombre de facteurs entrent en compte dans le passage des émissions niveau CI au niveau module ou produit. En général, cette corrélation entre le CI et le module se limite à des cas spécifiques où les variables impliquées sont contrôlées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61967-1:2018