

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Resistance welding equipment –
Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements**

**Matériels de soudage par résistance –
Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - 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 - www.iec.ch/searchpub

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

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

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 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

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

A propos de 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

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 - www.iec.ch/searchpub

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

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

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 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

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Resistance welding equipment –
Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements**

**Matériels de soudage par résistance –
Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.160

ISBN 978-2-8322-2257-7

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

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	8
4 General test requirements	9
4.1 Test conditions	9
4.2 Measuring instruments	9
4.3 Artificial mains network	9
4.4 Voltage probe	9
4.5 Antennas	9
5 Test set-up for emission and immunity	9
5.1 General requirements	9
5.2 Ancillary equipment	10
6 Emission tests	10
6.1 Classification of equipment	10
6.1.1 Class A equipment	10
6.1.2 Class B equipment	11
6.2 Test conditions	11
6.2.1 Test conditions for RF tests	11
6.2.2 Test conditions for low-frequency tests	11
6.3 Emission limits	12
6.3.1 Mains terminal disturbance voltage	12
6.3.2 Electromagnetic radiation disturbance	13
6.3.3 Low-frequency emission limits	13
7 Immunity tests	13
7.1 Tests applicability	13
7.2 Test conditions	14
7.3 Immunity performance criteria	14
7.3.1 Performance criteria A	14
7.3.2 Performance criteria B	14
7.3.3 Performance criteria C	14
7.4 Immunity levels	15
8 Documentation for the purchaser/user	16
Annex A (informative) Limits	18
A.1 General	18
A.2 Mains terminal disturbance voltage limits	18
A.3 Electromagnetic radiation disturbance limits	18
A.4 Harmonic current limits	20
A.5 Limits for voltage fluctuations and flicker	22
Annex B (informative) Symbols	24
Bibliography	25
Figure 1 – Test position for H field measurement	10

Table 1 – Immunity levels – Enclosure	15
Table 2 – Immunity levels – AC input power port.....	15
Table 3 – Immunity levels – Ports for measurement and control.....	16
Table A.1 – Mains terminal disturbance voltage limits, idle state	18
Table A.2 – Mains terminal disturbance voltage limits, load conditions.....	18
Table A.3 – Electromagnetic radiation disturbance limits, idle state	19
Table A.4 – Electromagnetic radiation disturbance limits, load conditions	19
Table A.5 – Magnetic field emission limits for Class B equipment	20
Table A.6 – Maximum permissible harmonic current for equipment with input current $I_{1cc} \leq 16$ A	20
Table A.7 – Current emission limits for equipment with 16 A $< I_{1cc} \leq 75$ A other than balanced three-phase equipment	21
Table A.8 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with input current 16 A $< I_{1cc} \leq 75$ A	21
Table A.9 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with input current 16 A $< I_{1cc} \leq 75$ A under specified conditions	21
Table A.10 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with $I_{1cc} \leq 75$ A under specified conditions (d, e, f)	22
Table A.11 – Limits for resistance welding equipment $I_{1cc} \leq 75$ A	23
Table B.1 – Symbols to describe EMC properties.....	24

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RESISTANCE WELDING EQUIPMENT –**Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements****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 62135-2 has been prepared by IEC technical committee 26: Electric welding.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007 and constitutes a technical revision.

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

- update of the applicable limits related to the updated reference to CISPR 11;
- exclusion of the use of narrow band relaxations for RF emission limits;
- update of the applicable limits for harmonics and flicker related to the updated reference to IEC 61000-3-11 and IEC 61000-3-12;
- update of the requirements for voltage dips related to the updated reference to IEC 61000-4-11 and IEC 61000-4-34;

- inclusion of symbols to indicate the RF equipment class and restrictions for use;
- inclusion of EM field immunity test for frequency from 1,4 GHz to 2,7 GHz;
- inclusion of emission limits for class B resistance welding equipment magnetic fields between 150 kHz and 30 MHz.

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

FDIS	Report on voting
26/555FDIS	26/557/RVD

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

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

The list of all the parts of the IEC 62135 series, under the general title *Resistance welding equipment*, can be found on the IEC website.

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

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

RESISTANCE WELDING EQUIPMENT –

Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

1 Scope

This part of IEC 62135 is applicable to equipment for resistance welding and allied processes which are connected to mains supplies with rated voltages up to 1 000 V a.c. r.m.s. This standard does not define safety requirements.

Resistance welding equipment type tested in accordance with, and which has met the requirements of, this standard, is deemed to be in compliance for all applications.

The frequency range covered is from 0 Hz to 400 GHz.

This product EMC standard for resistance welding equipment takes precedence over all aspects of the generic standards and no additional EMC tests are required or necessary.

NOTE 1 Typical allied processes are resistance hard and soft soldering or resistance heating achieved by means comparable to resistance welding equipment.

NOTE 2 Limit values are specified for only part of the frequency range.

Resistance welding equipment are classified as class A and class B equipment.

This part of IEC 62135 specifies

- a) test methods to be used in conjunction with CISPR 11 to determine radiofrequency (RF) emission;
- b) relevant standards and test methods for harmonic current emission, voltage fluctuation and flicker.

NOTE 3 The limits in this standard cannot, however, provide full protection against interference to radio and television reception when the resistance welding equipment is used closer than 30 m to the receiving antenna(e).

NOTE 4 In special cases, when highly susceptible apparatus is being used in close proximity, additional mitigation measures are sometimes employed to further reduce the electromagnetic emissions.

This part of IEC 62135 also defines immunity requirements and test methods for continuous and transient, conducted and radiated disturbances including electrostatic discharges.

NOTE 5 These requirements do not, however, cover extreme cases which are extremely rare.

2 Normative references

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

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

IEC 60050-851, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 851: Electric welding*

IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-11:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12:2011, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

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

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-34, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase*

IEC 62135-1, *Resistance welding equipment – Part 1: Safety requirements for design, manufacture and installation*

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2009/AMD 1:2010

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*

CISPR 16-1-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements*

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

ISO 669, *Resistance welding – Resistance welding equipment – Mechanical and electrical requirements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-161 concerning EMC and the relevant phenomena, given IEC 60050-851, IEC 62135-1 and ISO 669 on resistance welding equipment, as well as the following, apply.

3.1

cable port

point at which a conductor or a cable is connected to the apparatus

Note 1 to entry: Examples are signal, control and power ports.

Note 2 to entry: The welding circuit of resistance welding equipment is not a cable port but is part of the enclosure port.

3.2

conventional load

load condition with the electrodes short-circuiting as defined in ISO 669

3.3

conventional value

standardized value that is used as a measure of a parameter for the purposes of comparison, calibration, testing, etc.

Note 1 to entry: Conventional values do not necessarily apply during the actual welding process.

3.4

enclosure port

physical boundary of the apparatus through which electro-magnetic fields may radiate or impinge

3.5

EUT

equipment under test

3.6

idle state

operating mode in which the power is switched on, but the welding circuit is not energized

3.7

port

particular interface of the specified apparatus with the external electro-magnetic environment

3.8

small equipment

equipment, either positioned on a table top or standing on the floor which, including its cables fits in a cylindrical test volume of 1,2 m in diameter and 1,5 m above the ground plane

[SOURCE: CISPR 11:2009/AMD1:2010, 3.10]

4 General test requirements

4.1 Test conditions

Tests shall be carried out on completely assembled equipment representative of the series production. Tests shall be performed within the specified operating conditions for the apparatus at its rated supply voltage and frequency as given in IEC 62135-1. Results obtained for RF emission and immunity at 50 Hz are valid for the same model operating at 60 Hz and vice versa.

4.2 Measuring instruments

The measuring equipment shall comply with the requirements of CISPR 16-1-1 and the standards referred to in Tables 1, 2 and 3 as applicable.

4.3 Artificial mains network

Measurement of the mains terminal disturbance voltage shall be made using an artificial mains network, if commercially available, consisting of 50 Ω /50 μ H V-network as specified in CISPR 16-1-2.

The artificial network is required to provide a defined impedance at RF across the mains supply at the point of measurement and also to provide for isolation of the equipment under test from ambient noise on the power lines.

4.4 Voltage probe

A voltage probe as specified in CISPR 16-1-2 shall be used when the artificial mains network cannot be used. The probe is connected sequentially between each line and the reference earth. The probe shall consist of a blocking capacitor and a resistor such that the total resistance between the line and earth is at least 1 500 Ω . The effect on the accuracy of measurement of the capacitor or any other device which may be used to protect the measuring receiver against dangerous currents shall be either less than 1 dB or allowed for in calibration.

4.5 Antennas

In the frequency range from 30 MHz to 1 GHz the antenna(s) used shall be as specified in CISPR 16-1-4. Measurements shall be made for both horizontal and vertical polarization. The nearest point of the antenna(s) to the ground shall be not less than 0,2 m.

5 Test set-up for emission and immunity

5.1 General requirements

Emission and immunity testing shall be carried out on a representative resistance welding installation as described below. Resistance welding equipment tested in such an installation shall be considered to have met the necessary requirements of this standard.

In any situation where it is necessary to re-test the equipment to show compliance with this standard the test setup originally chosen shall be used in order to guarantee consistency of the results, unless it is agreed by the manufacturer to do otherwise.

If the resistance welding equipment is part of an installation, or can be connected to auxiliary equipment, then the resistance welding equipment shall be tested whilst connected to the minimum configuration of auxiliary equipment necessary to exercise the ports. If the resistance welding equipment has a large number of similar ports or ports with many similar connections, then a sufficient number shall be selected to simulate actual operating conditions and to ensure that all the different types of termination are covered.

Measurements to determine compliance with the low-frequency emission limits shall be made in accordance with the test procedures of relevant basic and referenced standards.

For electromagnetic radiation disturbance tests the separation between the antenna and the equipment under test shall be as specified in Clause 6 of CISPR 11:2009.

For radiated emission test in the frequency range between 150 kHz and 1 MHz, the antenna shall be positioned on the axis z , as given in Figure 1, perpendicular to the plane x,y of the welding circuit.

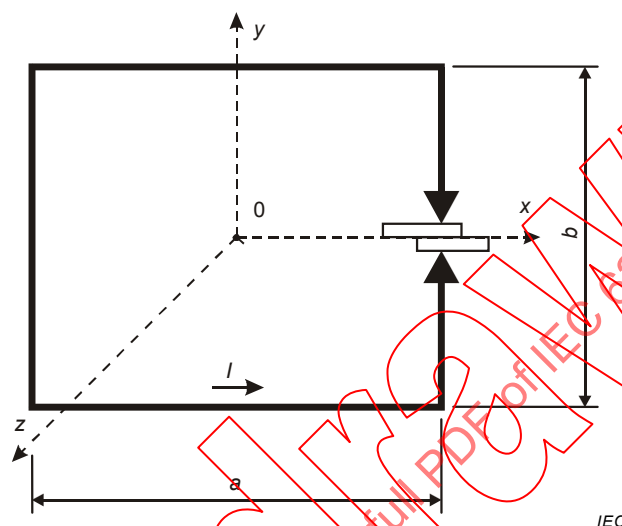


Figure 1 – Test position for H field measurement

Specific test set-up geometries for immunity tests are found in the basic standards referred to in Tables 1, 2 and 3.

Class A resistance welding equipment may be measured either on a test site or *in situ* as preferred by the manufacturer.

NOTE Due to size, complexity or operating conditions, some resistance welding equipment are sometimes measured *in situ* in order to show compliance with the radiation disturbance limits specified herein.

Class B resistance welding equipment shall be measured on a test site.

The configuration of the resistance welding equipment under test shall be precisely noted in the test report.

5.2 Ancillary equipment

Ancillary equipment shall be tested in conjunction with the resistance welding equipment. It shall be connected, installed, configured and operated as recommended by the manufacturer.

6 Emission tests

6.1 Classification of equipment

6.1.1 Class A equipment

Class A equipment is intended for use in locations other than residential locations where the electrical power is provided by the public low-voltage supply system.

Class A equipment shall meet class A limits in accordance with 6.3.

6.1.2 Class B equipment

Class B equipment is suitable for use in all locations, including residential locations where the electrical power is provided by the public low-voltage supply system.

Class B equipment shall meet class B limits in accordance with 6.3.

6.2 Test conditions

6.2.1 Test conditions for RF tests

Measurements to determine compliance with the emission limits shall be made in accordance with the test procedures in CISPR 11 and as detailed below, using the test set-up given in Clause 5.

Resistance welding equipment is extremely diverse in its design and working conditions. It shall be tested under the following conditions:

- a) idle state
- b) loaded
 - set up the welding circuit to minimize the impedance and to produce the highest flow of current (i.e., using minimum arms length and gap);
 - set up the electrodes in short-circuit condition;
 - adjust the current to obtain the highest emission, if means of adjustment is provided;

NOTE For thyristor-controlled equipment, an ignition delay angle of 90° typically gives the highest emission value.
 - select a duty cycle and a welding heat time appropriate for the tested resistance welding equipment and the requirements of the measuring instrumentation.

The test parameters chosen shall be fully documented.

6.2.2 Test conditions for low-frequency tests

Resistance welding equipment is extremely diverse in its design and working conditions. It shall be tested under the following conditions:

- set up the welding circuit to minimize the impedance and to produce the highest flow of current;
- set up the electrodes in short-circuit condition;
- adjust the current to obtain the highest emission, if means of adjustment is provided;
- calculate the equipment duty cycle X at the maximum welding current based on Formula (1) and

$$X = \frac{(I_{2P})^2}{(I_{2CC})^2} \quad (1)$$

where

I_{2P} is the permanent output current;

I_{2CC} is the maximum short circuit welding current;

- select an observation period and a welding heat time appropriate for the calculated duty cycle, the tested resistance welding equipment and the requirements of the measuring instrumentation.

The test parameters chosen shall be fully documented.

The arithmetic average value of 1,5 s smoothed r.m.s. supply current values (I_{ref} as per IEC 61000-3-12) shall be measured when the welding equipment is delivering its maximum rated output current $I_{2\text{CC}}$.

For welding equipment with a rated maximum supply current $I_{1\text{CC}}$ below 16 A, the reference current I_{ref} for the definition of limits shall be 16 A.

The maximum and arithmetic average values of 1,5 s smoothed r.m.s. harmonic current values in each Discrete Fourier Transform (DFT) time window shall be determined over one or more full thermal cycle(s) including the idle state period.

The same welding heat time shall be used for determination of I_{ref} and the harmonic component values.

NOTE An idle state period of more than 10 % is not a stand-by mode as defined in IEC 61000-3-12, but an operational mode of the welding equipment within its full thermal cycle.

6.3 Emission limits

6.3.1 Mains terminal disturbance voltage

6.3.1.1 Idle state

The mains terminal disturbance voltage limits for class A resistance welding equipment in idle state, regardless of the rated input power, are given in Table 2 of CISPR 11:2009 in the column for a rated input power less than or equal to 20 kVA.

The mains terminal disturbance voltage limits for class B resistance welding equipment in idle state are given in Table 3 of CISPR 11:2009.

The EUT shall meet either both average and quasi-peak limits using the corresponding detectors or the average limit when using the quasi-peak detector.

6.3.1.2 Loaded

The mains terminal disturbance voltage limits for class A resistance welding equipment are the Group 2 limits given in Table 6 of CISPR 11:2009. The appropriate set of limits shall be selected in accordance with the maximum rated input power of the equipment, calculated using the rated maximum input current $I_{1\text{CC}}$.

The mains terminal disturbance voltage limits for class B resistance welding equipment are the Group 2 limits given in Table 7 of CISPR 11:2009.

The EUT shall meet either both average and quasi-peak limits using the corresponding detectors or the average limit when using the quasi-peak detector.

For class A equipment, impulse noise (clicks) which occurs less than 5 times per minute is not considered.

For class B equipment, impulse noise (clicks) which occurs less than 0,2 times per minute, a relaxation of the limits of 44 dB is allowed. For clicks appearing between 0,2 and 30 times per minute, a relaxation of the limits is allowed of $20 \log (30/N)$ dB (where N is the number of clicks per minute). Criteria for separated clicks can be found in CISPR 14-1.

6.3.2 Electromagnetic radiation disturbance

6.3.2.1 Idle state

The electromagnetic radiation disturbance limits for class A resistance welding equipment in idle state, regardless of the rated input power, are given in Table 4 of CISPR 11:2009 in the columns for a rated input power less than or equal to 20 kVA.

The electromagnetic radiation disturbance limits for class B resistance welding equipment are given in Table 5 of CISPR 11:2009/AMD1:2010.

6.3.2.2 Loaded

The electromagnetic radiation disturbance limits for class A resistance welding equipment in the frequency band 30 MHz to 1 000 MHz are the limits given in Tables 9 (test site) and 18 (in situ) of CISPR 11:2009/AMD1:2010.

The relaxations for class A limits in the frequency ranges 80,872 MHz to 81,848 MHz, 134,786 MHz to 136,414 MHz, 156 MHz to 174 MHz, 188,7 MHz to 190,979 MHz, 400 MHz to 470 MHz are not applicable to resistance welding equipment.

The electromagnetic radiation disturbance limits for class B resistance welding equipment are the Group 2 limits given in Table 11 of CISPR 11:2009/AMD1:2010.

The 20 dB relaxations for class B limits in the frequency ranges 80,872 MHz to 81,848 MHz and 134,786 MHz to 136,414 MHz are not applicable to resistance welding equipment.

6.3.3 Low-frequency emission limits

The limits for

- a) harmonic current emissions are given in IEC 61000-3-2 and IEC 61000-3-12;
- b) voltage fluctuations and flicker are given in IEC 61000-3-3 and IEC 61000-3-11;

and are applicable to resistance welding equipment, as far as covered by the scope of these standards. The applicable standard shall be selected based on the maximum short-circuit input current I_{sc} value.

NOTE For other equipment, no requirements at manufacturing stage are specified. Connection conditions can apply depending on local power supply conditions. IEC TS 61000-3-4, IEC TR 61000-3-6 and IEC TR 61000-3-7 are taken into consideration.

7 Immunity tests

7.1 Tests applicability

Resistance welding equipment that does not contain electronic control circuitry is deemed to fulfil the necessary immunity requirements without testing.

Electric circuits consisting of passive components such as inductors, RF suppression networks, mains frequency transformers, rectifiers, diodes and resistors are not considered to be electronic control circuitry.

The tests for immunity levels for enclosure, a.c. input power port and ports for process measurement and control lines are defined in Tables 1, 2 and 3.

7.2 Test conditions

The resistance welding equipment shall be tested, using the set-up as given in Clause 5. The resistance welding equipment shall be set up with a resistance of 1 k Ω between the electrodes. The output voltage shall be monitored to evaluate the compliance with performance criteria at an ignition delay angle of 90° electric if means of adjustment is provided and the point with the duty cycle and the welding heat time typical of the resistance welding equipment on test or with a continuously flowing output current.

For equipment that cannot operate under the given test conditions, the manufacturers recommendations shall be followed.

Tests that cannot be performed on the complete resistance welding equipment can be performed on its electronic constituent parts.

7.3 Immunity performance criteria

7.3.1 Performance criteria A

The following issues shall be met:

- a) the resistance welding equipment shall continue to operate as intended;
- b) variations of $\pm 10\%$ of the output voltage are admissible;
- c) the pre-set heat time shall not be exceeded;
- d) no interruptions are permitted in the heat time;
- e) in the "single" operating mode, interruption of the welding cycle shall be properly terminated;
- f) in the "repeat", "seam" and "continuous" operating modes, interruption of the cycle by releasing the start switch provided shall be possible;
- g) all controls shall continue to function;
- h) malfunctioning of the semiconductor power switches is inadmissible;
- i) loss of stored data is inadmissible.

7.3.2 Performance criteria B

The following issues shall be met:

- a) variations of $\pm 10\%$ of the output voltage are admissible.
- b) in the case of a current interruption during the intended heat time, the welding cycle is terminated with "no current". Manual reset may be required;
- c) the pre-set heat time shall not be exceeded;
- d) in the "single" operation mode, the welding cycle shall be properly terminated;
- e) in the "repeat", "seam" and "continuous" operating modes, interruption of the cycle by releasing the start switch provided shall be possible;
- f) malfunctioning of the semiconductor power switches is inadmissible;
- g) loss of stored data is inadmissible.

7.3.3 Performance criteria C

The following issues shall be met:

- a) temporary loss of function is allowed, provided that the loss of function is self-recoverable or can be restored by the operator of the controls. This may require the control voltage of the resistance welding equipment to be restored by means of an appropriate switch;

- b) malfunctioning of the semiconductor power switches is inadmissible; temporary loss of function is allowed;
- c) loss of stored programme data is inadmissible, unless it can be restored by the operation of the controls.

7.4 Immunity levels

Immunity levels are given in Table 1 for the enclosure, Table 2 for the a.c. input power port and Table 3 for ports for measurement and control lines.

Table 1 – Immunity levels – Enclosure

Phenomena		Units	Test specification	Basic standard	Remarks	Performance criteria
Radiofrequency EM field, amplitude modulated		MHz V/m (unmod. r.m.s.) % AM (1 kHz)	80 to 1 000 10 80	IEC 61000-4-3	The test level specified is prior to modulation	A
Radiofrequency EM field, amplitude modulated		GHz V/m (unmod. r.m.s.) % AM (1 kHz)	1,4 to 2,0 3 80	IEC 61000-4-3	The test level specified is prior to modulation	A
Radiofrequency EM field, amplitude modulated		GHz V/m (unmod. r.m.s.) % AM (1 kHz)	2,0 to 2,7 1 80	IEC 61000-4-3	The test level specified is prior to modulation	A
Electrostatic discharge	Contact discharge	kV (charge voltage)	$\pm 4^a$	IEC 61000-4-2	See basic standard for applicability of contact and/or air discharge test.	B
	Air discharge	kV (charge voltage)	$\pm 8^a$			B

^a Testing is not required at lower levels than those specified.

Table 2 – Immunity levels – AC input power port

Phenomena	Units	Test specification	Basic standard	Remarks	Performance criteria
Fast transients	kV (peak) Repetition frequency kHz Tr/Th ns	± 2 5 5/50	IEC 61000-4-4	Direct injection	B
Radio-frequency common mode	MHz V (unmod. r.m.s.) % AM (1 kHz)	0,15 to 80 10 80	IEC 61000-4-6	See note The test level specified is prior to modulation	A
Surges	Tr/Th μ s	1,2/50 (8/20)	IEC 61000-4-5	This test is not required when normal functioning cannot be achieved because of the impact of the CDN on the EUT	B
line-to-line	kV (open circuit voltage)	± 1			
line-to-earth	kV (open circuit voltage)	± 2			
Voltage dips	% residual voltage cycles at 50/60Hz	70 25/30	IEC 61000-4-11	Voltage shift at zero crossing	B
	% residual voltage cycle	0 1	IEC 61000-4-34		C

NOTE The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load.

Table 3 – Immunity levels – Ports for measurement and control

Phenomena	Units	Test specification	Basic standard	Remarks	Performance criteria
Fast transients	kV (peak) Tr/Th ns Repetition frequency kHz	± 2 5/50 5	IEC 61000-4-4	Capacitive clamp	B
Radio-frequency common mode	MHz V (unmod. r.m.s.) % AM (1kHz)	0,15 to 80 10 80	IEC 61000-4-6	See note The test level specified is prior to modulation	A
Applicable to measurement and control ports interfacing to cables unless the total length according to the manufacturer's specifications does not exceed 3 m.					
NOTE The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load.					

8 Documentation for the purchaser/user

The documentation made available to the purchaser/user prior to the purchase shall clearly indicate restrictions for use, due to:

- the RF equipment class(class A or class B);
- low-frequency (LF) requirements for the public low voltage supply network connection.

Symbol 1 given in Annex B is recommended to be used for class A equipment to indicate the RF equipment class and restrictions for use.

Symbol 2 given in Annex B is recommended to be used to indicate restrictions for use due to LF requirements for the public low voltage supply network connection.

The user shall be made aware of the fact that proper installation and use of the resistance welding equipment is necessary to minimize possible interfering emissions. The manufacturer or his authorized representative shall be responsible for including instructions and information with each equipment as follows:

- For class B equipment, a written statement that Class B equipment complies with electromagnetic compatibility requirements in industrial and residential environments, including residential locations where the electrical power is provided by the public low-voltage supply system.
- For class A equipment, the following warning or its equivalent shall be included in the instruction manual.

This class A equipment is not intended for use in residential locations where the electrical power is provided by the public low-voltage supply system. There can be potential difficulties in ensuring electromagnetic compatibility in those locations, due to conducted as well as radiated radio-frequency disturbances;

- If the equipment with an input current below 75 A per phase is intended to be connected to public low voltage systems, and it does comply with IEC 61000-3-11 or IEC 61000-3-12 based on system impedance restrictions, the information given in the next paragraph or its equivalent shall be included in the instruction manual. The restriction shall be given as the lower value of the permissible system impedances (in m Ω) or the higher value of the required short circuit power (in MVA) resulting from tests in accordance with these standards. The impedance value may be calculated from the short circuit power value and vice versa.

Provided that the public low voltage system impedance at the point of common coupling is lower than XX m Ω (or the short circuit power is higher than XX MVA), this equipment is compliant with IEC 61000-3-11 and IEC 61000-3-12 and can be connected to public low voltage systems. It is the responsibility of the installer or user of the equipment to ensure,

by consultation with the distribution network operator if necessary, that the system impedance complies with the impedance restrictions;

- d) If the equipment with an input current below 75 A per phase is intended to be connected to public low-voltage systems and does not comply with IEC 61000-3-12, the following information or its equivalent shall be included in the instruction manual:

This equipment does not comply with IEC 61000-3-12. If it is connected to a public low-voltage system, it is the responsibility of the installer or user of the equipment to ensure, by consultation with the distribution network operator, that the equipment may be connected;

- e) Information on any special measures that have to be taken to achieve compliance, for example, the use of shielded cables;
- f) Recommendations on the assessment of the surrounding area, to identify necessary precautions required for the installation and use, to minimize disturbances;
- g) Recommendations on methods to minimize disturbances;
- h) A statement drawing attention to the user's responsibility with respect to interference from welding.

Annex A (informative)

Limits

A.1 General

The limits given in the standards referred to in the normative part of this standard are summarized in Tables A.1 to A.11 for information. As some of the references refer to specific parts of tables of limits given in the referenced documents, only the applicable parts of those tables are duplicated.

A.2 Mains terminal disturbance voltage limits

Source: CISPR 11:2009/AMD1:2010

Table A.1 – Mains terminal disturbance voltage limits, idle state

Frequency range MHz	Class B dB μ V		Class A dB μ V	
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,50	66	56	79	66
	Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	46		
0,50 to 30	56	46	73	60

Table A.2 – Mains terminal disturbance voltage limits, load conditions

Frequency range MHz	Class B dB μ V		Class A maximum rated input power ≤ 75 kVA ^a dB μ V		Class A maximum rated input power > 75 kVA ^a dB μ V	
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,50	66	56	100	90	130	120
	Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	46				
0,50 to 5	56	46	86	76	125	115
5 to 30	60	50	90	80	115	105
			Decreasing linearly with logarithm of frequency to 70	60		

^a The maximum rated input power is calculated using the supply current I_{1cc} .

A.3 Electromagnetic radiation disturbance limits

Source: CISPR 11:2009/AMD1:2010

Table A.3 – Electromagnetic radiation disturbance limits, idle state

Frequency range MHz	Class B dB μ V/m		Class A dB μ V/m	
	10 m measuring distance	3 m measuring distance ^a	10 m measuring distance	3 m measuring distance ^a
30 to 230	30	40	40	50
230 to 1 000	37	47	47	57
^a The limits specified for the 3 m separation distance apply only to small equipment meeting the size criterion defined in 3.8.				

Table A.4 – Electromagnetic radiation disturbance limits, load conditions

Frequency band MHz	Class B		Class A		
	On a test site at 10 m test distance dB μ V/m	On a test site at 3 m test distance ^a dB μ V/m	On a test site at 10 m test distance dB μ V/m	On a test site at 3 m test distance ^a dB μ V/m	At distance <i>D</i> from exterior wall of the building dB μ V/m
30 to 47	30	40	68	78	48
47 to 53,91	30	40	50	60	30
53,91 to 54,56	30	40	50	60	30
54,56 to 68	30	40	50	60	30
68 to 80,872	30	40	63	73	43
80,872 to 81,848	30 ^b	40 ^b	63 ^b	73 ^b	43
81,848 to 87	30	40	63	73	43
87 to 134,786	30	40	60	70	40
134,786 to 136,414	30 ^b	40 ^b	60 ^b	70 ^b	40
136,414 to 156	30	40	60	70	40
156 to 174	30	40	60 ^b	70 ^b	40
174 to 188,7	30	40	50	60	30
188,7 to 190,979	30	40	50 ^b	60 ^b	30
190,979 to 230	30	40	50	60	30
230 to 400	37	47	60	70	40
400 to 470	37	47	60 ^b	70 ^b	40
470 to 1 000	37	47	60	70	40
^a The limits specified for the 3 m separation distance apply only to small equipment meeting the size criterion defined in CISPR 11.					
^b 20 dB relaxation has been removed based on 6.3.2.2					

Table A.5 – Magnetic field emission limits for Class B equipment

Frequency band MHz	Magnetic field $D = 3 \text{ m}$
	Quasi-peak dB($\mu\text{A/m}$)
0,15 to 30	39 Decreasing linearly with the logarithm of frequency to 3

For equipment measured *in situ*, the measuring distance D from the exterior wall of the building in which the equipment is situated equals $(30 + x/a) \text{ m}$ or 100 m whichever is smaller, provided that the measuring distance D is within the boundary of the premises. In the case where the calculated distance D is beyond the boundary of the premises, the measuring distance D equals x or 30 m , whichever is longer.

For the calculation of the above values:

x is the nearest distance between the outside wall of the building in which the equipment is situated and the boundary of the user's premises in each measuring direction;

$a = 2,5$ for frequencies lower than 1 MHz ;

$a = 4,5$ for frequencies equal to, or higher than, 1 MHz .

A.4 Harmonic current limits

Sources: IEC 61000-3-2:2014 and IEC 61000-3-12:2011

Table A.6 – Maximum permissible harmonic current for equipment with input current $I_{1cc} \leq 16 \text{ A}$

Harmonic order n	Harmonic current A
Odd harmonics	
3	3,45
5	1,71
7	1,16
9	0,60
11	0,50
13	0,32
$15 \leq n \leq 39$	$0,23 \times 15/n$
Even harmonics	
2	1,62
4	0,65
6	0,45
$8 \leq n \leq 40$	$0,35 \times 8/n$

Table A.7 – Current emission limits for equipment with $16 \text{ A} < I_{1\text{cc}} \leq 75 \text{ A}$ other than balanced three-phase equipment

Minimum R_{sce}	Admissible individual harmonic current I_h/I_{ref}^a						Admissible harmonic parameters	
	%						%	
	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	THC/I_{ref}	$PWHC/I_{ref}$
33	21,6	10,7	7,2	3,8	3,1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
≥ 350	41	24	15	12	10	8	47	47
The relative values of even harmonics up to order 12 shall not exceed 16/h %. Even harmonics above order 12 are taken into account in THC and $PWHC$ in the same way as odd order harmonics.								
Linear interpolation between successive R_{sce} values is permitted.								
^a I_{ref} = reference current; I_h = harmonic current component.								

Table A.8 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with input current $16\text{ A} < I_{\text{LC}} \leq 75\text{ A}$

Minimum R_{sce}	Admissible individual harmonic current I_h/I_{ref} ^a				Admissible harmonic parameters	
	%				%	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	THC/I_{ref}	$PWHC/I_{ref}$
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
≥ 350	40	25	15	10	48	46

The relative values of even harmonics up to order 12 shall not exceed 16/h %. Even harmonics above order 12 are taken into account in *THC* and *PWHC* in the same way as odd order harmonics.

Linear interpolation between successive R_{sce} values is permitted.

^a I_{ref} = reference fundamental current; I_h = harmonic current component.

Table A.9 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with input current $16\text{ A} < I_{1\text{cc}} \leq 75\text{ A}$ under specified conditions

Minimum R_{sce}	Admissible individual harmonic current I_h/I_{ref} ^a				Admissible harmonic parameters	
	%				%	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	THC/I_{ref}	$PWHC/I_{ref}$
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
≥ 120	40	25	15	10	48	46
The relative values of even harmonics up to order 12 shall not exceed 16/h %. Even harmonics above order 12 are taken into account in <i>THC</i> and <i>PWHC</i> in the same way as odd order harmonics.						
Linear interpolation between successive R_{sce} values is permitted.						
^a I_{ref} = reference fundamental current; I_h = harmonic current component.						

Table A.10 – Current emission limits for balanced three-phase equipment with $I_{1cc} \leq 75$ A under specified conditions (d, e, f)

Minimum R_{sce}	Admissible individual harmonic current I_h/I_{ref}^a												Admissible harmonic parameters	
	%												%	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	I_{17}	I_{19}	I_{23}	I_{25}	I_{29}	I_{31}	I_{35}	I_{37}	THC/I_{ref}	$PWHC/I_{ref}$
33	10,7	7,2	3,1	2	2	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	13	22
≥ 250	25	17,3	12,1	10,7	8,4	7,8	6,8	6,5	5,4	5,2	4,9	4,7	35	70
For R_{sce} equal to 33, the relative values of even harmonics up to order 12 shall not exceed $16/h$ %. The relative values of all harmonics from I_{14} to I_{40} not listed above shall not exceed 1 % of I_{ref}. For $R_{sce} \geq 250$, the relative values of even harmonics up to order 12 shall not exceed $16/h$ %. The relative values of all harmonics from I_{14} to I_{40} not listed above shall not exceed 3 % of I_{ref}. Linear interpolation between both R_{sce} values is permitted.														
^a I_{ref} = reference current; I_h = harmonic current component.														

Table A.6 is applied to equipment other than balanced three-phase equipment and Tables A.7, A.8 and A.9 are applied to balanced three-phase equipment.

Table A.7 may be used for any balanced three-phase piece of equipment.

Table A.9 may be used with balanced three-phase equipments if any one of the following conditions is met:

- a) The phase angle of the 5th harmonic current related to the fundamental phase voltage is in the range of 90° to 150° .

NOTE 1 This condition is normally fulfilled by equipment with an uncontrolled rectifier bridge and capacitive filter, including a 3 % a.c. or 4 % d.c. reactor.

- b) The design of the equipment is such that the phase angle of the 5th harmonic current has no preferential value over time and can take any value in the whole interval (0° , 360°).

NOTE 2 This condition is normally fulfilled by converters with fully controlled thyristor bridges.

- c) The 5th and 7th harmonic currents are each less than 5 % of the reference fundamental current.

NOTE 3 This condition is normally fulfilled by "12-pulse" equipment.

Table A.10 may be used with balanced three-phase equipment if any one of these conditions is met:

- d) The 5th and 7th harmonic currents are each less than 3 % of the reference current during the whole test observation period.

- e) The design of the piece of equipment is such that the phase angle of the 5th harmonic current has no preferential value over time and can take any value in the whole interval [0° , 360°].

- f) The phase angle of the 5th harmonic current related to the fundamental phase-to-neutral voltage is in the range of 150° to 210° during the whole test observation period.

NOTE 4 This condition is normally fulfilled by a 6 pulse converter with a small d.c. link capacitance, operating as a load.

A.5 Limits for voltage fluctuations and flicker

Sources: IEC 61000-3-3:2013 and IEC 61000-3-11:2000

Table A.11 – Limits for resistance welding equipment $I_{1cc} \leq 75$ A

Maximum relative voltage change $d_{\max}$ %	Relative steady-state voltage change d_c %	Short-term flicker indicator P_{st}
7	3,3	1,0

The P_{st} requirement is not applicable to voltage changes caused by manual switching.

Equipment which does not meet the limits given in Table A.10 when tested or evaluated with the reference impedance given in IEC 61000-3-3 is subject to conditional connection, and the manufacturer may either:

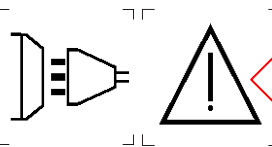
- determine the maximum permissible system impedance $Z_{\max}$ at the interface point of the users supply in accordance with 6.3 of IEC 61000-3-11:2000, and declare $Z_{\max}$ in the instruction manual; or
- test the equipment in accordance with 6.2 of IEC 61000-3-11:2000, and declare in the instruction manual that the equipment is intended for use only in premises having a service current capacity ≥ 100 A per phase.

Annex B (informative)

Symbols

Table B.1 provides symbols for the indication of the RF equipment class and restrictions for use.

Table B.1 – Symbols to describe EMC properties

N°	SOURCE	SYMBOL	FUNCTION, KEYWORD OR PHRASE	APPLICATION
1.	IEC 60417-5109		Not to be used in residential locations where the electrical power is provided by the public low-voltage supply system.	To identify class A equipment and restrictions for use NOTE Symbol can be used on packaging, equipment or documentation for purchaser or user available prior to purchase
2.	IEC 60417-5939 and ISO 7000-0434A combined		Restrictions for the connection to public low voltage supply networks apply	To identify restrictions of use with regard to required supply network parameters NOTE Symbol can be used on packaging, equipment or documentation for purchaser or user available prior to purchase.

Bibliography

IEC 60417-DB:2011¹, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC TS 61000-3-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC TR 61000-3-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems*

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

ISO 7000:2014, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols*

¹ DB refers to IEC online database.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	32
4 Exigences générales d'essai	33
4.1 Conditions d'essai.....	33
4.2 Instruments de mesure	33
4.3 Réseau artificiel d'alimentation	33
4.4 Sonde de tension	33
4.5 Antennes	33
5 Montage pour essai d'émission et d'immunité	34
5.1 Exigences générales.....	34
5.2 Matériels auxiliaires	35
6 Essais d'émission	35
6.1 Classification du matériel	35
6.1.1 Matériel de classe A	35
6.1.2 Matériel de classe B	35
6.2 Conditions d'essai.....	35
6.2.1 Conditions d'essai pour les essais d'émission RF	35
6.2.2 Conditions d'essai pour les essais basse fréquence	36
6.3 Limites d'émission	36
6.3.1 Tension perturbatrice aux bornes du réseau	36
6.3.2 Rayonnement électromagnétique perturbateur	37
6.3.3 Limites d'émission en basse fréquence	38
7 Essais d'immunité	38
7.1 Applicabilité des essais	38
7.2 Conditions d'essai	38
7.3 Critères de performance en immunité	39
7.3.1 Critères de performance A	39
7.3.2 Critères de performance B	39
7.3.3 Critères de performance C	39
7.4 Niveaux d'immunité	39
8 Documentation pour l'acheteur/utilisateur	41
Annexe A (informative) Limites	43
A.1 Généralités	43
A.2 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau	43
A.3 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	44
A.4 Limites des courants harmoniques	45
A.5 Limites pour les fluctuations de tension et le papillotement	48
Annexe B (informative) Symboles	49
Bibliographie.....	50
Figure 1 – Position d'essai pour la mesure du champ H	34

Tableau 1 – Niveaux d'immunité – Enveloppe	40
Tableau 2 – Niveaux d'immunité – Borne d'alimentation en courant alternatif	40
Tableau 3 – Niveaux d'immunité – Bornes de mesure et de commande	41
Tableau A.1 – Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau, état de repos	43
Tableau A.2 – Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau, en charge	43
Tableau A.3 – Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur, état de repos	44
Tableau A.4 – Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur, en charge	44
Tableau A.5 – Valeurs limites d'émission de champ magnétique pour le matériel de classe B	45
Tableau A.6 – Courants harmoniques maximaux admissibles pour un matériel avec un courant d'alimentation $I_{1CC} \leq 16$ A	45
Tableau A.7 – Valeurs limites d'émission de courant pour un matériel avec 16 A $< I_{1CC} \leq 75$ A autre que le matériel triphasé équilibré	46
Tableau A.8 – Valeurs limites d'émission de courant pour le matériel triphasé équilibré avec un courant d'alimentation 16 A $< I_{1CC} \leq 75$ A	46
Tableau A.9 – Valeurs limites d'émission de courant pour le matériel triphasé équilibré avec un courant d'alimentation 16 A $< I_{1CC} \leq 75$ A sous conditions spécifiées	47
Tableau A.10 – Valeurs limites d'émission de courant pour le matériel triphasé équilibré avec $I_{1CC} \leq 75$ A sous conditions spécifiées (d, e, f)	47
Tableau A.11 – Limites pour les matériels de soudage par résistance $I_{1CC} \leq 75$ A	48
Tableau B.1 – Symboles de description des propriétés CEM	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS DE SOUDAGE PAR RÉSISTANCE –

Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)

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 62135-2 a été établie par le comité d'études 26 de l'IEC: Soudage électrique.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

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

- mise à jour des limites applicables conformément à la référence mise à jour à la CISPR 11;
- exclusion de l'utilisation d'allègements à bande étroite pour les limites d'émission RF;
- mise à jour des limites applicables aux harmoniques et au papillotement conformément à la référence mise à jour à l'IEC 61000-3-11 et à l'IEC 61000-3-12;

- mise à jour des exigences relatives aux creux de tension conformément à la référence mise à jour à l'IEC 61000-4-11 et à l'IEC 61000-4-34;
- inclusion de symboles pour indiquer la classe du matériel RF et les restrictions d'utilisation;
- inclusion de l'essai d'immunité aux champs EM pour les fréquences de 1,4 GHz à 2,7 GHz;
- inclusion de limites d'émission pour les champs électromagnétiques des matériels de soudage par résistance de classe B entre 150 kHz et 30 MHz.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
26/555FDIS	26/557/RVD

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

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

La liste de toutes les parties de la série IEC 62135, publiées sous le titre général *Matériels de soudage par résistance*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

MATÉRIELS DE SOUDAGE PAR RÉSISTANCE –

Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62135 est applicable aux matériels de soudage par résistance et procédés connexes qui sont connectés aux réseaux d'alimentation avec des tensions assignées jusqu'à 1 000 V c.a. eff. La présente Norme ne définit pas d'exigences de sécurité.

Les matériels de soudage par résistance ayant fait l'objet d'un essai de type conforme à la présente Norme et qui en ont rempli les exigences sont considérés comme étant en conformité pour toutes les applications.

La gamme de fréquences couvertes est de 0 Hz à 400 GHz.

La présente Norme produit CEM pour les matériels de soudage par résistance prend la préséance sur tous les aspects des normes génériques et aucun essai additionnel CEM n'est exigé ou nécessaire.

NOTE 1 Les procédés connexes typiques sont le brasage tendre et fort par résistance ou le chauffage par résistance par des moyens comparables au matériel de soudage par résistance.

NOTE 2 Les valeurs limites ne sont spécifiées que pour une partie de la gamme de fréquences.

Les matériels de soudage par résistance sont classés en matériels de classe A et de classe B.

La présente partie de l'IEC 62135 spécifie

- a) les méthodes d'essai à utiliser conjointement à la CISPR 11 pour déterminer l'émission radiofréquence (RF);
- b) les normes appropriées et les méthodes d'essai pour l'émission de courant harmonique, la fluctuation de tension et le papillotement.

NOTE 3 Les limites de la présente Norme ne peuvent pas, toutefois, fournir une pleine protection contre les interférences avec la réception de la radio ou la télévision quand le matériel de soudage par résistance est utilisé à moins de 30 m d'une ou de plusieurs antennes réceptrices.

NOTE 4 Dans des cas spéciaux, quand un appareil de grande sensibilité est utilisé dans un voisinage proche, des mesures d'atténuation additionnelles sont parfois utilisées pour réduire davantage les émissions électromagnétiques.

La présente partie de l'IEC 62135 définit les exigences d'immunité et les méthodes d'essai pour les perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques.

NOTE 5 Ces exigences ne couvrent pas, toutefois, les cas extrêmes qui sont extrêmement rares.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60050-851, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 851: Soudage électrique*

IEC 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-11:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Équipements ayant un courant appelé ≤ 75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-12:2011, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé > 16 A et ≤ 75 A par phase*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

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

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-34, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant appelé de plus de 16 A par phase*

IEC 62135-1, *Matériels de soudage par résistance – Partie 1: Exigences de sécurité pour la conception, la fabrication et l'installation*

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2009/AMD 1:2010

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

CISPR 16-1-2, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites*

CISPR 16-1-4, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

ISO 669, *Soudage par résistance – Matériel de soudage par résistance – Exigences mécaniques et électriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-161 relatives à la CEM et aux phénomènes pertinents, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-851, l'IEC 62135-1 et l'ISO 669 relatifs aux matériels de soudage par résistance, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

borne pour câble

borne d'interface au niveau de laquelle un conducteur ou un câble est connecté à l'appareil

Note 1 à l'article: Les exemples sont les bornes pour câble de signal, de commande et de puissance.

Note 2 à l'article: Le circuit secondaire du matériel de soudage par résistance n'est pas une borne pour câble mais une borne incluse à l'enveloppe.

3.2

charge conventionnelle

condition de charge avec les électrodes en court-circuit tel que défini dans l'ISO 669

3.3

valeur conventionnelle

valeur normalisée qui est utilisée comme mesure d'un paramètre à des fins de comparaison, étalonnage, essai, etc.

Note 1 à l'article: Les valeurs conventionnelles ne s'appliquent pas nécessairement au procédé réel de soudage.

3.4

borne incluse à l'enveloppe

frontière physique de l'appareil à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou pénétrer

3.5

EUT

matériel en essai

Note 1 à l'article: L'abréviation "EUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "equipment under test".

3.6

état de repos

état de fonctionnement dans lequel l'alimentation est activée, mais où le circuit de soudage n'est pas sous tension

3.7

borne

interface particulière de l'appareil spécifié avec l'environnement électromagnétique externe

3.8

petit matériel

matériel qui est soit placé sur une table, soit posé sur le sol, et qui tient à l'intérieur d'un volume d'essai cylindrique dont le diamètre ne dépasse pas 1,2 m et dont la hauteur au-dessus du plan au sol ne dépasse pas 1,5 m, y compris ses câbles

[SOURCE: CISPR 11:2009/AMD1:2010, 3.10]

4 Exigences générales d'essai

4.1 Conditions d'essai

Les essais doivent être effectués sur un matériel entièrement assemblé, représentatif de la production en série. Les essais doivent être réalisés dans les conditions de fonctionnement spécifiées pour l'appareil, à sa tension d'alimentation et fréquence assignées comme indiqué dans l'IEC 62135-1. Les résultats obtenus pour l'émission RF et l'immunité à 50 Hz sont valables pour le même appareil utilisé à 60 Hz et inversement.

4.2 Instruments de mesure

Les instruments de mesure doivent satisfaire aux exigences de la CISPR 16-1-1 et aux normes indiquées dans les Tableaux 1, 2 et 3, le cas échéant.

4.3 Réseau artificiel d'alimentation

La tension perturbatrice aux bornes du réseau doit être mesurée en utilisant, si un tel réseau peut être trouvé dans le commerce, un réseau d'alimentation artificiel consistant en un réseau V de 50 Ω /50 μ H tel que spécifié dans la CISPR 16-1-2.

Le réseau artificiel est requis pour fournir une impédance d'alimentation principale définie à la RF au point de mesure et aussi pour isoler le matériel en essai du bruit ambiant sur les lignes d'alimentation.

4.4 Sonde de tension

Une sonde de tension telle que spécifiée dans la CISPR 16-1-2 doit être utilisée quand le réseau artificiel d'alimentation ne peut être utilisé. La sonde est connectée successivement entre chaque phase et la terre de référence. La sonde doit comprendre un condensateur de blocage et une résistance de sorte que la résistance totale entre la phase et la terre soit au moins de 1 500 Ω . L'effet sur la précision de la mesure du condensateur ou de n'importe quel autre dispositif, qui peut être utilisé pour protéger le récepteur de mesure contre les courants dangereux, doit être soit inférieur à 1 dB, soit permis pour l'étalonnage.

4.5 Antennes

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz l'(les)antenne(s) utilisée(s) doit(doivent) être spécifiée(s) dans la CISPR 16-1-4. Les mesures doivent être effectuées pour les deux polarisations horizontale et verticale. Le point le plus proche de l'(des)antenne(s) à la terre ne doit pas être inférieur à 0,2 m.

5 Montage pour essai d'émission et d'immunité

5.1 Exigences générales

Les essais d'émission et d'immunité doivent être réalisés sur une installation représentative de soudage par résistance telle que décrite ci-dessous. Les matériels de soudage par résistance soumis à l'essai dans ces conditions doivent être reconnus comme ayant satisfait aux exigences de la présente Norme.

Dans toute situation où il est nécessaire de soumettre à nouveau à l'essai le matériel afin d'assurer la conformité à la présente norme, on doit utiliser le montage pour essai choisi à l'origine afin d'assurer la cohérence des résultats, sauf si une autre façon de faire a été convenue par le fabricant.

Si le matériel de soudage par résistance fait partie d'une installation, ou peut être connecté à un matériel auxiliaire, alors le matériel de soudage par résistance doit être soumis à l'essai quand il est connecté à la configuration minimale de matériel auxiliaire nécessaire pour faire travailler toutes les bornes. Si le matériel de soudage par résistance a un grand nombre de bornes similaires ou des bornes ayant de nombreuses connexions similaires, un nombre suffisant doit être sélectionné pour simuler les conditions de fonctionnement réelles et pour assurer que tous les différents types de terminaisons sont couverts.

Les mesures pour déterminer la conformité avec les limites d'émission basse fréquence doivent être réalisées selon les procédures d'essai des normes de base appropriées et référencées.

Pour les essais de rayonnement électromagnétique perturbateur, la séparation entre l'antenne et le matériel en essai doit être telle que spécifiée à l'Article 6 de la CISPR 11:2009.

Pour l'essai d'émission rayonnée, dans la gamme de fréquences entre 150 kHz et 1 MHz, l'antenne doit être placée sur l'axe z , comme indiqué à la Figure 1, perpendiculairement au plan x,y du circuit de soudage.

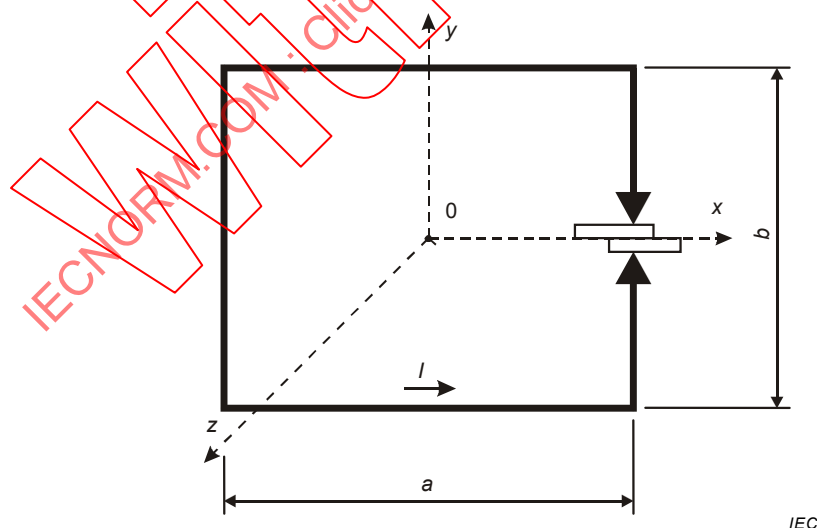


Figure 1 – Position d'essai pour la mesure du champ H

Les montages d'essai spécifiques pour les essais d'immunité peuvent être trouvés dans les normes de base référencées dans les Tableaux 1, 2 et 3.

Les mesures sur le matériel de soudage par résistance de classe A peuvent être réalisées soit sur un lieu d'essai, soit sur place selon la préférence du fabricant.

NOTE Selon la dimension, la complexité ou les conditions de fonctionnement, les mesures de certains matériels de soudage par résistance sont parfois réalisées sur place pour montrer la conformité avec les limites de rayonnement électromagnétique perturbateur, spécifiées dans ce document.

Les mesures sur le matériel de soudage par résistance de classe B doivent être réalisées sur un lieu d'essai.

La configuration du matériel de soudage par résistance en essai doit être notée avec précision dans le rapport d'essai.

5.2 Matériels auxiliaires

Les matériels auxiliaires doivent être soumis à l'essai conjointement avec le matériel de soudage par résistance. Ils doivent être raccordés et installés, configurés et mis en fonctionnement comme recommandé par le fabricant.

6 Essais d'émission

6.1 Classification du matériel

6.1.1 Matériel de classe A

Un matériel de classe A est prévu pour être utilisé dans des sites autres que résidentiels où le courant électrique est fourni par le système public d'alimentation basse tension.

Un matériel de classe A doit être en conformité avec les limites de la classe A selon 6.3.

6.1.2 Matériel de classe B

Un matériel de classe B est prévu pour être utilisé dans tous les sites, y compris les sites résidentiels où le courant électrique est fourni par le système public d'alimentation basse tension.

Un matériel de classe B doit être en conformité avec les limites de la classe B selon 6.3.

6.2 Conditions d'essai

6.2.1 Conditions d'essai pour les essais d'émission RF

Les mesures pour déterminer la conformité avec les limites d'émission doivent être réalisées selon les procédures d'essai de la CISPR 11 et comme détaillé ci-dessous, en utilisant le montage d'essai donné à l'Article 5.

Le matériel de soudage par résistance est extrêmement diversifié dans sa conception et ses conditions de fonctionnement. Il doit être soumis à l'essai dans les conditions suivantes:

a) état de repos

b) en charge

- régler le circuit de soudage pour minimiser l'impédance et produire le plus grand flux de courant (c'est-à-dire en utilisant le minimum de longueur et d'écartement des bras);
- régler les électrodes en condition de court-circuit;
- régler le courant pour obtenir la plus grande émission, si des moyens de réglage sont prévus;

NOTE Pour le matériel contrôlé par thyristor un angle de retard d'allumage électrique de 90° donne la plus grande valeur d'émission.

- sélectionner un facteur de marche et un temps de chaleur de soudage approprié pour le matériel de soudage par résistance en essai et les exigences des instruments de mesure.

Les paramètres d'essai choisis doivent être complètement indiqués dans le rapport.

6.2.2 Conditions d'essai pour les essais basse fréquence

Le matériel de soudage par résistance est extrêmement divers dans sa conception et ses conditions de fonctionnement. Il doit être soumis à l'essai dans les conditions suivantes:

- régler le circuit de soudage pour minimiser l'impédance et produire le plus grand flux de courant;
- régler les électrodes en condition de court-circuit;
- régler le courant pour obtenir la plus grande émission, si des moyens de réglage sont prévus;
- calculer le facteur de marche X du matériel au courant de soudage maximal basé sur la Formule (1) et

$$X = \frac{(I_{2P})^2}{(I_{2CC})^2} \quad (1)$$

où

I_{2P} est le courant de sortie permanent;

I_{2CC} est le courant de soudage maximal;

- sélectionner une période d'observation et un temps de chaleur de soudage appropriés pour le facteur de marche calculé, le matériel de soudage par résistance soumis à l'essai et les exigences des instruments de mesure.

Les paramètres d'essai choisis doivent être complètement indiqués dans le rapport.

La valeur arithmétique moyenne des valeurs efficaces lissées du courant d'alimentation sur 1,5 s (I_{ref} conformément à l'IEC 61000-3-12) doit être mesurée lorsque le matériel de soudage fournit sa valeur maximale du courant de sortie assigné I_{2CC} .

Pour les matériels de soudage dont la valeur maximale du courant d'alimentation assigné I_{1CC} est inférieure à 16 A, le courant de référence I_{ref} pour la définition des limites doit être de 16 A.

Les valeurs arithmétiques maximale et moyenne des valeurs efficaces lissées du courant harmonique sur 1,5 s dans chaque fenêtre temporelle de transformée de Fourier discrète (TFD) doivent être déterminées en l'espace d'un ou de plusieurs cycles thermiques comprenant la période correspondant à l'état de repos.

Le même temps de chaleur de soudage doit être utilisé pour déterminer I_{ref} et les valeurs de la composante harmonique.

NOTE Une période correspondant à l'état de repos et représentant plus de 10 % n'est pas un mode veille tel que défini dans l'IEC 61000-3-12, mais un mode de fonctionnement du matériel de soudage tout au long de son cycle thermique.

6.3 Limites d'émission

6.3.1 Tension perturbatrice aux bornes du réseau

6.3.1.1 État de repos

Les valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les matériels de soudage par résistance de classe A en état de repos, indépendamment de l'alimentation assignée, sont données dans le Tableau 2 de la CISPR 11:2009 dans la colonne des valeurs d'alimentation assignée inférieures ou égales à 20 kVA.

Les valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les matériels de soudage par résistance de classe B en état de repos sont données dans le Tableau 3 de la CISPR 11:2009.

Le matériel en essai (EUT) doit satisfaire soit conjointement aux limites en valeur moyenne et de quasi-crête en utilisant les détecteurs appropriés, soit à la limite en valeur moyenne en utilisant un détecteur de quasi-crête.

6.3.1.2 En charge

Les valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les matériels de soudage par résistance de classe A sont celles du groupe 2 dans le Tableau 6 de la CISPR 11:2009. L'ensemble approprié des limites doit être choisi selon l'alimentation assignée maximale du matériel, en se basant sur le courant d'alimentation assigné maximal I_{1cc} .

Les valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour le matériel de soudage par résistance de classe B sont celles du groupe 2 dans le Tableau 7 de la CISPR 11:2009.

Le matériel en essai (EUT) doit satisfaire soit conjointement aux limites en valeur moyenne et de quasi-crête en utilisant les détecteurs appropriés, soit à la limite en valeur moyenne en utilisant un détecteur de quasi-crête.

Pour les matériels de classe A, le bruit des impulsions (clics) qui se produit moins de 5 fois par minute n'est pas pris en compte.

Pour les matériels de classe B dont le bruit des impulsions (clics) se produit moins de 0,2 fois par minute, un allègement des limites de 44 dB est autorisé. Pour les clics apparaissant entre 0,2 fois et 30 fois par minute, un allègement de $20 \log(30/N)$ dB des limites est autorisé (où N est le nombre de clics par minute). Les critères de séparation des clics peuvent être trouvés dans la CISPR 14-1.

6.3.2 Rayonnement électromagnétique perturbateur

6.3.2.1 État de repos

Les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels de soudage par résistance de classe A en état de repos, indépendamment de l'alimentation assignée, sont données dans le Tableau 4 de la CISPR 11:2009/AMD1:2010 dans les colonnes des valeurs d'alimentation assignée inférieures ou égales à 20 kVA.

Les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels de soudage par résistance de classe B sont indiquées dans le Tableau 5 de la CISPR 11:2009/AMD1:2010.

6.3.2.2 En charge

Les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels de soudage par résistance de classe A dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz sont les limites données dans les Tableaux 9 (lieu d'essai) et 18 (sur place) de la CISPR 11:2009/AMD1:2010.

Les allègements pour les limites de classe A dans les gammes de fréquences 80,872 MHz à 81,848 MHz, 134,786 MHz à 136,414 MHz, 156 MHz à 174 MHz, 188,7 MHz à 190,979 MHz, 400 MHz à 470 MHz ne s'appliquent pas au matériel de soudage par résistance.

Les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels de soudage par résistance de classe B sont les limites du groupe 2 données dans le Tableau 11 de la CISPR 11:2009/AMD1:2010.

Les allègements de 20 dB pour les limites de classe B dans les gammes de fréquences 80,872 MHz à 81,848 MHz et 134,786 MHz à 136,414 MHz ne s'appliquent pas au matériel de soudage par résistance.

6.3.3 Limites d'émission en basse fréquence

Les limites pour

- a) les émissions de courant harmonique sont données dans l'IEC 61000-3-2 et l'IEC 61000-3-12;
- b) les valeurs des fluctuations de tension et du papillotement sont données dans l'IEC 61000-3-3 et l'IEC 61000-3-11;

et sont applicables aux matériels de soudage par résistance, dans la mesure où ils sont couverts par le domaine d'application de ces normes. La norme applicable doit être choisie en se basant sur la valeur maximale I_{1cc} de court circuit du courant d'alimentation.

NOTE Pour les autres matériels, aucune exigence n'est spécifiée au niveau de la fabrication. Les conditions de connexion peuvent s'appliquer selon les conditions d'alimentation locales. IEC TS 61000-3-4, IEC TR 61000-3-6 et IEC TR 61000-3-7 sont prises en considération.

7 Essais d'immunité

7.1 Applicabilité des essais

Les matériels de soudage par résistance qui ne contiennent pas de circuits de commande électroniques sont considérés comme satisfaisant aux exigences nécessaires d'immunité sans essai.

Les circuits électriques constitués de composants passifs tels que des inductances, des réseaux de suppression d'émission RF, des transformateurs de fréquence de réseau, des redresseurs, des diodes et des résistances, ne sont pas considérés comme des circuits de commande électroniques.

Les essais pour les niveaux d'immunité de l'enveloppe, la borne d'alimentation en courant alternatif et les bornes pour les processus de mesure et les lignes de commande sont définis dans les Tableaux 1, 2 et 3.

7.2 Conditions d'essai

Le matériel de soudage par résistance doit être soumis à l'essai en utilisant le montage d'essai donné à l'Article 5. Le matériel de soudage par résistance doit être monté avec une résistance de 1 kΩ entre les électrodes. La tension de sortie doit être surveillée pour évaluer la conformité aux critères de performance à un angle de retard d'allumage électrique de 90° si les moyens de réglage sont prévus et avec le point avec un facteur de marche et le temps de chaleur de soudage typique du matériel de soudage par résistance en essai, ou avec un courant de sortie circulant continuellement.

Pour les matériels ne pouvant fonctionner dans les conditions d'essai indiquées, les recommandations du fabricant doivent être suivies.

Les essais qui ne peuvent être réalisés sur le matériel de soudage par résistance complet peuvent être réalisés sur les parties constituantes de son électronique.

7.3 Critères de performance en immunité

7.3.1 Critères de performance A

Les points suivants doivent être remplis:

- a) le matériel de soudage par résistance doit continuer à fonctionner comme prévu;
- b) des variations de ± 10 % de la tension secondaire sont admissibles;
- c) le temps de soudage pré-réglé ne doit pas être dépassé;
- d) des interruptions du temps de chauffage ne sont pas autorisées;
- e) dans le mode de fonctionnement "simple", une interruption du cycle de soudage doit se terminer convenablement;
- f) dans le mode de fonctionnement "répétition", "joint" et "continu", une interruption du cycle par relâchement du bouton de démarrage prévu doit être possible;
- g) toutes les commandes doivent continuer à fonctionner;
- h) un dysfonctionnement des interrupteurs de puissance du semi-conducteur n'est pas admissible;
- i) une perte des données stockées n'est pas admissible.

7.3.2 Critères de performance B

Les points suivants doivent être remplis:

- a) des variations de $\begin{smallmatrix} +50 \\ -100 \end{smallmatrix}$ % de la tension secondaire sont admissibles;
- b) dans le cas d'une interruption de courant pendant le temps de chauffage prévu, le cycle de soudage est terminé "sans courant". Une réinitialisation manuelle peut être requise;
- c) le temps de chauffage pré-réglé ne doit pas être dépassé;
- d) dans le mode de fonctionnement "simple", le cycle de soudage doit se terminer convenablement;
- e) dans le mode de fonctionnement "répétition", "joint" et "continu", une interruption du cycle par relâchement du bouton de démarrage prévu doit être possible;
- f) un dysfonctionnement des interrupteurs de puissance du semi-conducteur n'est pas admissible;
- g) une perte des données stockées n'est pas admissible.

7.3.3 Critères de performance C

Les points suivants doivent être remplis:

- a) une perte temporaire de fonction est admise à condition que la perte de fonction soit récupérable par elle-même ou puisse être rétablie par l'opérateur des commandes. Cela peut exiger que la tension de commande du matériel de soudage par résistance soit rétablie au moyen d'un bouton approprié;
- b) un dysfonctionnement des interrupteurs de puissance du semi-conducteur n'est pas admissible; une perte de fonction temporaire est admise;
- c) une perte des données stockées n'est pas admissible à moins qu'elles ne puissent être rétablies par le fonctionnement des commandes.

7.4 Niveaux d'immunité

Les niveaux d'immunité sont donnés dans le Tableau 1 pour l'enveloppe, dans le Tableau 2 pour la borne d'alimentation en courant alternatif et dans le Tableau 3 pour les bornes de mesure et des lignes de commande.

Tableau 1 – Niveaux d'immunité – Enveloppe

Phénomène		Unités	Spécification d'essai	Norme de base	Remarques	Critères de performance
Champ électromagnétique radiofréquence, modulation d'amplitude		MHz	80 à 1 000	IEC 61000-4-3	Le niveau d'essai spécifié est préalable à la modulation	A
		V/m (non modulé eff.)	10			
		% AM (1 kHz)	80			
Champ électromagnétique radiofréquence, modulation d'amplitude		GHz	1,4 à 2,0	IEC 61000-4-3	Le niveau d'essai spécifié est préalable à la modulation	A
		V/m (non modulé eff.)	3			
		% AM (1 kHz)	80			
Champ électromagnétique radiofréquence, modulation d'amplitude		GHz	2,0 à 2,7	IEC 61000-4-3	Le niveau d'essai spécifié est préalable à la modulation	A
		V/m (non modulé eff.)	1			
		% AM (1 kHz)	80			
Décharge électrostatique	Décharge de contact	kV (tension de charge)	± 4 ^a	IEC 61000-4-2	Voir norme de base pour applicabilité de l'essai de décharge de contact et/ou dans l'air	B
	Décharge dans l'air	kV (tension de charge)	± 8 ^a			B

^a Les essais ne sont pas nécessaires pour des niveaux plus bas que ceux spécifiés.

Tableau 2 – Niveaux d'immunité – Borne d'alimentation en courant alternatif

Phénomène	Unités	Spécification d'essai	Norme de base	Remarques	Critères de performance
Transitoires rapides	kV (crête)	± 2	IEC 61000-4-4	Injection directe	B
	fréquence de répétition kHz	5			
	Tr/Th ns	5/50			
Radiofréquence mode commun	MHz	0,15 à 80	IEC 61000-4-6	Voir note Le niveau d'essai spécifié est préalable à la modulation	A
	V (non modulé eff.)	10			
	% AM (1 kHz)	80			
Tension de choc Entre phases Phase à terre	Tr/Th µs	1,2/50 (8/20)	IEC 61000-4-5	Cet essai n'est pas exigé quand le fonctionnement normal ne peut pas être obtenu à cause de l'impact du dispositif de couplage et de découplage sur le matériel en essai	B
	kV (tension en circuit ouvert)	± 1			
	kV (tension en circuit ouvert)	± 2			
Creux de tension	% cycles de tension résiduelle à 50 Hz / 60 Hz	70 25/30	IEC 61000-4-11 IEC 61000-4-34	Décalage de la tension au passage à zéro	B
	% cycle de tension résiduelle	0 1			C

NOTE Le niveau d'essai peut aussi être défini comme le courant équivalent sous une charge de 150 Ω.

Tableau 3 – Niveaux d'immunité – Bornes de mesure et de commande

Phénomène	Unités	Spécification d'essai	Norme de base	Remarques	Critères de performance
Transitoires rapides	kV (crête) Tr/Th ns Fréquence de répétition kHz	± 2 5/50 5	IEC 61000-4-4	Pince capacitive	B
Radiofréquence mode commun	MHz V (non modulé eff.) % AM (1 kHz)	0,15 à 80 10 80	IEC 61000-4-6	Voir note Le niveau d'essai spécifié est préalable à la modulation	A

Applicable aux bornes de mesure et de commande reliées aux câbles à moins que la longueur totale selon les spécifications du fabricant soit inférieure à 3 m.

NOTE Le niveau d'essai peut aussi être défini comme le courant équivalent sous une charge de 150 Ω .

8 Documentation pour l'acheteur/utilisateur

La documentation mise à la disposition de l'acheteur/utilisateur avant l'achat doit clairement indiquer les restrictions d'utilisation, selon:

- la classe du matériel RF (classe A ou classe B);
- les exigences basse-fréquence (LF – low-frequency) pour la connexion au réseau public d'alimentation basse tension.

Il est recommandé d'utiliser le symbole 1 indiqué à l'Annexe B pour un matériel de classe A afin d'indiquer la classe du matériel RF et les restrictions d'utilisation.

Il est recommandé d'utiliser le symbole 2 indiqué à l'Annexe B afin d'indiquer les restrictions d'utilisation selon les exigences LF pour la connexion au réseau public d'alimentation basse tension.

L'utilisateur doit être averti du fait qu'une installation et une utilisation appropriées du matériel de soudage par résistance sont nécessaires pour réduire au minimum la possibilité d'émissions perturbatrices. Le fabricant, ou son mandataire, doit être responsable de la fourniture, avec chaque matériel, des instructions et informations suivantes :

- Pour le matériel de classe B, l'avertissement écrit précisant que le matériel de classe B est conforme aux exigences de compatibilité électromagnétique dans les environnements industriel et résidentiel, y compris les sites résidentiels où le courant électrique est fourni par le système public d'alimentation basse tension;
- Pour un matériel de classe A, l'avertissement suivant ou un équivalent doit être inclus dans le manuel d'instruction:

Ce matériel de classe A n'est pas prévu pour être utilisé dans un site résidentiel où le courant électrique est fourni par le système public d'alimentation basse tension. Il peut y avoir des difficultés potentielles pour assurer la compatibilité électromagnétique dans ces sites, à cause des perturbations radioélectriques conduites ainsi que rayonnées;

- Si un matériel avec un courant d'alimentation de moins de 75 A par phase est prévu pour être connecté sur des systèmes publics d'alimentation basse tension, et est en conformité avec l'IEC 61000-3-11 ou l'IEC 61000-3-12 sur la base des restrictions d'impédance du système, les informations données dans l'alinéa suivant ou leur équivalent doivent être incluses dans le manuel d'instruction. La restriction doit être indiquée comme la valeur la plus faible autorisée des impédances du système (en m Ω) ou la valeur la plus élevée exigée de la puissance de court-circuit (en MVA) à l'issue des essais conformément à ces