

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Railway applications – Electromagnetic compatibility –
Part 3-2: Rolling stock – Apparatus**

**Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique –
Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62236-3-2

Edition 2.0 2008-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Railway applications – Electromagnetic compatibility –
Part 3-2: Rolling stock – Apparatus**

**Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique –
Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 45.060

ISBN 2-8318-1020-2

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	6
4 Performance criteria	7
5 Conditions during testing	7
6 Applicability.....	7
7 Emission tests and limits	8
8 Immunity tests and limits	12
Annex A (informative) Examples of apparatus and ports	16
Annex B (informative) Conducted disturbances generated by power converters in the range of 9 kHz to 30 MHz	21
Figure 1 – Main categories of ports.....	7
Figure A.1 – AC fed locomotive with a.c. traction drive and psophometric filter on the line side.....	18
Figure A.2 – AC/AC system with power factor correction filter on the converter side and with d.c. or three-phase auxiliary and train power supply	19
Figure A.3 – Conventional system with a.c. input and d.c. traction motors fed by phase control converter.....	19
Figure A.4 – DC fed system with a.c. traction drive	20
Figure A.5 – Additional ports of converter and control electronics	20
Figure B.1 – Test set-up	22
Table 1 – Emission – Traction a.c. power ports	9
Table 2 – Emission – Traction d.c. power ports	9
Table 3 – Emission – Auxiliary a.c. or d.c. power ports	10
Table 4 – Emission – Battery referenced ports	10
Table 5 – Emission – Process measurement and control ports.....	11
Table 6 – Emission – Enclosure port.....	11
Table 7 – Immunity – Battery referenced ports (except at the output of energy sources), auxiliary a.c. power input ports (rated voltage $\leq 400 V_{r.m.s.}$).....	13
Table 8 – Immunity – Signal and communication, process measurement and control ports	14
Table 9 – Immunity – Enclosure ports	15
Table A.1 – Typical examples of apparatus.....	16
Table A.2 – Typical port descriptions	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY –****Part 3-2: Rolling stock –
Apparatus**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62236-3-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. It constitutes a technical revision and is based on EN 50121-3-2:2006.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- requirements for the surge immunity test of line 7.2 in Table 7;
- requirements for the radiated immunity test of line 9.2 in Table 9.

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

FDIS	Report on voting
9/1187/FDIS	9/1215/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.

A list of all parts of IEC 62236 series, published under the general title *Railway applications – Electromagnetic compatibility*, can be found on the IEC website.

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

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

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY –

Part 3-2: Rolling stock – Apparatus

1 Scope

This part of IEC 62236 applies to emission and immunity aspects of EMC for electrical and electronic apparatus intended for use on railway rolling stock. IEC 62236-3-2 applies for the integration of apparatus on rolling stock.

The frequency range considered is from d.c. to 400 GHz. No measurements need to be performed at frequencies where no requirement is specified.

The application of tests shall depend on the particular apparatus, its configuration, its ports, its technology and its operating conditions.

This standard takes into account the internal environment of the railway rolling stock and the external environment of the railway, and interference to the apparatus from equipment such as hand-held radio transmitters.

If a port is intended to transmit or receive for the purpose of radio communication (intentional radiators, e.g. transponder systems), then the emission and immunity limits in this standard at the communication frequency do not apply.

This standard does not apply to transient emissions when starting or stopping the apparatus.

The objective of this standard is to define limits and test methods for electromagnetic emissions and immunity test requirements in relation to conducted and radiated disturbances.

Emission requirements have been selected so as to ensure that disturbances generated by the apparatus operated normally on railway rolling stock do not exceed a level which could prevent other apparatus from operating as intended.

Likewise, the immunity requirements have been selected so as to ensure an adequate level of immunity for rolling stock apparatus.

The levels do not however cover extreme cases which may occur with an extremely low probability of occurrence in any location. Specific requirements which deviate from this standard shall be specified.

Test requirements are specified for each port considered.

These specific provisions are to be used in conjunction with the general provisions in IEC 62236-1.

2 Normative references

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

IEC 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 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 62236-1, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 1: General*

IEC 62236-3-1, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle*

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

CISPR 16 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 Terms and definitions

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

3.1

rolling stock apparatus

finished product with an intrinsic function intended for implementation into the rolling stock installation

3.2

port

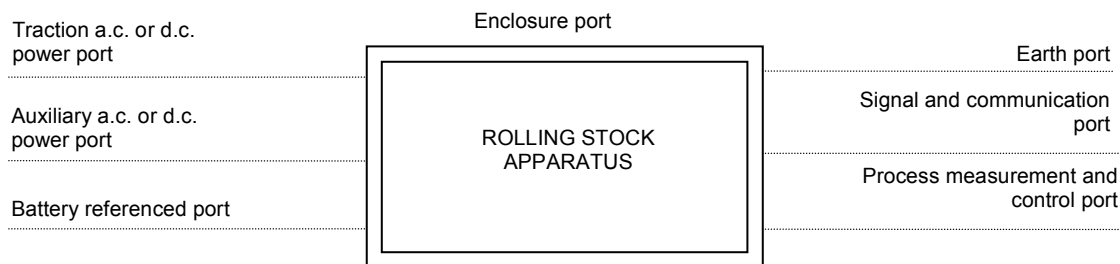
the particular interface of the specified apparatus with the external environment, for example a.c. power port, d.c. power port, I/O (input/output) port

3.3

enclosure port

the physical boundary of the apparatus through which electromagnetic fields may radiate or impinge

The main categories of ports for rolling stock apparatus are presented in Figure 1.



IEC 2180/08

Figure 1 – Main categories of ports

Typical examples of rolling stock apparatus with their ports are listed in Annex A.

4 Performance criteria

The variety and the diversity of the apparatus within the scope of this standard make it difficult to define precise criteria for the evaluation of the immunity test results.

A functional description and a definition of performance criteria, during or as a consequence of the EMC testing, shall be provided by the manufacturer and noted in the test report, based on the criteria A, B, C defined in IEC 62236-1.

5 Conditions during testing

It is not always possible to test every function of the apparatus. The tests shall be made at a typical operating mode considered by the manufacturer to produce the largest emission or maximum susceptibility to noise as appropriate in the frequency band being investigated consistent with normal applications. The manufacturer shall define the conditions during testing in a test plan.

If the apparatus is part of a system, or can be connected to auxiliary apparatus, then the apparatus shall be tested while connected to the minimum configuration of auxiliary apparatus necessary to exercise the ports in accordance with CISPR 22.

The configuration and mode of operation shall be specified in the test plan and the actual conditions, during the tests, shall be precisely noted in the test report.

If the apparatus 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 (e.g. 20 % of the ports or at least four ports).

The tests shall be carried out within the specified operating range for the apparatus and at its rated supply voltage, unless otherwise indicated in the basic standard.

6 Applicability

The measurements in this standard shall be made on the relevant ports of the apparatus.

It may be determined from consideration of the electrical characteristics, the connection and the usage of a particular apparatus that some of the tests are not applicable (e.g. radiated immunity of induction motors, transformers). In such cases, the decision not to test has to be recorded in the test plan or test report.

If not otherwise specified, the EMC tests shall be type tests.

7 Emission tests and limits

The emission tests and limits for apparatus covered by this standard are given on a port by port basis.

Measurements shall be performed in well-defined and reproducible conditions for each type of disturbance.

The description of the test, the test methods and the test set-up are given in Basic Standards which are referred to in Tables 1 to 6.

The contents of these basic standards are not repeated here, however modifications or additional information needed for the practical application of the tests are given in this standard.

NOTE The reference to “basic standard” is intended to be limited to those parts of the standard that give the description of the test, the test methods and the test set-up.

Table 1 – Emission – Traction a.c. power ports

	Port	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks
1.1	High voltage connection, input side before filter (port 3 on Figures A.1, A.2 and A.3)	Signalling and telecommunication frequencies	see IEC 62236-3-1			
		9 kHz - 30 MHz	No limits			See Notes 1 and 2
NOTE 1 No conducted radio frequency limits are applied. The apparatus when installed with other surrounding equipment should satisfy the radiated emission limits of IEC 62236-3-1 for trains.						
NOTE 2 It is desirable but not possible to apply conducted radio frequency limits. No practical test method exists and the relationship between conducted emissions and radiated emissions is not possible to define.						

Table 2 – Emission – Traction d.c. power ports

	Port	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks
2.1	High voltage connection, input side before filter (port 3 on Figure A.4)	Signalling and telecommunication frequencies	see IEC 62236-3-1			
		9 kHz - 30 MHz	No limits			See Notes 1 and 2
NOTE 1 No conducted radio frequency limits are applied. The apparatus when installed with other surrounding equipment should satisfy the radiated emission limits of IEC 62236-3-1 for trains.						
NOTE 2 At present, there is no agreed method or limit for conducted emissions on the traction supply from 9 kHz to 30 MHz. Limiting conducted emissions from an apparatus connected to the traction supply will prevent excessive radiated emissions from the supply system. A method for measuring conducted emissions is proposed in Annex B. Experience in this technique and the relationship between conducted and radiated emissions are necessary in order to make this standard progress in the future.						

Table 3 – Emission – Auxiliary a.c. or d.c. power ports

	Port	Test specification			Basic standard	Test set-up	Remarks
		9 kHz - 150 kHz	150 kHz - 500 kHz	500 kHz - 30 MHz			
3.1	Auxiliary supply sinusoidal a.c. or d.c. (port 9 on Figures A.1, A.2 and A.4)	No limits	99 dBµV quasi-peak	93 dBµV quasi-peak	CISPR 11	CISPR 11	See Notes 1 and 2 See Notes 3, 4 and 5 See Notes 3, 4 and 5
NOTE 1 At present, there are no limits for conducted emissions from 9 kHz to 150 kHz. Limiting conducted emissions from an apparatus will prevent excessive radiated emissions. Experience in this technique and the relationship between conducted and radiated emissions are necessary in order to make this standard progress in the future.							
NOTE 2 230 V AC power outlet ports for public use should offer a power quality, which is sufficient for the use of intended equipment like PC and mobile telephone chargers. The total harmonic distortion should be limited by a sine-filter to ≤ 8 %. The burst and surge emissions of the outlet should be limited to the levels of residential equipment according to IEC 61000-6-1. AM radio receivers are not intended to be supplied by these power outlets.							
NOTE 3 Wherever applicable the method defined by CISPR 11 is to be used. At present, the existing method of measuring conducted emissions (CISPR 11) has limitations in terms of voltage and current rating of coupling networks. In addition, the method of measuring voltage has safety implications for testing high power systems. Limiting conducted emissions from apparatus connected to external cable systems will prevent excessive radiated emissions.							
NOTE 4 This requirement refers to the industrial limit values but considering they have been defined to protect radio and TV sets and as the objective is not the same here, the applicable limit for railway applications has been relaxed by 20 dB to be more representative of potential problems.							
NOTE 5 This requirement is not applicable to power ports which are connected to other dedicated, compatible ports.							

Table 4 – Emission – Battery referenced ports

	Port	Test specification			Basic standard	Test set-up	Remarks
		9 kHz - 150 kHz	150 kHz - 500 kHz	500 kHz - 30 MHz			
4.1	Battery power supply (port 10 on Figures A.1 to A.5)	No limits	99 dBµV quasi-peak	93 dBµV quasi-peak	CISPR 11	CISPR 11	See Note 1 See Note 2 See Note 2
NOTE 1 At present, there are no limits for conducted emissions from 9 kHz to 150 kHz. Limiting conducted emissions from an apparatus will prevent excessive radiated emissions. Experience in this technique and the relationship between conducted and radiated emissions is necessary in order to make this standard progress in the future.							
NOTE 2 This requirement refers to the industrial limit values but considering they have been defined to protect radio and TV sets and as the objective is not the same here, the applicable limit for railway applications has been relaxed by 20 dB to be more representative of potential problems.							

Table 5 – Emission – Process measurement and control ports

	Port	Test specification			Basic standard	Test set-up	Remarks
5.1	Electronic supply sinusoidal a.c. or d.c. (port 16 on Figure A.5)	9 kHz - 150 kHz	No limits		CISPR 11	CISPR 11	See Note 1
		150 kHz - 500 kHz	99 dBµV quasi-peak				See Note 2
		500 kHz - 30 MHz	93 dBµV quasi-peak				See Note 2
NOTE 1 At present, there are no limits for conducted emissions from 9 kHz to 150 kHz. Limiting conducted emissions from an apparatus will prevent excessive radiated emissions. Experience in this technique and the relationship between conducted and radiated emissions is necessary in order to make this standard progress in the future.							
NOTE 2 This requirement refers to the industrial limit values but considering they have been defined to protect radio and TV sets and as the objective is not the same here, the applicable limit for railway applications has been relaxed by 20 dB to be more representative of potential problems.							

Table 6 – Emission – Enclosure port

	Port	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks
6.1	Enclosure	30 MHz - 230 MHz	40 dBµV/m quasi-peak	CISPR 11	CISPR 11	See Notes 1 and 2
		230 MHz - 1 GHz	47 dBµV/m quasi-peak			See Notes 1 and 2
NOTE 1 The measurement distance is 10 m. A measurement distance of 3 m may be used with the limit increased by 10 dB.						
NOTE 2 Traction converters and auxiliary converters over 50 kVA need not be tested individually but when the vehicle is tested as a whole in accordance with IEC 62236-3-1.						

8 Immunity tests and limits

The immunity tests and limits for apparatus covered by this standard are given on a port by port basis.

To ensure the immunity of the complete vehicle, the limits shall be applicable to all relevant apparatus.

Tests shall be conducted in a well-defined and reproducible manner.

The tests shall be carried out as single tests in sequence. The sequence of testing is optional.

The description of the test, the test generator, the test methods and the test set-up are given in basic standards which are referred to in Tables 7 to 9.

The contents of these “basic standards” are not repeated here, however modifications or additional information needed for the practical application of the tests are given in this standard.

Table 7 – Immunity – Battery referenced ports (except at the output of energy sources), auxiliary a.c. power input ports (rated voltage $\leq 400 V_{r.m.s.}$)

	Environmental phenomena	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks	Performance criteria
7.1	Radio-frequency common mode	0,15 MHz - 80 MHz 10 V (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	IEC 61000-4-6	IEC 61000-4-6	See Note 1 The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier	A
7.2	Fast transients	± 2 kV 5/50 ns 5 kHz	Peak T_r / T_h Repetition frequency	IEC 61000-4-4	IEC 61000-4-4	See Note 2	A
7.3	Surges	1,2 / 50 μ s ± 2 kV 42 Ω , 0,5 μ F ± 1 kV 42 Ω , 0,5 μ F	Open circuit test voltage, line to ground Open circuit test voltage, line to line	IEC 61000-4-5	IEC 61000-4-5	See Note 3	B
NOTE 1 The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load.							
NOTE 2 Direct coupling, positive and negative polarity.							
NOTE 3 This test is intended to replicate the phenomenon known as direct coupling; hence an output impedance of 42 Ω (40 Ω and 2 Ω generator) and a coupling capacitance of 0,5 μ F is recommended.							

Table 8 – Immunity – Signal and communication, process measurement and control ports

	Environmental phenomena	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks	Performance criteria
8.1	Radio-frequency common mode	0,15 MHz - 80 MHz 10 V (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	IEC 61000-4-6	IEC 61000-4-6	See Note 1 The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier	A
8.2	Fast transients	± 2 kV 5/50 ns 5 kHz	Peak T_r / T_h Repetition frequency	IEC 61000-4-4	IEC 61000-4-4	See Note 2 Capacitive clamp used	A
NOTE 1 The test level can also be defined as the equivalent current into a 150 Ω load.							
NOTE 2 Capacitive coupling, positive and negative polarity.							

Table 9 – Immunity – Enclosure ports

	Environmental phenomena	Test specification		Basic standard	Test set-up	Remarks	Performance criteria
9.1	Radio-frequency electromagnetic field. Amplitude modulated	80 MHz - 1 000 MHz 20 V/m (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	IEC 61000-4-3	IEC 61000-4-3	See Notes 1 and 2 The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier	A
9.2	Radio-frequency electromagnetic field, from digital mobile telephones	800 MHz - 1 000 MHz 20 V/m (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	IEC 61000-4-3	IEC 61000-4-3	See Notes 2, 3 and 4 The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier	A
		1 400 MHz - 2 100 MHz 10 V/m (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier				
		2 100 MHz - 2 500 MHz 5 V/m (r.m.s.) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier				
		± 6 kV ± 8 kV	Contact discharge Air discharge				
9.3	Electrostatic discharge			IEC 61000-4-2	IEC 61000-4-2	See Note 5	B
NOTE 1 This limit applies to equipment mounted in the passenger compartments, drivers cab or external to the rolling stock (roof, underframe). For equipment mounted in all other areas, a severity level of 10 V/m may be used. NOTE 2 For large apparatus (e.g. traction drives, auxiliary converters) it is often not practical to perform the immunity test to radiated electromagnetic fields on the complete unit. In such cases the manufacturer should test susceptible sub-systems (e.g. control electronics). The test report should justify the selection or not of sub-systems and any assumptions made (e.g. reduction of field due to case shielding). NOTE 3 The test in 5.2 of IEC 61000-4-3 should be applied at the digital radio telephone frequencies in use in the countries in which the equipment is intended to be operated. NOTE 4 The immunity test levels may be reduced for equipment mounted in areas where the threat from mobile digital radio telephones has been demonstrated to be less severe. NOTE 5 Only applicable to equipment accessible to passengers and operational staff (not maintenance).							

Annex A (informative)

Examples of apparatus and ports

The purpose of this annex is to provide examples of the different types of rolling stock apparatus together with their ports. Examples of apparatus which may be placed on the market as a single commercial unit are given in Table A.1. However, these items of apparatus may also form a sub-system in a larger apparatus (e.g. control electronics in an auxiliary converter). In this case, the requirements of the standard apply only to the apparatus which is placed on the market. A port is defined in the standard as the interface of an apparatus with the external environment. The matrix in the table indicates whether the particular apparatus is relevant to emission, immunity or neither. This guidance is offered for the benefit of users of this standard, but it is not intended to be definitive. It is for the user of the standard to make the necessary technical judgements in determining whether or not a test is applicable.

The drawings of the following figures clarify the most essential ports. They show examples of different arrangements.

Figure A.1 applies for an a.c. fed locomotive with a.c. traction drive and psophometric filter on the line side.

Figure A.2 shows another a.c./a.c. system with power factor correction filter on the converter side and with d.c. or three-phase auxiliary and train power supply.

Figure A.3 shows a more conventional system with a.c. input and d.c. traction motors fed by phase control converter.

Figure A.4 is a d.c. fed system with a.c. traction drive.

Figure A.5 shows some additional ports of converter and control electronics.

Of course, many other different system arrangements are possible.

Table A.1 – Typical examples of apparatus

Apparatus	Test requirements
Traction converter	Emission and immunity
Main circuit breaker	No test requirements
Traction transformers	No test requirements
Traction motor	No test requirements
Auxiliary motor	No test requirements
DC auxiliary supply (battery)	Emission and immunity
Electronic control supply	Emission and immunity
Signalling and communication equipment	Emission and immunity
Electronic man-machine interface	Emission and immunity
Environmental conditioning equipment	Emission and immunity
Passenger information equipment	Emission and immunity
Door control	Emission and immunity
Auxiliary equipment for train operation	Emission and immunity
Auxiliary equipment for passenger services	Emission and immunity
Train management systems	Emission and immunity

Apparatus	Test requirements
Electronic power supply	Emission and immunity
Braking control system	Emission and immunity

In Tables 1 to 9, tests are specified for application to a specific port (interface of an apparatus). Table A.2 lists some more typical descriptions used for these ports and the type of apparatus which may have such a port. Examples of these ports are given in the accompanying figures except for ports 11, 13 and 14.

Table A.2 – Typical port descriptions

Port No on figures	Typical port name	Typical apparatus
	Traction a.c. power ports	
1	Pantograph line terminal	Main circuit breaker
3	High voltage connection (before filter)	Filter
4	Connection filter-transformer, HV side	Filter
5	Train power line single phase	Auxiliary converter
6	Connection transformer-converter	Propulsion converter
7	Traction motor cables	Traction motors
8	Auxiliary feed windings of transformer	DC auxiliary supply
	Traction d.c. power ports	
2	DC conductor input	Main circuit breaker
3	High voltage connection (before filter)	Filter
6	Connection filter-converter	Propulsion converter
7	Traction motor cables	Traction motors
	Auxiliary a.c. ports	
9	Auxiliary a.c. supply	Environmental conditioning equipment
	Auxiliary d.c. ports	
9	Auxiliary d.c. supply	
	Battery referenced ports	
10	Battery power supply	Electronic power supply
11	Train control bus (conventional battery voltage)	Train management system
19	Relay logic input/output	Electronic control system
	Signal and communication ports	
12	Databus within vehicle	Electronic control system
13	Databus within train	Train management system
14	Passenger entertainment network	Passenger entertainment equipment
15	Firing control line	Electronic control system
17, 18	Sensor/transducer signal (digital or analog)	Electronic control system
20	Communication interface (maintenance)	Electronic control system
	Process measurement and control ports	
16	Internal electronic supply	Electronic control system
18	Sensor/transducer signal (analog)	Electronic control system
	Enclosure port	

Port No on figures	Typical port name	Typical apparatus
21	Equipment enclosure	All apparatus
	Earth port	
22	Earth connection	All apparatus

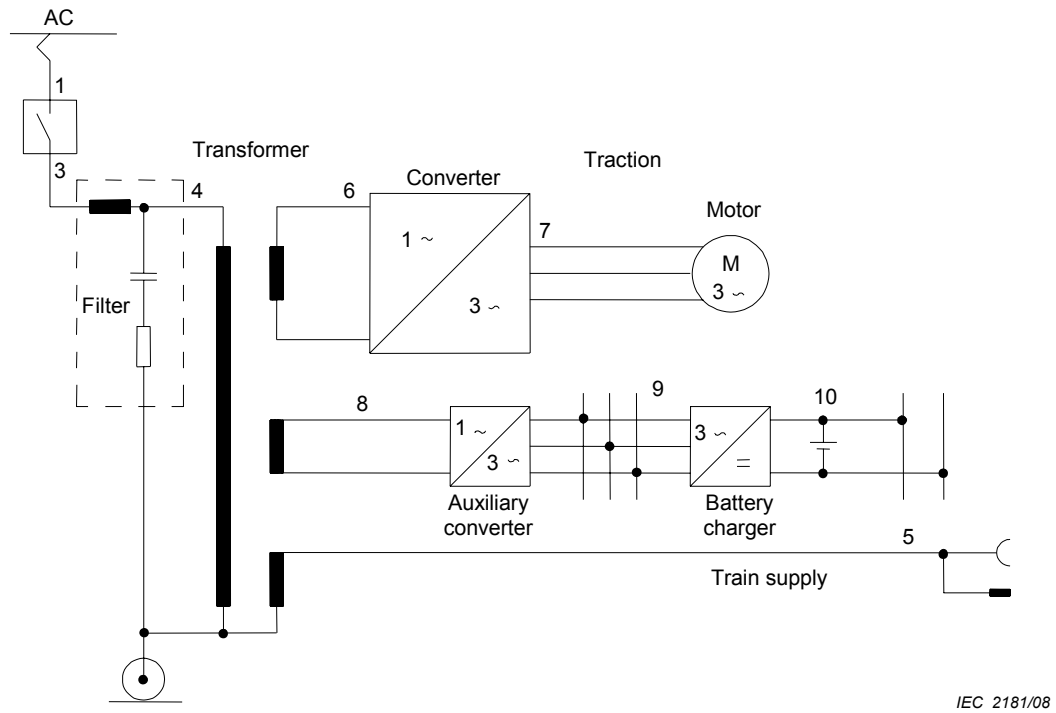
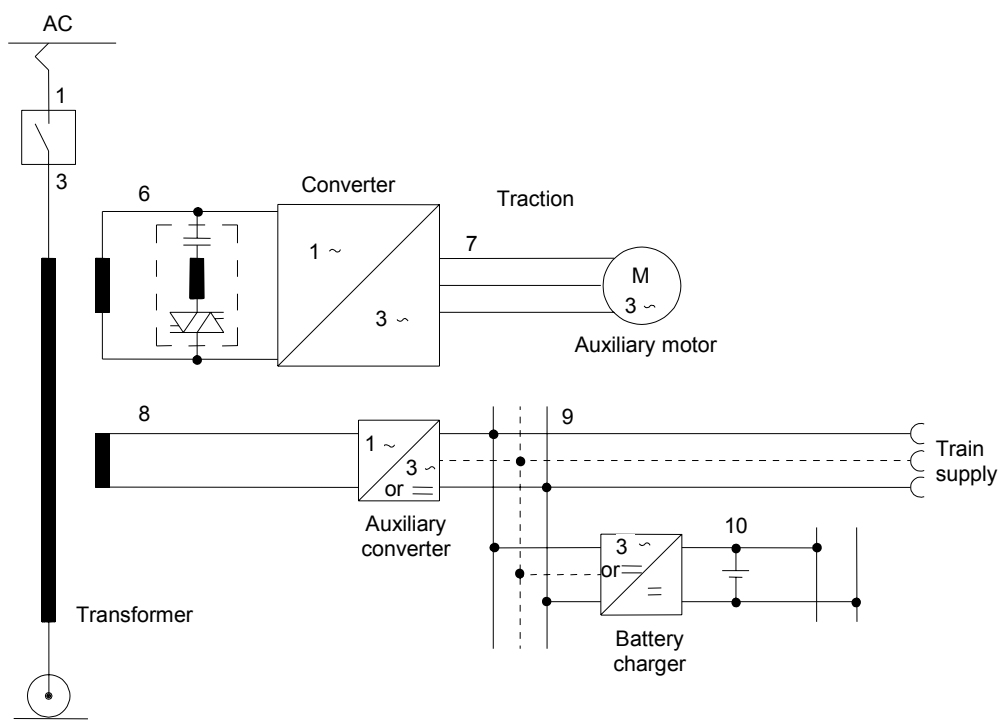
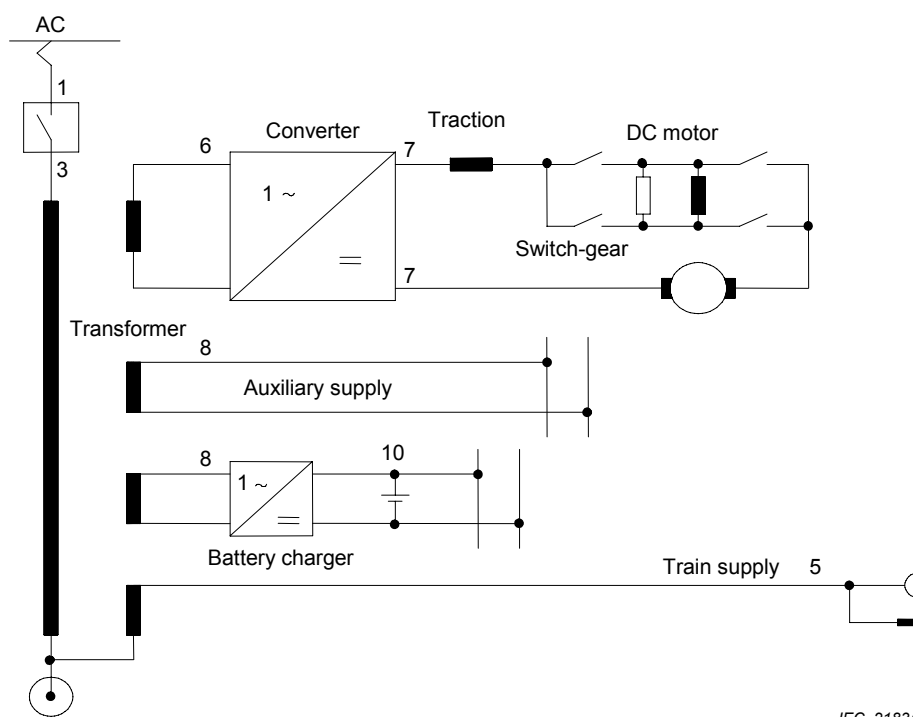


Figure A.1 – AC fed locomotive with a.c. traction drive and psophometric filter on the line side



IEC 2182/08

Figure A.2 – AC/AC system with power factor correction filter on the converter side and with d.c. or three-phase auxiliary and train power supply



IEC 2183/08

Figure A.3 – Conventional system with a.c. input and d.c. traction motors fed by phase control converter

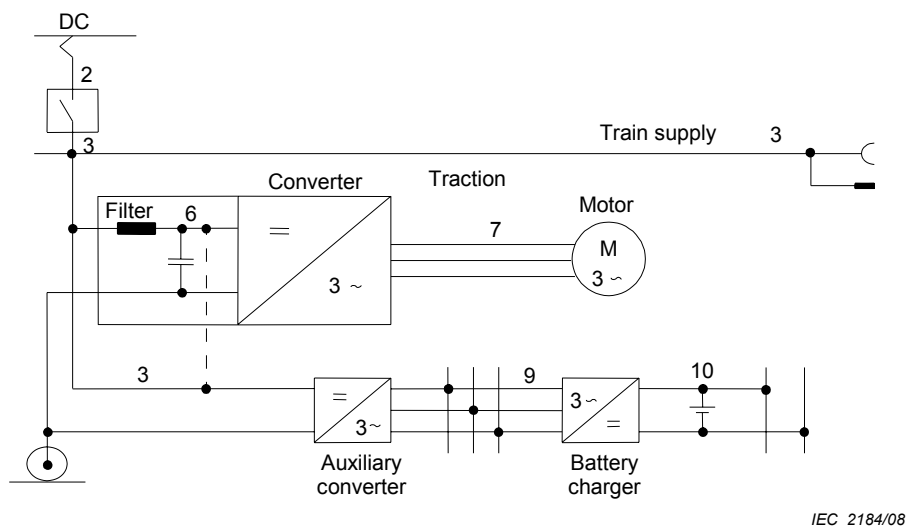


Figure A.4 – DC fed system with a.c. traction drive

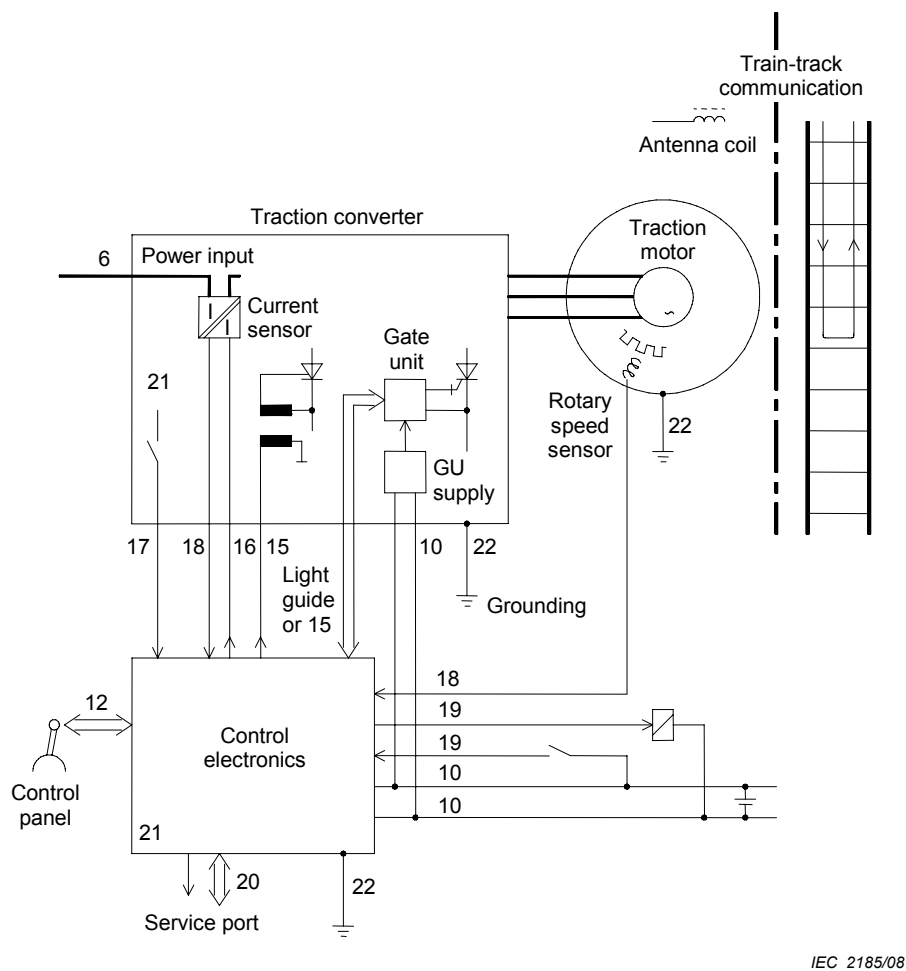


Figure A.5 – Additional ports of converter and control electronics

Annex B (informative)

Conducted disturbances generated by power converters in the range of 9 kHz to 30 MHz

B.1 General

This procedure concerns switched mode power conversion devices connected to the main traction d.c. port (catenary or conductor rail) with or without a main line filter.

B.2 Measuring method

The measurements should be carried out using the CISPR 16 series. The following adjustments should be set:

- 200 Hz on 6 dB bandwidth, in the range 9 kHz to 150 kHz;
- 9 kHz on 6 dB bandwidth, in the range 150 kHz to 30 MHz;
- quasi-peak detection with appropriate weighting for each frequency range.

Care should be taken of possible saturation caused by the main current which may affect the probe transfer characteristics. Correct impedance matching should be ensured from the probe to the measuring apparatus.

B.3 Test procedure

The organisation of the test is presented in Figure B.1 with appropriate recommendations.

The common mode impedance and grounding conditions should be as close as possible to the actual conditions on both input and output of the converter.

The levels should be measured for each measuring point and for each working condition recognised as providing the maximum disturbing currents.

B.4 Limits

No conducted radio frequency limits are applied. The apparatus when installed with other surrounding equipment must satisfy the radiated emission limits of IEC 62236-3-1 for trains. This test is offered to quantify the emission of apparatus, for example for data sheets.

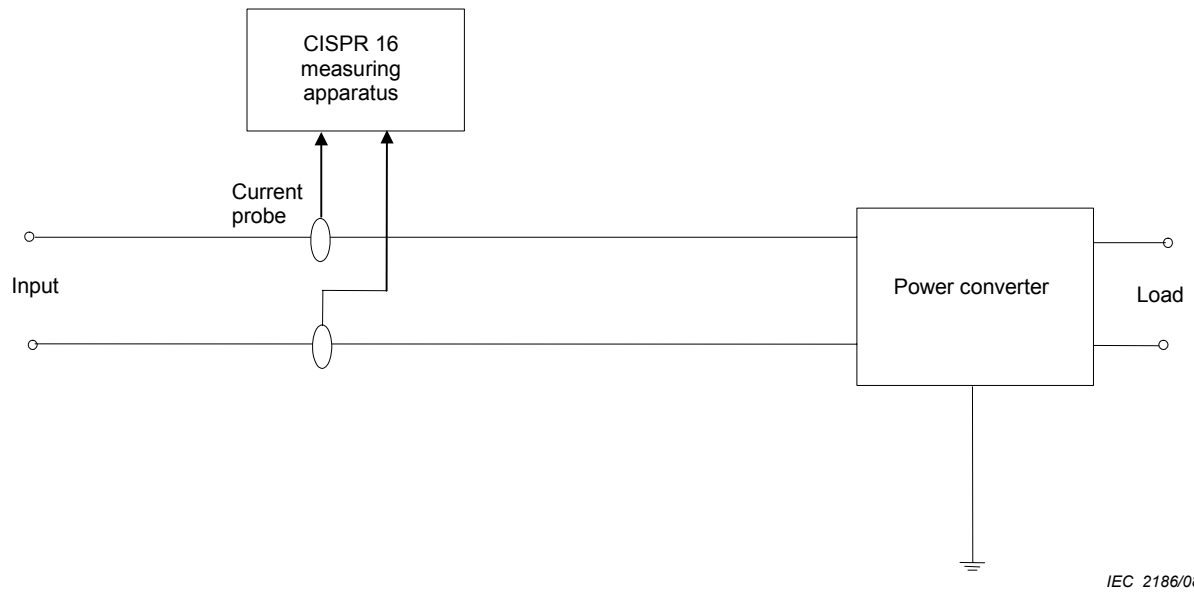


Figure B.1 – Test set-up

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	28
4 Critères d'aptitude à la fonction	29
5 Conditions pendant les essais	29
6 Applicabilité	30
7 Limites et essais d'émission	30
8 Limites et essais d'immunité	35
Annexe A (informative) Exemples d'appareils et d'accès	39
Annexe B (informative) Perturbations conduites générées par les convertisseurs de puissance dans la plage 9 kHz à 30 MHz	44
Figure 1 – Principales catégories d'accès	29
Figure A.1 – Locomotive alimentée en c.a. avec traction c.a. et filtre psophométrique côté ligne	41
Figure A.2 – Système c.a./c.a. avec filtre d'amélioration du facteur de puissance côté ligne et avec réseau d'alimentation train et auxiliaire c.c. ou triphasée	42
Figure A.3 – Système conventionnel avec entrée c.a. et moteurs de traction c.c. alimentés par convertisseur à contrôle de phase	42
Figure A.4 – Système d'alimentation c.c. avec propulsion c.a.	43
Figure A.5 – Autres accès des convertisseurs et des électroniques de commande	43
Figure B.1 – Installation d'essai	45
Tableau 1 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation de traction c.a.	31
Tableau 2 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation de traction c.c.	31
Tableau 3 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation auxiliaire c.a. et c.c.	32
Tableau 4 – Emission – Accès référencés à la batterie	33
Tableau 5 – Emission – Accès par les bornes de commande et de mesure de processus	33
Tableau 6 – Emission – Accès par l'enveloppe	34
Tableau 7 – Immunité – Accès référencés à la batterie (sauf en sortie des sources d'énergie), accès par les bornes d'entrée d'alimentation auxiliaire c.a. (tension nominale $\leq 400 V_{eff}$)	36
Tableau 8 – Immunité – Accès par les lignes de commande et de mesure de processus, de communication et de signaux	37
Tableau 9 – Immunité – Accès par l'enveloppe	38
Tableau A.1 – Exemples types d'appareils	39
Tableau A.2 – Descriptions des accès types	40

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE –****Partie 3-2: Matériel roulant –
Appareils**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62236-3-2 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique et est basée sur l'EN 50121-3-2:2006.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- Exigences pour l'essai d'immunité aux ondes de choc de la ligne 7.2 dans le Tableau 7.
- Exigences pour l'essai d'immunité rayonnée de la ligne 9.2 dans le Tableau 9.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1187/FDIS	9/1215/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62236, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE –

Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62236 s'applique aux aspects d'émission et d'immunité de CEM des appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés à bord du matériel roulant ferroviaire. La CEI 62236-3-2 s'applique pour l'intégration des équipements à bord du matériel roulant.

La plage de fréquences concernée va du courant continu à 400 GHz. Aucune mesure n'est nécessaire aux fréquences pour lesquelles aucune prescription n'est spécifiée.

L'application des essais doit dépendre des appareils eux-mêmes, de leur configuration, de leurs accès, de leur technologie et de leurs conditions de fonctionnement.

Cette norme prend en compte l'environnement interne du matériel roulant ferroviaire et l'environnement externe du système ferroviaire, ainsi que les perturbations affectant les appareils provenant d'équipements tels que les émetteurs radioélectriques portables.

Si un accès est destiné à émettre ou recevoir des communications radio (émetteurs intentionnels de rayonnement, par exemple systèmes de balise), alors les limites d'émission et d'immunité de la présente norme à la fréquence de communication ne s'appliquent pas.

Cette norme ne s'applique pas aux émissions de transitoires lorsqu'on démarre ou lorsqu'on arrête les appareils.

L'objectif de cette norme est de définir les limites et les méthodes d'essai concernant les exigences d'essai d'immunité et d'émission électromagnétiques en matière de perturbations conduites et rayonnées.

Les exigences d'émission ont été choisies pour assurer que les perturbations générées par l'appareil qui fonctionne normalement à bord du matériel roulant ferroviaire ne dépassent pas un niveau qui pourrait empêcher d'autres appareils de fonctionner comme prévu.

De la même manière, les exigences d'immunité ont été choisies pour assurer un niveau approprié d'immunité pour les appareils du matériel roulant.

Les niveaux ne couvrent cependant pas les cas extrêmes qui peuvent apparaître avec une très faible probabilité en tout emplacement. On doit spécifier des exigences particulières qui s'écartent de la présente norme.

Les exigences d'essai sont spécifiées pour chaque accès considéré.

Ces dispositions spécifiques sont destinées à être utilisées conjointement avec les dispositions générales de la CEI 62236-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références

non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 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*

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

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

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

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 62236-1, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 1: Généralités*

CEI 62236-3-1, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-1: Matériel roulant – Trains et véhicules complets*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 16 (toutes les parties), *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

3 Termes et définitions

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

3.1

appareil embarqué

produit fini ayant une fonction intrinsèque destiné à être monté dans une installation de matériel roulant

3.2

accès

interface particulière de l'appareil spécifié avec l'environnement extérieur par exemple accès par les bornes d'alimentation c.a., accès par les bornes d'alimentation c.c., accès par les E/S (entrée/sortie)

3.3

accès par l'enveloppe

frontière physique de l'appareil à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou à laquelle ils peuvent se heurter

Les principales catégories d'accès pour les appareils embarqués sont données à la Figure 1.

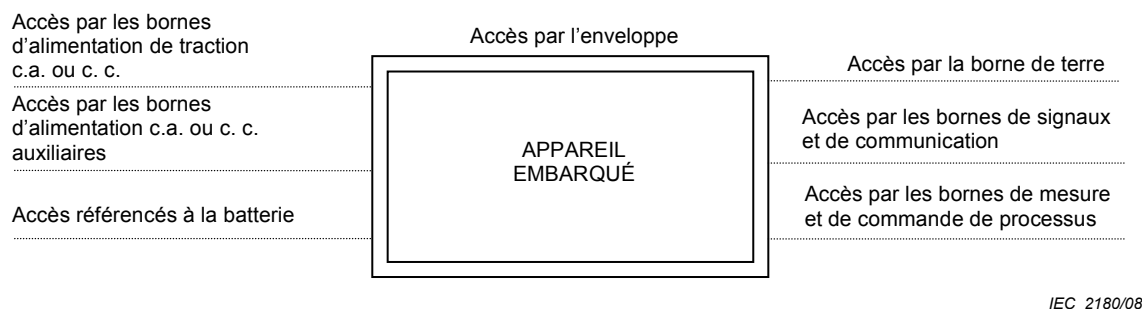


Figure 1 – Principales catégories d'accès

Des exemples types d'appareils embarqués avec leurs accès sont donnés à l'Annexe A.

4 Critères d'aptitude à la fonction

La variété et la diversité des appareils définis dans le domaine d'application de cette norme rendent difficile la définition de critères précis pour l'évaluation des résultats des essais d'immunité.

Une description fonctionnelle et une définition des critères d'aptitude à la fonction, pendant ou suite aux essais de CEM, doivent être fournies par le constructeur et notées dans le rapport d'essai sur la base des critères A, B et C définis dans la CEI 62236-1.

5 Conditions pendant les essais

Il n'est pas toujours possible de soumettre aux essais chaque fonction de l'appareil. Les essais doivent être effectués dans le mode de fonctionnement type considéré par le constructeur comme étant celui qui produit l'émission la plus importante ou la susceptibilité maximale au bruit dans la bande de fréquence à l'étude tout en restant compatible avec les applications normales. Le constructeur doit définir les conditions prévalant pendant les essais dans un plan d'essai.

Si l'appareil est une partie d'un système, ou s'il peut être connecté à des appareils auxiliaires, il doit alors être essayé dans la configuration minimale d'appareils auxiliaires permettant de tester les accès conformément au CISPR 22.

La configuration et le mode de fonctionnement doivent être spécifiés dans le plan d'essai et les conditions réelles d'essai doivent être notées avec précision dans le rapport d'essai.

Si l'appareil a un grand nombre d'accès similaires ou d'accès comportant plusieurs connexions similaires, on doit choisir un nombre suffisant d'entre eux pour simuler les conditions de fonctionnement réelles et pour s'assurer que tous les types de terminaisons sont couverts (par exemple 20 % des accès ou au moins quatre accès).

Les essais doivent être effectués dans les conditions de fonctionnement spécifiées pour l'appareil et à sa tension nominale d'alimentation, sauf indication contraire dans la norme fondamentale.

6 Applicabilité

Les mesures de la présente norme doivent être réalisées sur les accès appropriés de l'appareil.

L'étude des caractéristiques électriques, de la connexion et de l'utilisation d'un appareil particulier peuvent révéler que certains des essais ne sont pas applicables (par exemple l'immunité rayonnée des moteurs à induction, des transformateurs). Dans de tels cas, la décision de ne pas effectuer l'essai doit être notée dans le plan d'essai ou le rapport d'essai.

Sauf spécification contraire, les essais de CEM doivent être des essais de type.

7 Limites et essais d'émission

Les essais d'émission et les limites pour les appareils couverts par la présente norme sont donnés accès par accès.

Les mesures doivent être effectuées dans des conditions bien définies et reproductibles pour chaque type de perturbation.

La description de l'essai, les méthodes d'essai et le montage d'essai sont donnés dans les normes fondamentales indiquées dans les Tableaux 1 à 6.

Le contenu des normes fondamentales n'est pas répété ici, cependant des modifications ou des informations complémentaires nécessaires pour l'application pratique des essais sont données dans la présente norme.

NOTE La référence à la "Norme fondamentale" est limitée aux parties de la norme qui donnent la description des essais, des méthodes d'essai et des montages d'essai.

Tableau 1 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation de traction c.a.

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
		Fréquences de signalisation et de télécommunication	Voir CEI 62236-3-1			
1.1	Connexion haute tension, côté entrée avant le filtre (accès 3 sur les Figures A.1, A.2 et A.3)	9 kHz - 30 MHz	Pas de limites			Voir les notes 1 et 2
NOTE 1 Aucune limite de radiofréquences conduites ne s'applique. Il convient que l'appareil, lorsqu'il est installé avec les autres équipements avoisinants, satisfasse aux limites d'émission rayonnée de la CEI 62236-3-1 pour les trains.						
NOTE 2 Il est souhaitable mais impossible d'appliquer des limites de radiofréquences conduites. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la pratique et il n'est pas possible de définir la relation entre les émissions conduites et les émissions rayonnées.						

Tableau 2 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation de traction c.c.

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
		Fréquences de signalisation et de télécommunication	Voir CEI 62236-3-1			
2.1	Connexion haute tension, côté entrée avant le filtre (accès 3 sur la Figure A.4)	9 kHz - 30 MHz	Pas de limites			Voir les notes 1 et 2
NOTE 1 Aucune limite de radiofréquences conduites ne s'applique. Il convient que l'appareil, lorsqu'il est installé avec les autres équipements avoisinants, satisfasse aux limites d'émission rayonnée de la CEI 62236-3-1 pour les trains.						
NOTE 2 Actuellement, il n'existe pas de méthode fondée ou de limites pour les émissions conduites sur l'alimentation de traction entre 9 kHz et 30 MHz. Limiter les émissions conduites d'un appareil connecté à l'alimentation de traction empêchera les émissions rayonnées excessives provenant du réseau d'alimentation. On propose une méthode de mesure des émissions conduites à l'Annexe B. Il est nécessaire d'acquérir de l'expérience dans cette technique et dans la relation entre les émissions conduites et rayonnées pour faire progresser cette norme dans le futur.						

Tableau 3 – Emission – Accès par les bornes d'alimentation auxiliaire c.a. et c.c.

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
3.1	Alimentation auxiliaire c.a. ou c.c. (accès 9 sur les Figures A.1, A.2 et A.4)	9 kHz - 150 kHz	Pas de limites	CISPR 11	CISPR 11	Voir les notes 1 et 2
		150 kHz - 500 kHz	99 dB μ V quasi-crête			Voir les notes 3, 4 et 5
		500 kHz - 30 MHz	93 dB μ V quasi-crête			Voir les notes 3, 4 et 5
NOTE 1 Actuellement, il n'y a pas de limite pour les émissions conduites entre 9 kHz et 150 kHz. Limiter les émissions conduites d'un appareil empêchera les émissions rayonnées excessives. Il est nécessaire d'acquiescer de l'expérience dans cette technique et dans la relation entre les émissions conduites et rayonnées pour faire progresser cette norme dans le futur. NOTE 2 Il convient que les prises d'alimentation 230 V c.a. destinées au public offrent une qualité d'alimentation suffisante pour l'utilisation d'équipements tels que PC et chargeurs de téléphones mobiles. Il convient que la distorsion harmonique en mode différentiel et en mode commun soit limitée en dessous de 8 % par un filtre sinus. Il convient que les émissions de rafales de transitoires et d'ondes de choc soient limitées aux niveaux des équipements résidentiels de la CEI 61000-6-1. Les récepteurs radio en modulation d'amplitude ne sont pas destinés être alimentés par ces prises de courant. NOTE 3 Lorsqu'elle est applicable, il convient que la méthode définie par le CISPR 11 soit utilisée. Actuellement, la méthode de mesure qui existe pour les émissions conduites (CISPR 11) a des limitations en terme de gamme de tension et de courant des réseaux de couplage. De plus, la méthode de mesure de la tension a des implications de sécurité pour les essais de systèmes à puissance élevée. Limiter les émissions conduites des appareils sur les câbles extérieurs empêchera les émissions rayonnées excessives. NOTE 4 Cette prescription fait référence aux valeurs limites industrielles mais comme elles ont été définies pour protéger les appareils de radio et de télévision et que l'objectif n'est pas le même ici, la limite applicable pour les applications ferroviaires a été augmentée de 20 dB pour être plus représentative des problèmes potentiels. NOTE 5 Cette prescription n'est pas applicable aux accès par les bornes d'alimentation qui sont connectés à d'autres accès dédiés, compatibles.						

Tableau 4 – Emission – Accès référencés à la batterie

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
4.1	Alimentation batterie (accès 10 sur les Figures A.1 à A.5)	9 kHz - 150 kHz	Pas de limites	CISPR 11	CISPR 11	Voir note 1
		150 kHz - 500 kHz	99 dBµV quasi-crête			Voir note 2
		500 kHz - 30 MHz	93 dBµV quasi-crête			Voir note 2
NOTE 1 Actuellement, il n'y a pas de limite pour les émissions conduites entre 9 kHz et 150 kHz. Limiter les émissions conduites d'un appareil empêchera les émissions rayonnées excessives. Il est nécessaire d'acquérir de l'expérience dans cette technique et dans la relation entre les émissions conduites et rayonnées pour faire progresser cette norme dans le futur.						
NOTE 2 Cette prescription fait référence aux valeurs limites industrielles mais comme elles ont été définies pour protéger les appareils de radio et de télévision et que l'objectif n'est pas le même ici, la limite applicable pour les applications ferroviaires a été augmentée de 20 dB pour être plus représentative des problèmes potentiels.						

Tableau 5 – Emission – Accès par les bornes de commande et de mesure de processus

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
5.1	Alimentation électronique c.a. ou c.c. (accès 16 sur la Figure A.5)	9 kHz - 150 kHz	Pas de limites	CISPR 11	CISPR 11	Voir note 1
		150 kHz - 500 kHz	99 dBµV quasi-crête			Voir note 2
		500 kHz - 30 MHz	93 dBµV quasi-crête			Voir note 2
NOTE 1 Actuellement, il n'y a pas de limite pour les émissions conduites entre 9 kHz et 150 kHz. Limiter les émissions conduites d'un appareil empêchera les émissions rayonnées excessives. Il est nécessaire d'acquérir de l'expérience dans cette technique et dans la relation entre les émissions conduites et rayonnées pour faire progresser cette norme dans le futur.						
NOTE 2 Cette prescription fait référence aux valeurs limites industrielles mais comme elles ont été définies pour protéger les appareils de radio et de télévision et que l'objectif n'est pas le même ici, la limite applicable pour les applications ferroviaires a été augmentée de 20 dB pour être plus représentative des problèmes potentiels.						

Tableau 6 – Emission – Accès par l’enveloppe

	Accès	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques
6.1	Enveloppe	30 MHz - 230 MHz	40 dB μ V/m quasi-crête	CISPR 11	CISPR 11	Voir les notes 1 et 2
		230 MHz - 1 GHz	47 dB μ V/m quasi-crête			Voir les notes 1 et 2
NOTE 1 La distance de mesure est de 10 m. Une distance de mesure de 3 m peut être utilisée avec la limite augmentée de 10 dB.						
NOTE 2 Les convertisseurs de traction et auxiliaires au-dessus de 50 kVA ne sont pas essayés individuellement mais lorsque le véhicule complet est testé conformément à la CEI 62236-3-1.						

8 Limites et essais d'immunité

Les essais et les limites d'immunité pour les appareils couverts par cette norme sont donnés accès par accès.

Pour s'assurer de l'immunité du véhicule complet, les limites doivent être applicables à tous les appareils concernés.

Les essais doivent être effectués d'une manière bien définie et reproductible.

Les essais doivent être réalisés comme des essais individuels les uns après les autres. L'ordre de ces essais n'est pas imposé.

La description de l'essai, le générateur d'essai, les méthodes d'essai et le montage d'essai sont donnés dans les normes fondamentales qui sont citées en référence dans les Tableaux 7 à 9.

Le contenu de ces "normes fondamentales" n'est pas répété ici, cependant les modifications ou les informations complémentaires nécessaires pour l'application pratique des essais sont données dans cette norme.

Tableau 7 – Immunité – Accès référencés à la batterie (sauf en sortie des sources d'énergie), accès par les bornes d'entrée d'alimentation auxiliaire c.a.
(tension nominale $\leq 400 V_{eff}$)

	Phénomènes d'environnement	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques	Critères d'aptitude à la fonction
7.1	Fréquence radio en mode commun	0,15 MHz - 80 MHz 10 V (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée	CEI 61000-4-6	CEI 61000-4-6	Voir note 1 Le niveau d'essai spécifié est la valeur efficace de la porteuse avant modulation	A
7.2	Transitoires rapides en salves	± 2 kV 5/50 ns 5 kHz	Crête T_r / T_h Fréquence de répétition	CEI 61000-4-4	CEI 61000-4-4	Voir note 2	A
7.3	Ondes de choc	1,2 / 50 μ s ± 2 kV 42 Ω , 0,5 μ F ± 1 kV 42 Ω , 0,5 μ F	Tension d'essai en circuit ouvert, entre ligne et masse Tension d'essai en circuit ouvert, entre lignes	CEI 61000-4-5	CEI 61000-4-5	Voir note 3	B
NOTE 1 Le niveau d'essai peut être également défini comme le courant équivalent dans une charge de 150 Ω .							
NOTE 2 Couplage direct, polarité positive et négative.							
NOTE 3 Cet essai est destiné à simuler le phénomène connu en couplage direct; une impédance de sortie de 42 Ω (40 Ω et générateur 2 Ω) et un condensateur de couplage de 0,5 μ F sont recommandés.							

Tableau 8 – Immunité – Accès par les lignes de commande et de mesure de processus, de communication et de signaux

	Phénomènes d'environnement	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques	Critères d'aptitude à la fonction
8.1	Fréquence radio en mode commun	0,15 MHz - 80 MHz 10 V (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée	CEI 61000-4-6	CEI 61000-4-6	Voir note 1 Le niveau d'essai spécifié est la valeur efficace de la porteuse avant modulation	A
8.2	Transitoires rapides en salves	± 2 kV 5/50 ns 5 kHz	Crête T_r / T_h Fréquence de répétition	CEI 61000-4-4	CEI 61000-4-4	Voir note 2 Pince capacitive utilisée	A
NOTE 1 Le niveau d'essai peut être également défini comme le courant équivalent dans une charge de 150 Ω.							
NOTE 2 Couplage capacitif, polarité positive et négative.							

Tableau 9 – Immunité – Accès par l'enveloppe

	Phénomènes d'environnement	Spécification d'essai		Norme fondamentale	Installation d'essai	Remarques	Critères d'aptitude à la fonction
9.1	Champ électromagnétique à fréquence radioélectrique modulé en amplitude	80 MHz - 1 000 MHz 20 V/m (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée	CEI 61000-4-3	CEI 61000-4-3	Voir notes 1 et 2 Le niveau d'essai spécifié est la valeur efficace de la porteuse avant modulation	A
9.2	Champ électromagnétique à fréquence radioélectrique, émis par les téléphones radio-numériques	800 MHz - 1 000 MHz 20 V/m (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée	CEI 61000-4-3	CEI 61000-4-3	Voir notes 2, 3 et 4 Le niveau d'essai spécifié est la valeur efficace de la porteuse avant modulation	A
		1 400 MHz - 2 100 MHz 10 V/m (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée				
		2 100 MHz - 2 500 MHz 5 V/m (eff) 80 % MA, 1 kHz	Porteuse non modulée				
9.3	Décharge électrostatique	± 6 kV ± 8 kV	Décharge au contact Décharge dans l'air	CEI 61000-4-2	CEI 61000-4-2	Voir note 5	B
NOTE 1 Cette limite s'applique aux équipements montés dans les compartiments voyageurs, les cabines des conducteurs ou à l'extérieur du matériel roulant (toit, sous chassis). Pour les équipements montés dans toutes les autres zones, un niveau de sévérité de 10 V/m peut être utilisé.							
NOTE 2 Pour les appareils de grande taille (par exemple convertisseurs de traction, convertisseurs auxiliaires) il est souvent impossible, dans la pratique, de réaliser l'essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés sur l'unité complète. Dans de tels cas, il convient que le constructeur soumette aux essais les sous-systèmes susceptibles (par exemple les électroniques de commande). Il convient que le rapport d'essai justifie le choix des sous-systèmes et les hypothèses faites (par exemple réduction du champ dû à l'écran du boîtier).							
NOTE 3 Il convient que l'essai au 5.2 de la CEI 61000-4-3 soit appliqué aux fréquences des téléphones radio numériques en usage dans les pays dans lesquels le matériel est destiné à fonctionner.							
NOTE 4 Les niveaux d'essai d'immunité peuvent être réduits pour les équipements montés dans des zones où il a été démontré que la menace des téléphones radio-numériques était moins sévère.							
NOTE 5 Seulement applicable aux équipements accessibles aux voyageurs et au personnel d'exploitation (hors maintenance).							

Annexe A (informative)

Exemples d'appareils et d'accès

Cette annexe a pour but de fournir des exemples des différents types d'appareils embarqués avec leurs accès. Le Tableau A.1 donne des exemples d'appareils qui peuvent être commercialisés individuellement. Cependant, ces appareils peuvent également former un sous-système d'un appareil de plus grande dimension (par exemple électronique de commande dans un convertisseur auxiliaire). Dans ce cas, les exigences de la norme s'appliquent uniquement à l'appareil qui est commercialisé. Un accès est défini dans la norme comme étant l'interface d'un appareil avec l'environnement extérieur. Le tableau indique si un appareil particulier est concerné par l'émission, l'immunité ou n'est pas concerné. Ce guide est destiné aux utilisateurs de cette norme mais il n'est pas figé. Il appartient à l'utilisateur de la norme de juger si techniquement un essai est applicable ou non.

Les dessins des figures suivantes illustrent les principaux accès. Ils montrent des exemples de différents schémas.

La Figure A.1 s'applique à une locomotive alimentée en c.a. avec traction c.a. et filtre psophométrique côté ligne.

La Figure A.2 montre un autre système c.a./c.a. avec filtre d'amélioration du facteur de puissance côté convertisseur et avec réseau d'alimentation train et auxiliaire c.c. ou triphasée.

La Figure A.3 montre un système plus conventionnel avec entrée c.a. et moteurs de traction c.c. alimentés par convertisseur à contrôle de phase.

La Figure A.4 est un système d'alimentation c.c. avec traction c.a.

La Figure A.5 montre certains accès complémentaires des convertisseurs et des électroniques de commande.

Bien entendu, beaucoup d'autres schémas sont possibles.

Tableau A.1 – Exemples types d'appareils

Appareils	Exigences d'essai
Convertisseur de traction	Emission et immunité
Disjoncteur principal	Pas de exigences d'essai
Transformateur de traction	Pas de exigences d'essai
Moteur de traction	Pas de exigences d'essai
Moteur auxiliaire	Pas de exigences d'essai
Alimentation auxiliaire c.c. (batterie)	Emission et immunité
Alimentation de commande électronique	Emission et immunité
Equipement de signalisation et de communication	Emission et immunité
Interface électronique homme-machine	Emission et immunité
Equipement de conditionnement de l'environnement	Emission et immunité
Equipement d'information des voyageurs	Emission et immunité
Commande des portes	Emission et immunité
Equipement auxiliaire pour l'exploitation des trains	Emission et immunité
Equipement auxiliaire pour les services aux voyageurs	Emission et immunité

Appareils	Exigences d'essai
Systèmes de gestion des trains	Emission et immunité
Alimentation électronique	Emission et immunité
Système de contrôle du freinage	Emission et immunité

Dans les Tableaux 1 à 9, on spécifie les essais pour application à un accès spécifique (interface d'un appareil). Le Tableau A.2 décrit de façon plus typique ces accès et le type d'appareil qui peut avoir un tel accès. Des exemples de ces accès sont donnés dans les figures suivantes à l'exception des accès n° 11, 13 et 14.

Tableau A.2 – Descriptions des accès types

N° de l'accès sur les figures	Nom de l'accès type	Appareil type
	Accès par l'alimentation de traction c.a.	
1	Connexion au pantographe	Disjoncteur principal
3	Connexion haute tension (avant filtre)	Filtre
4	Connexion filtre-transformateur, côté HT	Filtre
5	Ligne de train monophasée	Convertisseur auxiliaire
6	Connexion transformateur-convertisseur	Convertisseur de propulsion
7	Câbles de moteur de traction	Moteurs de traction
8	Enroulements auxiliaires de transformateur	Alimentation auxiliaire c.c.
	Accès par l'alimentation de traction c.c.	
2	Borne d'entrée c.c.	Disjoncteur principal
3	Connexion haute tension (avant filtre)	Filtre
6	Connexion filtre-convertisseur	Convertisseur de propulsion
7	Câbles de moteur de traction	Moteurs de traction
	Accès auxiliaire c.a.	
9	Alimentation auxiliaire c.a.	Unité de conditionnement environnemental
	Accès auxiliaire c.c.	
9	Alimentation auxiliaire c.c.	
	Accès référencés à la batterie	
10	Alimentation batterie	Alimentation électronique
11	Bus de contrôle du train (tension batterie conventionnelle)	Système de gestion des trains
19	Entrée/sortie logique de relais	Système de commande électronique
	Accès de communication et signaux	
12	Bus de données véhicule	Système de commande électronique
13	Bus de données train	Système de gestion des trains
14	Réseau de distraction des voyageurs	Equipements de distraction des passagers
15	Ligne de contrôle incendie	Système de commande électronique
17, 18	Signal capteur(numérique ou analogique)	Système de commande électronique
20	Interface de communication (maintenance)	Système de commande électronique
	Accès de mesure et de commande de processus	
16	Alimentation électronique interne	Système de commande électronique
18	Signal de capteur (analogique)	Système de commande électronique
	Accès par l'enveloppe	

N° de l'accès sur les figures	Nom de l'accès type	Appareil type
21	Enveloppe de l'équipement	Tous les appareils
	Accès par la borne de masse	
22	Connexion de masse	Tous les appareils

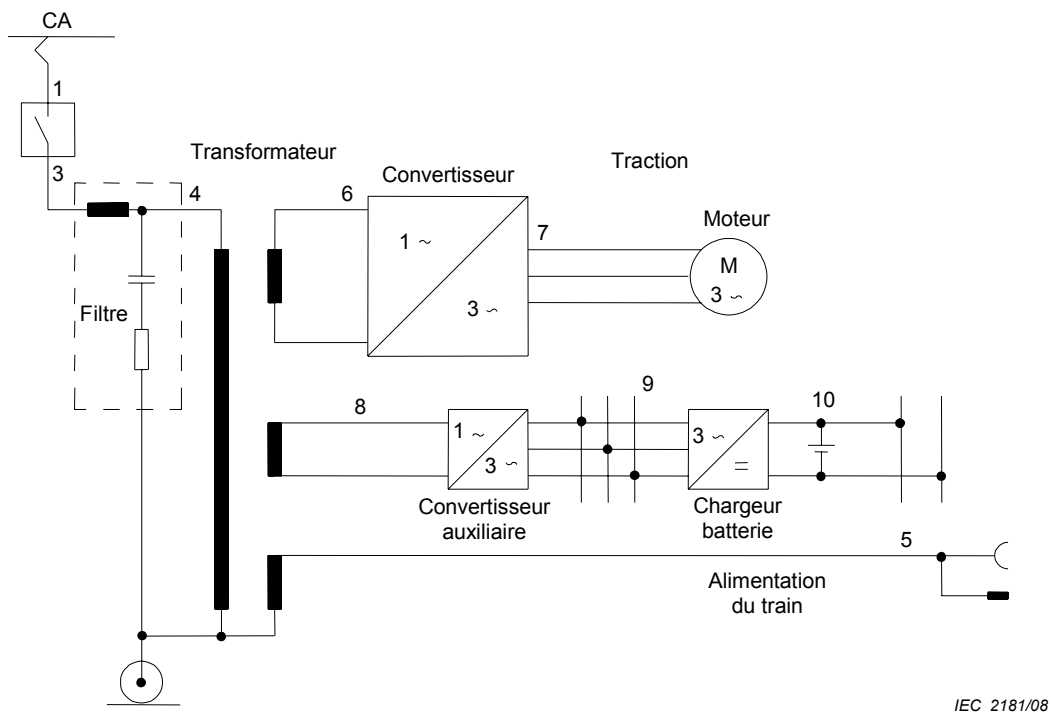
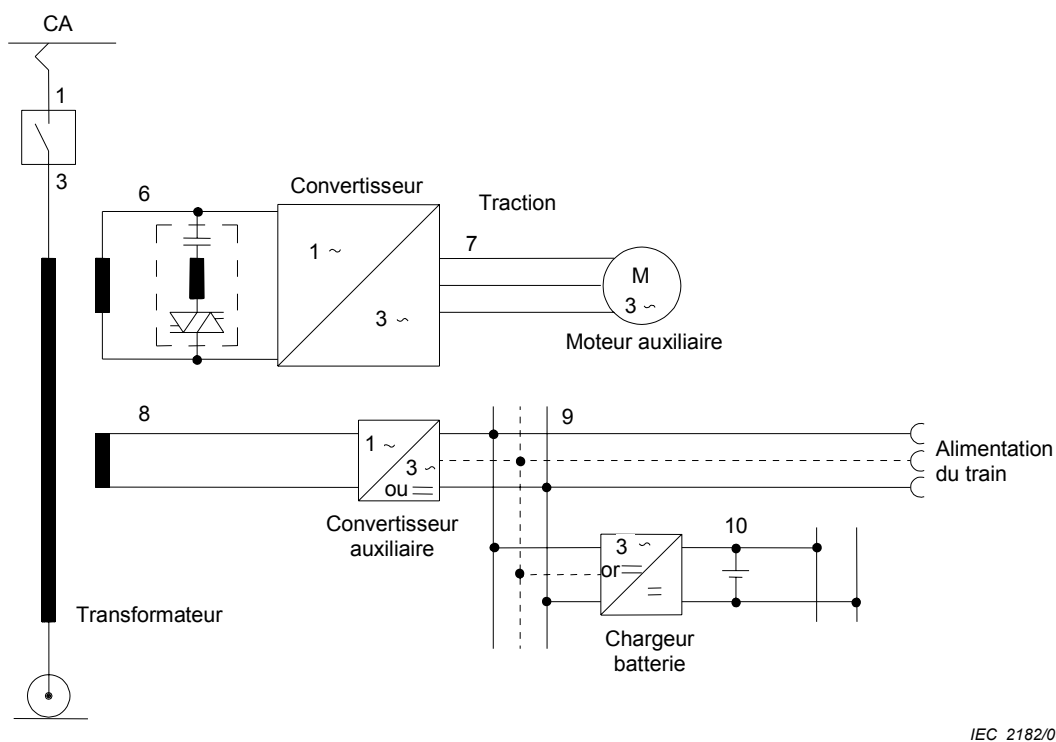
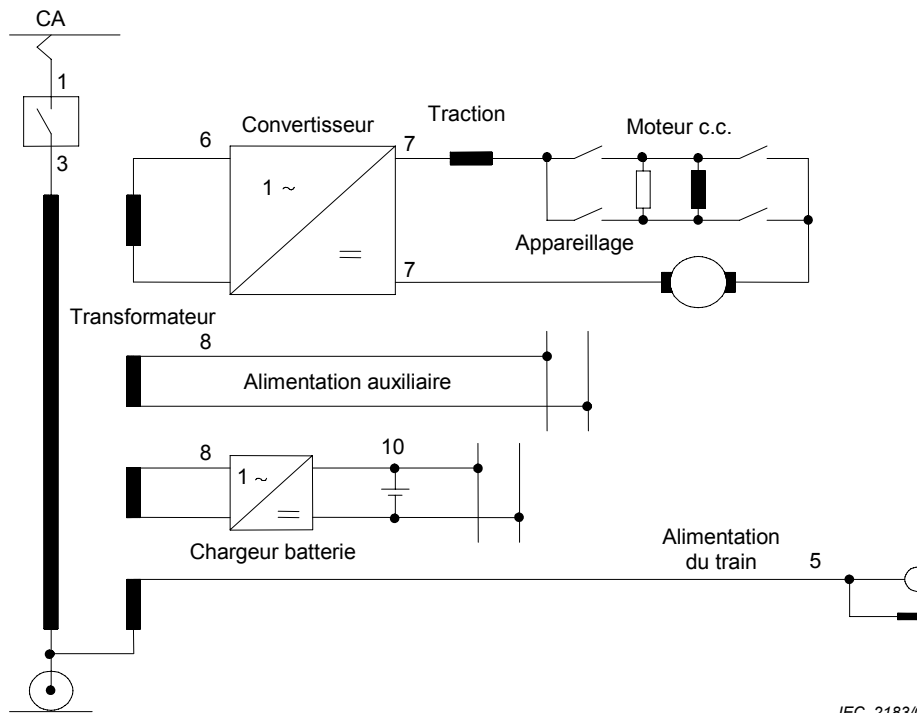


Figure A.1 – Locomotive alimentée en c.a. avec traction c.a. et filtre psophométrique côté ligne



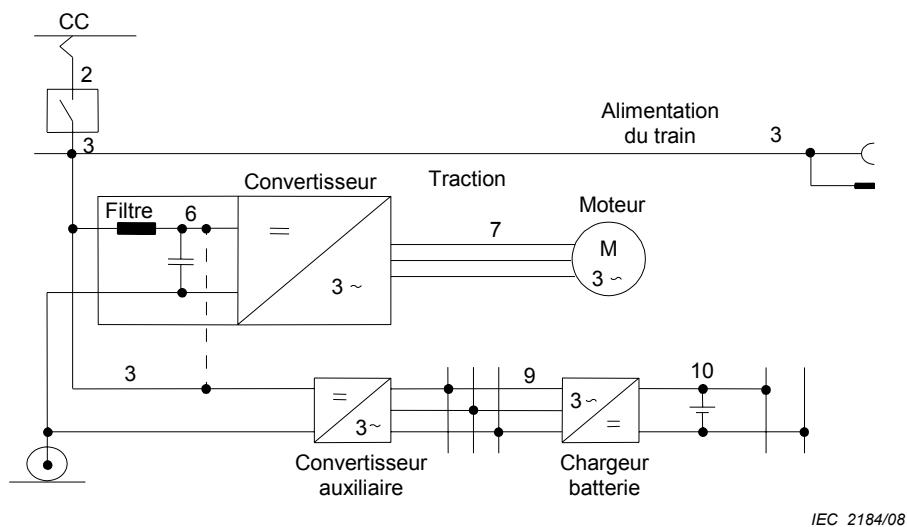
IEC 2182/08

Figure A.2 – Système c.a./c.a. avec filtre d'amélioration du facteur de puissance côté ligne et avec réseau d'alimentation train et auxiliaire c.c. ou triphasée



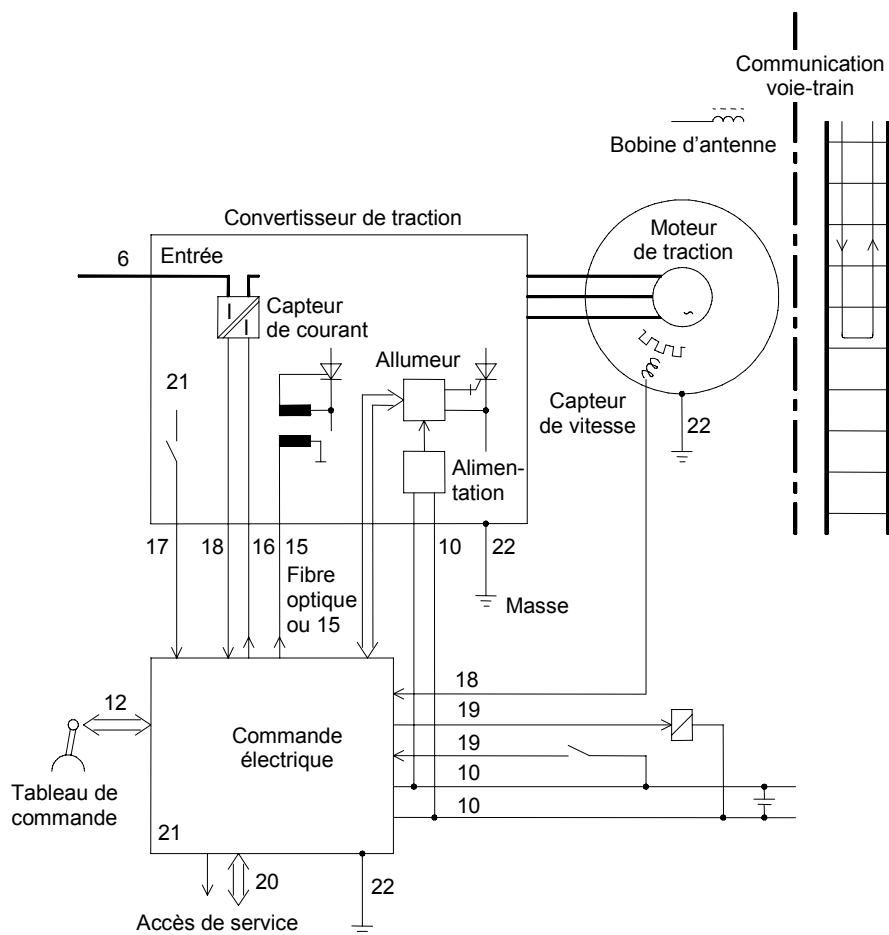
IEC 2183/08

Figure A.3 – Système conventionnel avec entrée c.a. et moteurs de traction c.c. alimentés par convertisseur à contrôle de phase



IEC 2184/08

Figure A.4 – Système d'alimentation c.c. avec propulsion c.a.



IEC 2185/08

Figure A.5 – Autres accès des convertisseurs et des électroniques de commande

Annexe B (informative)

Perturbations conduites générées par les convertisseurs de puissance dans la plage 9 kHz à 30 MHz

B.1 Généralités

Cette procédure concerne les convertisseurs de puissance connectés à l'accès d'alimentation c.c. de traction (caténaire ou rail conducteur) avec ou sans filtre de ligne principal.

B.2 Méthode de mesure

Il convient que les mesures soient effectuées en utilisant les recommandations de la série CISPR 16. Il convient que les réglages suivants soient effectués:

- 200 Hz de largeur de bande à 6 dB, dans la plage 9 kHz à 150 kHz;
- 9 kHz de largeur de bande à 6 dB, dans la plage 150 kHz à 30 MHz;
- détection quasi-crête avec pondération appropriée pour chaque plage de fréquences.

Il convient de veiller à la possible saturation du capteur par le courant principal qui pourrait en affecter les caractéristiques de transfert. Une adaptation d'impédance correcte du capteur à l'appareil de mesure doit être assurée.

B.3 Procédure d'essai

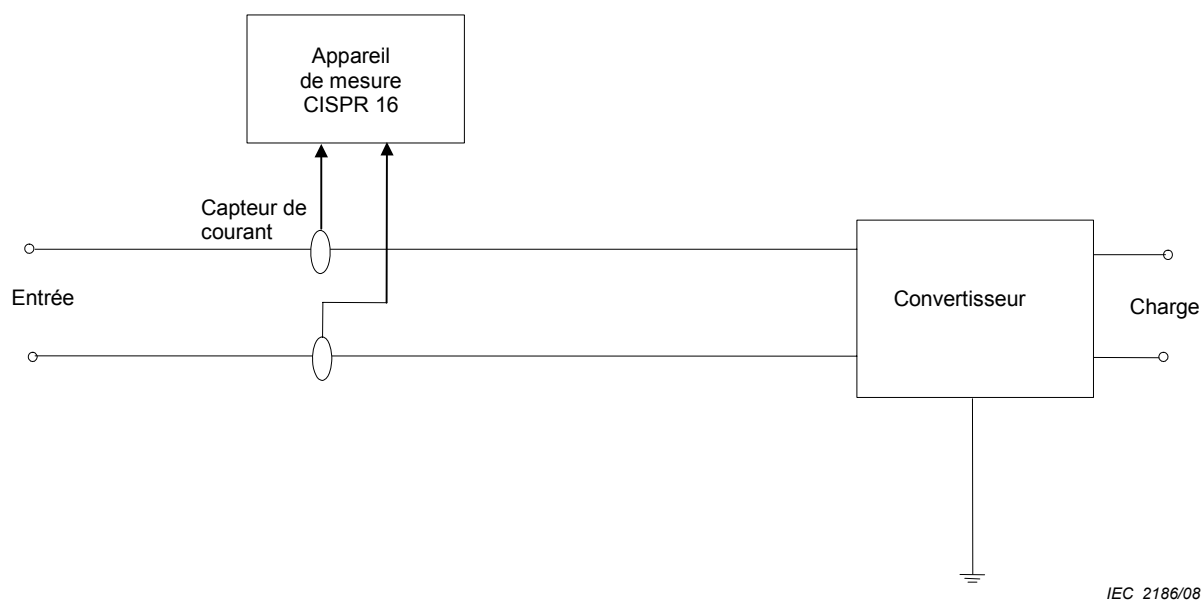
L'organisation de l'essai est présentée à la Figure B.1 avec les recommandations appropriées.

Les conditions de mise à la masse et d'impédance en mode commun doivent être aussi proches que possible des conditions réelles à la fois en entrée et en sortie du convertisseur.

Il convient de mesurer les niveaux pour chaque point de mesure et chaque condition de fonctionnement dont on sait qu'ils génèrent les courants perturbateurs maximaux.

B.4 Limites

Aucune limite de radiofréquence conduite n'est appliquée. Il convient que l'appareil, lorsqu'il est installé avec les autres équipements avoisinants, satisfasse aux limites d'émission rayonnée de la CEI 62236-3-1 pour les trains. Cet essai est destiné à quantifier l'émission des appareils, par exemple pour des feuilles de données.

**Figure B.1 – Installation d'essai**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch