

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61881

Première édition  
First edition  
1999-09

---

---

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –  
Condensateurs pour électronique de puissance**

**Railway applications – Rolling stock equipment –  
Capacitors for power electronics**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

X

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
Articles	
1 Généralités .....	8
1.1 Domaine d'application et objet .....	8
1.2 Références normatives .....	10
1.3 Définitions .....	10
1.4 Conditions de service .....	18
2 Exigences de qualité et essais .....	22
2.1 Prescriptions d'essai.....	22
2.2 Classification des essais.....	22
2.3 Mesures de la capacité et de la tangente $\tan \delta$ (essai de série) .....	24
2.4 Mesure de la tangente de perte ( $\tan \delta$ ) du condensateur (essai de type).....	26
2.5 Essai de tension entre bornes.....	26
2.6 Essai de tension alternative entre bornes et boîtier .....	28
2.7 Essai de dispositif de décharge interne .....	30
2.8 Essai d'étanchéité .....	30
2.9 Essai de tension de choc .....	30
2.10 Essai de stabilité thermique .....	32
2.11 Essai d'autorégénération .....	34
2.12 Mesure de la fréquence de résonance.....	34
2.13 Essais d'environnement .....	34
2.14 Essais mécaniques .....	36
2.15 Essai d'endurance .....	38
2.16 Essai destructif.....	42
2.17 Essai de déconnexion des coupe-circuit.....	50
2.18 Mesures de décharge partielle (essais de type facultatifs).....	56
3 Surcharges .....	56
3.1 Tension maximale admissible .....	56
4 Prescriptions de sécurité.....	56
4.1 Dispositif de décharge .....	56
4.2 Connexions du boîtier .....	58
4.3 Protection de l'environnement.....	58
4.4 Autres prescriptions de sécurité .....	58
5 Marquages .....	58
5.1 Marquage des unités .....	58

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
Clause	
1 General .....	9
1.1 Scope and object .....	9
1.2 Normative references .....	11
1.3 Definitions .....	11
1.4 Service conditions .....	19
2 Quality requirements and tests .....	23
2.1 Test requirements .....	23
2.2 Classification of tests .....	23
2.3 Capacitance and $\tan \delta$ measurements (routine test) .....	25
2.4 Capacitor loss tangent ( $\tan \delta$ ) measurement (type test) .....	27
2.5 Voltage test between terminals .....	27
2.6 AC voltage test between terminals and case .....	29
2.7 Test of internal discharge device .....	31
2.8 Sealing test .....	31
2.9 Surge discharge test .....	31
2.10 Thermal stability test .....	33
2.11 Self-healing test .....	35
2.12 Resonance frequency measurement .....	35
2.13 Environmental testing .....	35
2.14 Mechanical testing .....	37
2.15 Endurance test .....	39
2.16 Destruction test .....	43
2.17 Disconnecting test on fuses .....	51
2.18 Partial discharge measurements (optional type tests) .....	57
3 Overloads .....	57
3.1 Maximum permissible voltage .....	57
4 Safety requirements .....	57
4.1 Discharge device .....	57
4.2 Case connections .....	59
4.3 Protection of the environment .....	59
4.4 Other safety requirements .....	59
5 Markings .....	59
5.1 Marking of the units .....	59

Articles	Pages
6 Guide d'installation et de fonctionnement .....	60
6.1 Généralités.....	60
6.2 Choix de la tension assignée .....	62
6.3 Température de fonctionnement .....	62
6.4 Conditions de service particulières.....	64
6.5 Surtensions .....	64
6.6 Courants de surcharge .....	64
6.7 Dispositifs de commutation et de protection .....	64
6.8 Choix des lignes de fuite et des distances d'isolement .....	66
6.9 Connexions .....	66
6.10 Connexions parallèles des condensateurs.....	66
6.11 Connexions de condensateurs en série.....	66
6.12 Pertes magnétiques et courants de Foucault.....	68
6.13 Guide pour la protection par coupe-circuit à fusibles et sectionneur.....	68
Annexe A (informative) Formes d'onde.....	70
Annexe B (normative) Limites de fonctionnement des condensateurs avec des tensions sinusoïdales exprimées en fonction de la fréquence et à température maximale ( $\theta_{max}$ ) .....	76
Annexe C (normative) Méthodes de mesure de la fréquence de résonance – Exemples ....	80
Annexe D (informative) Bibliographie.....	84
Figure 1 – Montage pour essai destructif.....	44
Figure 2 – Source N de courant continu et alternatif.....	48
Figure 3 – Source N de courant continu .....	50
Figure A.1 – Exemple de durée d'impulsion de courant .....	74
Figure B.1 – Conditions d'alimentation électrique .....	76
Figure C.1 – Circuit de mesure .....	80
Figure C.2 – Relation entre la tension aux bornes du condensateur et la fréquence d'alimentation .....	80
Figure C.3 – Forme d'onde du courant de décharge.....	82
Tableau 1 – Température maximale de l'agent de refroidissement pendant une durée illimitée .....	20
Tableau 2 – Tension d'essai entre bornes .....	26
Tableau 3 – Essai à chaleur humide .....	36
Tableau 4 – Essai de robustesse des bornes .....	36
Tableau 5 – Exemple de courant admissible des bornes à vis et boulons .....	38
Tableau 6 – Essai d'endurance .....	40
Tableau 7 – Tension maximale admissible.....	56

Clause	Page
6 Guide to installation and operation .....	61
6.1 General .....	61
6.2 Choice of rated voltage .....	63
6.3 Operating temperature .....	63
6.4 Special service conditions .....	65
6.5 Overvoltages .....	65
6.6 Overload currents .....	65
6.7 Switching and protective devices .....	65
6.8 Choice of creepage distance and clearance .....	67
6.9 Connections .....	67
6.10 Parallel connections of capacitors .....	67
6.11 Series connections of capacitors .....	67
6.12 Magnetic losses and eddy currents .....	69
6.13 Guide for fuse and disconnector protection .....	69
Annex A (informative) Waveforms .....	71
Annex B (normative) Operational limits of capacitors with sinusoidal voltages as a function of frequency and at maximum temperature ( $\theta_{max}$ ) .....	77
Annex C (normative) Resonance frequency measuring methods – Examples .....	81
Annex D (informative) Bibliography .....	85
Figure 1 – Destruction test arrangement .....	45
Figure 2 – N source d.c. plus a.c. ....	49
Figure 3 – N source d.c. ....	51
Figure A.1 – Example of current pulse width .....	75
Figure B.1 – Supply conditions .....	77
Figure C.1 – Measuring circuit .....	81
Figure C.2 – Relation between the voltage across the capacitor and the supply frequency .....	81
Figure C.3 – Discharge current wave shape .....	83
Table 1 – Maximum temperature of cooling medium for unlimited time .....	21
Table 2 – Test voltage between terminals .....	27
Table 3 – Damp heat test .....	37
Table 4 – Testing the robustness of terminals .....	37
Table 5 – Example of current-carrying capacities of screw terminals and bolts .....	39
Table 6 – Endurance test .....	41
Table 7 – Maximum permissible voltage .....	57

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – CONDENSATEURS POUR ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61881 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/522/FDIS	9/530/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 3.

Les annexes A et D sont données uniquement à titre d'information.

Les annexes B et C font partie intégrante de cette norme.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2004. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –  
ROLLING STOCK EQUIPMENT –  
CAPACITORS FOR POWER ELECTRONICS**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined on agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61881 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

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

FDIS	Report on voting
9/522/FDIS	9/530/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 3.

Annexes A and D are for information only.

Annexes B and C form an integral part of this standard.

The committee has decided that this publication remains valid until 2004. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

# APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – CONDENSATEURS POUR ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

## 1 Généralités

### 1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux condensateurs pour électronique de puissance destinés à être utilisés sur le matériel roulant.

La tension assignée des condensateurs couverts par la présente norme est limitée à 10 000 V.

La fréquence de fonctionnement des systèmes dans lesquels ces condensateurs sont utilisés est généralement inférieure à 2 500 Hz, tandis que les fréquences d'impulsion sont susceptibles d'atteindre plusieurs milliers de hertz et de dépasser dans certains cas 10 000 Hz.

Une distinction est faite entre les condensateurs pour courant alternatif et ceux pour courant continu.

Ils sont considérés comme des composants montés dans des enveloppes.

NOTE – La présente norme recouvre une gamme extrêmement vaste de condensateurs destinés à de nombreuses applications: protection contre les surtensions, filtrage côté continu et côté alternatif, circuits de commutation, stockage d'énergie en courant continu, onduleurs auxiliaires, etc.

Les éléments suivants sont exclus de la présente norme:

- condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 Hz et 24 000 Hz (voir CEI 60110);
- condensateurs des moteurs et applications semblables (voir CEI 60252);
- condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits pour le blocage d'un ou plusieurs harmoniques dans les réseaux d'alimentation;
- condensateurs pour courant alternatif de petite taille utilisés pour les lampes à fluorescence et à décharges (voir CEI 61048 et CEI 61049);
- condensateurs d'antiparasitage (voir CEI 60384-14);
- condensateurs shunt destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif avec tension assignée supérieure à 1 000 V (voir CEI 60871-1 et CEI 60871-2);
- condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V (voir CEI 60831-1 et CEI 60831-2);
- condensateurs shunt de puissance non autorégénérateurs destinés à être utilisés sur des réseaux de courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V (voir CEI 60931-1 et CEI 60931-2);
- condensateurs électroniques non utilisés dans les circuits de puissance (voir CEI 60080 et CEI 60166);
- condensateurs en série destinés à être utilisés sur des réseaux (voir CEI 60143);
- condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (voir CEI 60358);
- condensateurs destinés à des applications nécessitant un stockage d'énergie/décharge de courant élevé telles que des photocopieurs et des lasers;
- condensateurs pour four à micro-ondes.

Des exemples sont fournis à l'article 6.



# RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK EQUIPMENT – CAPACITORS FOR POWER ELECTRONICS

## 1 General

### 1.1 Scope and object

This International Standard applies to capacitors for power electronics intended to be used on rolling stock.

The rated voltage of capacitors covered by this part is limited to 10 000 V.

The operating frequency of the systems in which these capacitors are used is usually below 2 500 Hz, while the pulse frequencies may go up to several thousand hertz, in some cases beyond 10 000 Hz.

It distinguishes between a.c. and d.c. capacitors.

They are considered as components mounted in enclosures.

NOTE – This standard covers an extremely wide range of capacitor technologies for numerous applications: overvoltage protection, d.c. and a.c. filtering, switching circuits, d.c. energy storage, auxiliary inverters, etc.

The following are excluded from this standard:

- capacitors for induction heat-generating plants operating at frequencies between 40 Hz and 24 000 Hz (see IEC 60110);
- capacitors for motor applications and the like (see IEC 60252);
- capacitors to be used in circuits for blocking one or more harmonics in power supply networks;
- small a.c. capacitors as used for fluorescent and discharge lamps (see IEC 61048 and IEC 61049);
- capacitors for suppression of radio interference (see IEC 60384-14);
- shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V (see IEC 60871-1 and IEC 60871-2);
- shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V (see IEC 60831-1 and IEC 60831-2);
- shunt power capacitor of the non self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V (see IEC 60931-1 and IEC 60931-2);
- electronic capacitors not used in power circuits (see IEC 60080 and IEC 60166);
- series capacitors for power systems (see IEC 60143);
- coupling capacitors and capacitors dividers (see IEC 60358);
- capacitors for applications requiring energy storage/high current discharge such as photocopies and lasers;
- capacitors for microwave ovens.

Examples are given in clause 6.

## 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-2-3, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-14, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai T: Soudure*

CEI 60068-2-21, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

CEI 60077-1, *Applications ferroviaires – Composants électrotechniques – Partie 1: Conditions générales de service* <sup>1)</sup>

CEI 60269-1, *Fusibles basse tension – Première partie: Règles générales*

CEI 60721-3-5, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités. Installations des véhicules terrestres*

CEI 61373, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

---

1) A publier.

## 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-3, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60077-1, *Railway applications – Electrotechnical components – Part 1: General service conditions* <sup>1)</sup>

IEC 60269-1, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60721-3-5, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Ground vehicle installations*

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

---

<sup>1)</sup> To be published.