



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 3: Electric double-layer capacitors

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

Partie 3: Condensateurs électriques à double couche

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 45.060

ISBN 978-2-83220-252-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Service conditions	10
4.1 Normal service conditions	10
4.1.1 General	10
4.1.2 Altitude.....	11
4.1.3 Temperature.....	11
4.2 Unusual service conditions.....	11
5 Quality requirements and tests	11
5.1 Test requirements	11
5.1.1 General	11
5.1.2 Test conditions	11
5.1.3 Measurement conditions.....	12
5.1.4 Voltage treatment	12
5.1.5 Thermal treatment	12
5.2 Classification of tests	12
5.2.1 General	12
5.2.2 Type tests	13
5.2.3 Routine tests	13
5.2.4 Acceptance tests	13
5.3 Capacitance and internal resistance	13
5.3.1 Measurement procedure for capacitance and internal resistance	13
5.3.2 Calculation methods for capacitance and internal resistance	14
5.3.3 Acceptance criteria of capacitance and internal resistance	14
5.4 Leakage current and self-discharge.....	15
5.4.1 Leakage current	15
5.4.2 Self-discharge	15
5.5 Insulation test between terminals and case	15
5.5.1 Capacitor cell (If applicable (applicable to metal case with terminals) and if required).....	15
5.5.2 Capacitor module or bank.....	16
5.6 Sealing test	17
5.7 Surge discharge test (under consideration)	17
5.7.1 General	17
5.7.2 Preconditioning.....	17
5.7.3 Initial measurement	17
5.7.4 Test method	17
5.7.5 Post treatment.....	17
5.7.6 Final measurement.....	17
5.7.7 Acceptance criteria.....	18
5.8 Environmental testing	18
5.8.1 Change of temperature.....	18
5.8.2 Damp heat, steady state.....	18
5.9 Mechanical tests	19

5.9.1	Mechanical tests of terminals	19
5.9.2	External inspection	20
5.9.3	Vibration and shocks	20
5.10	Endurance test	20
5.10.1	General	20
5.10.2	Preconditioning.....	20
5.10.3	Initial measurements	20
5.10.4	Test methods.....	20
5.10.5	Post treatment.....	21
5.10.6	Final measurement	21
5.10.7	Acceptance criteria	21
5.11	Endurance cycling test	21
5.11.1	General	21
5.11.2	Preconditioning.....	21
5.11.3	Initial measurements	21
5.11.4	Test method	21
5.11.5	End of test criteria	22
5.11.6	Post treatment.....	22
5.11.7	Final measurement	22
5.11.8	Acceptance criteria	22
5.12	Pressure relief test	22
5.13	Passive flammability.....	22
5.14	EMC test	23
6	Overloads.....	23
7	Safety requirements	23
7.1	Discharge device.....	23
7.2	Case connections (grounding)	23
7.3	Protection of the environment.....	23
7.4	Other safety requirements	24
8	Marking	24
8.1	Marking of the capacitor	24
8.1.1	Capacitor cell	24
8.1.2	Capacitor module or bank.....	24
8.2	Data sheet.....	25
9	Guidance for installation and operation.....	25
9.1	General	25
9.2	Choice of rated voltage	25
9.3	Operating temperature	25
9.3.1	Life time of capacitor	25
9.3.2	Installation.....	26
9.3.3	Unusual cooling conditions	26
9.4	Over voltages	26
9.5	Overload currents.....	26
9.6	Switching and protective devices.....	26
9.7	Dimensioning of creepage distance and clearance	26
9.8	Connections	27
9.9	Parallel connections of capacitors	27
9.10	Series connections of capacitors	27

9.11 Magnetic losses and eddy currents.....	27
9.12 Guide for unprotected capacitors.....	27
Annex A (informative) Terms and definitions of capacitors	28
Bibliography.....	29
Figure 1 – The voltage – time characteristics between capacitor terminals in capacitance and internal resistance measurement	14
Figure 2 – V block.....	16
Figure A.1 – Example of capacitor application in capacitor equipment	28
Table 1 – Classification of tests	12
Table 2 – Damp heat steady-state test.....	19
Table 3 – Testing the robustness of terminals	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 3: Electric double-layer capacitors

FOREWORD

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

International Standard IEC 61881-3 has been prepared by subcommittee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/1680/FDIS	9/1708/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 61881 series, under the general title *Railway applications – Rolling stock equipment – Capacitors for power electronics*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC 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 – ROLLING STOCK EQUIPMENT – CAPACITORS FOR POWER ELECTRONICS –

Part 3: Electric double-layer capacitors

1 Scope

This part of IEC 61881 applies to d.c. electric double-layer capacitors (cell, module and bank) for power electronics intended to be used on rolling stock.

This standard specifies quality requirements and tests, safety requirements, and describes installation and operation information.

NOTE Example of the application for capacitors specified in this Standard; d.c. energy storage, etc.

Capacitors not covered by this Standard:

- IEC 61881-1: Paper/plastic film capacitors;
- IEC 61881-2: Aluminium electrolytic capacitors with non-solid electrolyte.

Guidance for installation and operation is given in Clause 9.

2 Normative references

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

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
and Amendment 1:1992

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2-17: Tests. Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60571:1998, *Electronic equipment used on rail vehicles*
and Amendment 1:2006

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

IEC 61373:2010, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

IEC 62236-3-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus*

IEC 62391-1:2006, *Fixed electric double-layer capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 62391-2:2006, *Fixed electric double-layer capacitors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification – Electric double-layer capacitors for power application*

IEC 62497-1, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

IEC 62576:2009, *Electric double-layer capacitors for use in hybrid electric vehicles – Test methods for electrical characteristics*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	33
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Termes et définitions	36
4 Conditions de service	39
4.1 Conditions de service normales	39
4.1.1 Généralités	39
4.1.2 Altitude	39
4.1.3 Température	39
4.2 Conditions de service inhabituelles	39
5 Exigences de qualité et essais	40
5.1 Exigences d'essai	40
5.1.1 Généralités	40
5.1.2 Conditions d'essai	40
5.1.3 Conditions de mesure	40
5.1.4 Traitement par application de tension	40
5.1.5 Traitement thermique	40
5.2 Classification des essais	40
5.2.1 Généralités	40
5.2.2 Essais de type	41
5.2.3 Essais de série	42
5.2.4 Essais d'acceptation	42
5.3 Capacité et résistance interne	42
5.3.1 Procédure de mesure de la capacité et de la résistance interne	42
5.3.2 Méthodes de calcul de la capacité et de la résistance interne	43
5.3.3 Critères d'acceptation de la capacité et de la résistance interne	43
5.4 Courant de fuite et autodécharge	44
5.4.1 Courant de fuite	44
5.4.2 Autodécharge	44
5.5 Essai d'isolation entre bornes et boîtier	44
5.5.1 Unité de condensateur (S'il est applicable (applicable au boîtier métallique à bornes) et s'il est exigé)	44
5.5.2 Module ou batterie de condensateurs	46
5.6 Essai d'étanchéité	46
5.7 Essai de tension de choc (à l'étude)	46
5.7.1 Généralités	46
5.7.2 Préconditionnement	46
5.7.3 Mesure initiale	46
5.7.4 Méthode d'essai	46
5.7.5 Post-traitement	47
5.7.6 Mesure finale	47
5.7.7 Critères d'acceptation	47
5.8 Essais d'environnement	47
5.8.1 Variation de température	47
5.8.2 Chaleur humide, essai continu	48
5.9 Essais mécaniques	49

5.9.1	Essais mécaniques des bornes.....	49
5.9.2	Examen externe	49
5.9.3	Vibrations et chocs	49
5.10	Essai d'endurance.....	49
5.10.1	Généralités.....	49
5.10.2	Préconditionnement.....	49
5.10.3	Mesures initiales	49
5.10.4	Méthodes d'essai.....	50
5.10.5	Post-traitement.....	50
5.10.6	Mesure finale.....	50
5.10.7	Critères d'acceptation.....	50
5.11	Essai de cycle d'endurance	50
5.11.1	Généralités.....	50
5.11.2	Préconditionnement.....	50
5.11.3	Mesures initiales	50
5.11.4	Méthode d'essai	50
5.11.5	Critères de fin d'essai.....	51
5.11.6	Post-traitement.....	51
5.11.7	Mesure finale.....	51
5.11.8	Critères d'acceptation.....	51
5.12	Essai de décharge de pression.....	51
5.13	Inflammabilité passive	52
5.14	Essai CEM	52
6	Surcharges.....	52
7	Exigences de sécurité	52
7.1	Dispositif de décharge.....	52
7.2	Connexions du boîtier (mise à la terre).....	53
7.3	Protection de l'environnement	53
7.4	Autres exigences de sécurité.....	53
8	Marquage	53
8.1	Marquage du condensateur	53
8.1.1	Unité de condensateur.....	53
8.1.2	Module ou batterie de condensateurs	54
8.2	Fiche technique.....	54
9	Guide d'installation et de fonctionnement	54
9.1	Généralités.....	54
9.2	Choix de la tension assignée.....	55
9.3	Température de fonctionnement.....	55
9.3.1	Durée de vie du condensateur	55
9.3.2	Installation.....	55
9.3.3	Conditions de refroidissement inhabituelles	56
9.4	Surtensions	56
9.5	Courants de surcharge	56
9.6	Dispositifs de commutation et de protection.....	56
9.7	Dimensionnement des lignes de fuite et des distances d'isolement	56
9.8	Connexions	56
9.9	Connexions parallèles des condensateurs.....	57
9.10	Connexions de condensateurs en série	57

9.11 Pertes magnétiques et courants de Foucault	57
9.12 Guide pour les condensateurs non protégés	57
Annexe A (informative) Termes et définitions des condensateurs.....	58
Bibliographie.....	59
Figure 1 – Caractéristiques tension-temps entre les bornes du condensateur pour la mesure de la capacité et de la résistance interne.....	43
Figure 2 – Support en V	45
Figure A.1 – Exemple d’application d’un condensateur dans une installation de condensateurs	58
Tableau 1 – Classification des essais	41
Tableau 2 – Essai à chaleur humide en régime établi	48
Tableau 3 – Essai de robustesse des bornes	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3: Condensateurs électriques à double couche

AVANT-PROPOS

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

La présente Norme internationale CEI 61881-3 a été établie par le comité d'études 9: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette Norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1680/FDIS	9/1708/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 61881, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Condensateurs pour électronique de puissance*, 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 stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

Partie 3: Condensateurs électriques à double couche

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61881 s'applique aux condensateurs électriques à double couche en courant continu (unité, module et batterie) pour électronique de puissance, destinés à être utilisés sur le matériel roulant.

La présente norme spécifie les exigences relatives à la qualité et les essais, ainsi que les exigences de sécurité, et elle fournit des informations sur l'installation et les conditions de fonctionnement.

NOTE Exemple d'application pour les condensateurs spécifiés dans la présente Norme; stockage d'énergie en courant continu, etc.

Les condensateurs suivants ne sont pas couverts par la présente Norme:

- CEI 61881-1: Condensateurs papier et film plastique;
- CEI 61881-2: Condensateurs électrolytiques à l'aluminium, à électrolyte non solide.

Les guides d'installation et de fonctionnement sont fournis à l'Article 9.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*
et Amendement 1:1992

CEI 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

CEI 60068-2-17:1994, *Essais d'environnement – Partie 2-17: Essais. Essai Q: Etanchéité*

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

CEI 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

CEI 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 60571:1998, *Equipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires*
et Amendement 1: 2006

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

CEI 61373:2010, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

CEI 62236-3-2, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils*

IEC 62391-1:2006, *Fixed electric double layer capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification (disponible en anglais seulement)*

IEC 62391-2:2006, *Condensateurs électriques fixes à double couche utilisés dans les équipements électroniques – Partie 2: Spécification intermédiaire – Condensateurs électriques à double couche pour application de puissance*

CEI 62497-1, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Exigences fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

CEI 62498-1:2010, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 1: Equipement embarqué du matériel roulant*

CEI 62576:2009, *Condensateurs électriques à double couche pour véhicules électriques hybrides – Méthodes d'essai des caractéristiques électriques*