

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1106-9

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

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

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) Short-circuit test	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	18
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	19

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.....	23
5.11.6	Post treatment	23
5.11.7	Final measurement	23
5.11.8	Acceptance criteria	23
5.12	Pressure relief test	24
5.13	Passive flammability	24
5.14	EMC test	24
6	Overloads.....	24
7	Safety requirements	24
7.1	Discharge device	24
7.2	Case connections (grounding).....	25
7.3	Protection of the environment	25
7.4	Other safety requirements.....	25
8	Marking	25
8.1	Marking of the capacitor	25
8.1.1	Capacitor cell.....	25
8.1.2	Capacitor module or bank	25
8.2	Data sheet.....	26
9	Guidance for installation and operation	26
9.1	General	26
9.2	Choice of rated voltage	26
9.3	Operating temperature.....	27
9.3.1	Life time of capacitor.....	27
9.3.2	Installation	27
9.3.3	Unusual cooling conditions.....	27
9.4	Over voltages	27
9.5	Overload currents	27
9.6	Switching and protective devices	28
9.7	Dimensioning of creepage distance and clearance	28
9.8	Connections	28
9.9	Parallel connections of capacitors	28

9.10 Series connections of capacitors.....	28
9.11 Magnetic losses and eddy currents	28
9.12 Guide for unprotected capacitors	29
Annex A (informative) Terms and definitions of capacitors	30
Bibliography	31
Figure 1 – The voltage – time characteristics between capacitor terminals in capacitance and internal resistance measurement.....	14
Figure 2 – V block.....	16
Figure 3 – Endurance cycling test steps	22
Figure A.1 – Example of capacitor application in capacitor equipment.....	30
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.

This Consolidated version of IEC 61881-3 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2012) [documents 9/1680/FDIS and 9/1708/RVD] and its amendment 1 (2013) [documents 9/1819/FDIS and 9/1843/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

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

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 the base publication and its amendment 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.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

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	35
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	38
4 Conditions de service	41
4.1 Conditions de service normales	41
4.1.1 Généralités	41
4.1.2 Altitude	41
4.1.3 Température	41
4.2 Conditions de service inhabituelles	41
5 Exigences de qualité et essais	42
5.1 Exigences d'essai	42
5.1.1 Généralités	42
5.1.2 Conditions d'essai	42
5.1.3 Conditions de mesure	42
5.1.4 Traitement par application de tension	42
5.1.5 Traitement thermique	42
5.2 Classification des essais	42
5.2.1 Généralités	42
5.2.2 Essais de type	43
5.2.3 Essais de série	44
5.2.4 Essais d'acceptation	44
5.3 Capacité et résistance interne	44
5.3.1 Procédure de mesure de la capacité et de la résistance interne	44
5.3.2 Méthodes de calcul de la capacité et de la résistance interne	45
5.3.3 Critères d'acceptation de la capacité et de la résistance interne	45
5.4 Courant de fuite et autodécharge	46
5.4.1 Courant de fuite	46
5.4.2 Autodécharge	46
5.5 Essai d'isolation entre bornes et boîtier	46
5.5.1 Unité de condensateur (S'il est applicable (applicable au boîtier métallique à bornes) et s'il est exigé)	46
5.5.2 Module ou batterie de condensateurs	48
5.6 Essai d'étanchéité	48
5.7 Essai de tension de choc (à l'étude) court-circuit	48
5.7.1 Généralités	48
5.7.2 Préconditionnement	48
5.7.3 Mesure initiale	48
5.7.4 Méthode d'essai	48
5.7.5 Post-traitement	49
5.7.6 Mesure finale	49
5.7.7 Critères d'acceptation	49
5.8 Essais d'environnement	49
5.8.1 Variation de température	49
5.8.2 Chaleur humide, essai continu	50

5.9	Essais mécaniques	51
5.9.1	Essais mécaniques des bornes	51
5.9.2	Examen externe	51
5.9.3	Vibrations et chocs	51
5.10	Essai d'endurance	51
5.10.1	Généralités	51
5.10.2	Préconditionnement	51
5.10.3	Mesures initiales	52
5.10.4	Méthodes d'essai	52
5.10.5	Post-traitement	52
5.10.6	Mesure finale	52
5.10.7	Critères d'acceptation	52
5.11	Essai de cycle d'endurance	52
5.11.1	Généralités	52
5.11.2	Préconditionnement	52
5.11.3	Mesures initiales	52
5.11.4	Méthode d'essai	53
5.11.5	Critères de fin d'essai	54
5.11.6	Post-traitement	55
5.11.7	Mesure finale	55
5.11.8	Critères d'acceptation	55
5.12	Essai de décharge de pression	55
5.13	Inflammabilité passive	55
5.14	Essai CEM	55
6	Surcharges	56
7	Exigences de sécurité	56
7.1	Dispositif de décharge	56
7.2	Connexions du boîtier (mise à la terre)	56
7.3	Protection de l'environnement	56
7.4	Autres exigences de sécurité	57
8	Marquage	57
8.1	Marquage du condensateur	57
8.1.1	Unité de condensateur	57
8.1.2	Module ou batterie de condensateurs	57
8.2	Fiche technique	58
9	Guide d'installation et de fonctionnement	58
9.1	Généralités	58
9.2	Choix de la tension assignée	58
9.3	Température de fonctionnement	58
9.3.1	Durée de vie du condensateur	58
9.3.2	Installation	59
9.3.3	Conditions de refroidissement inhabituelles	59
9.4	Surtensions	59
9.5	Courants de surcharge	59
9.6	Dispositifs de commutation et de protection	60
9.7	Dimensionnement des lignes de fuite et des distances d'isolement	60
9.8	Connexions	60
9.9	Connexions parallèles des condensateurs	60

9.10 Connexions de condensateurs en série	60
9.11 Pertes magnétiques et courants de Foucault	60
9.12 Guide pour les condensateurs non protégés.....	61
Annexe A (informative) Termes et définitions des condensateurs	62
Bibliographie	63
Figure 1 – Caractéristiques tension-temps entre les bornes du condensateur pour la mesure de la capacité et de la résistance interne	45
Figure 2 – Support en V	47
Figure 3 – Etapes de l'essai de cycle d'endurance	54
Figure A.1 – Exemple d'application d'un condensateur dans une installation de condensateurs	62
Tableau 1 – Classification des essais	43
Tableau 2 – Essai à chaleur humide en régime établi	50
Tableau 3 – Essai de robustesse des bornes.....	51

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.

Cette version consolidée de la CEI 61881-3 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2012) [documents 9/1680/FDIS et 9/1708/RVD] et son amendement 1 (2013) [documents 9/1819/FDIS et 9/1843/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

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

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 la publication de base et de son amendement 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.

IMPORTANT – Le logo "<i>colour inside</i>" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.
--

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*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

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

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	10
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 Short-circuit test	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	17
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.....	23
5.11.6	Post treatment	23
5.11.7	Final measurement	23
5.11.8	Acceptance criteria	23
5.12	Pressure relief test	23
5.13	Passive flammability	23
5.14	EMC test	23
6	Overloads.....	24
7	Safety requirements	24
7.1	Discharge device	24
7.2	Case connections (grounding).....	24
7.3	Protection of the environment	24
7.4	Other safety requirements.....	24
8	Marking	25
8.1	Marking of the capacitor	25
8.1.1	Capacitor cell.....	25
8.1.2	Capacitor module or bank	25
8.2	Data sheet.....	25
9	Guidance for installation and operation	26
9.1	General	26
9.2	Choice of rated voltage	26
9.3	Operating temperature.....	26
9.3.1	Life time of capacitor.....	26
9.3.2	Installation	26
9.3.3	Unusual cooling conditions.....	27
9.4	Over voltages	27
9.5	Overload currents	27
9.6	Switching and protective devices	27
9.7	Dimensioning of creepage distance and clearance	27
9.8	Connections	27
9.9	Parallel connections of capacitors	28

9.10 Series connections of capacitors.....	28
9.11 Magnetic losses and eddy currents	28
9.12 Guide for unprotected capacitors	28
Annex A (informative) Terms and definitions of capacitors	29
Bibliography	30
Figure 1 – The voltage – time characteristics between capacitor terminals in capacitance and internal resistance measurement.....	14
Figure 2 – V block.....	16
Figure 3 – Endurance cycling test steps	22
Figure A.1 – Example of capacitor application in capacitor equipment.....	29
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.

This Consolidated version of IEC 61881-3 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2012) [documents 9/1680/FDIS and 9/1708/RVD] and its amendment 1 (2013) [documents 9/1819/FDIS and 9/1843/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

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

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 the base publication and its amendment 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	35
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	38
4 Conditions de service	41
4.1 Conditions de service normales	41
4.1.1 Généralités	41
4.1.2 Altitude	41
4.1.3 Température	41
4.2 Conditions de service inhabituelles	41
5 Exigences de qualité et essais	42
5.1 Exigences d'essai	42
5.1.1 Généralités	42
5.1.2 Conditions d'essai	42
5.1.3 Conditions de mesure	42
5.1.4 Traitement par application de tension	42
5.1.5 Traitement thermique	42
5.2 Classification des essais	42
5.2.1 Généralités	42
5.2.2 Essais de type	43
5.2.3 Essais de série	44
5.2.4 Essais d'acceptation	44
5.3 Capacité et résistance interne	44
5.3.1 Procédure de mesure de la capacité et de la résistance interne	44
5.3.2 Méthodes de calcul de la capacité et de la résistance interne	45
5.3.3 Critères d'acceptation de la capacité et de la résistance interne	45
5.4 Courant de fuite et autodécharge	46
5.4.1 Courant de fuite	46
5.4.2 Autodécharge	46
5.5 Essai d'isolation entre bornes et boîtier	46
5.5.1 Unité de condensateur (S'il est applicable (applicable au boîtier métallique à bornes) et s'il est exigé)	46
5.5.2 Module ou batterie de condensateurs	48
5.6 Essai d'étanchéité	48
5.7 Essai de court-circuit	48
5.7.1 Généralités	48
5.7.2 Préconditionnement	48
5.7.3 Mesure initiale	48
5.7.4 Méthode d'essai	48
5.7.5 Post-traitement	49
5.7.6 Mesure finale	49
5.7.7 Critères d'acceptation	49
5.8 Essais d'environnement	49
5.8.1 Variation de température	49
5.8.2 Chaleur humide, essai continu	50

5.9	Essais mécaniques	51
5.9.1	Essais mécaniques des bornes	51
5.9.2	Examen externe	51
5.9.3	Vibrations et chocs	51
5.10	Essai d'endurance	51
5.10.1	Généralités	51
5.10.2	Préconditionnement	51
5.10.3	Mesures initiales	51
5.10.4	Méthodes d'essai	52
5.10.5	Post-traitement	52
5.10.6	Mesure finale	52
5.10.7	Critères d'acceptation	52
5.11	Essai de cycle d'endurance	52
5.11.1	Généralités	52
5.11.2	Préconditionnement	52
5.11.3	Mesures initiales	52
5.11.4	Méthode d'essai	52
5.11.5	Critères de fin d'essai	54
5.11.6	Post-traitement	54
5.11.7	Mesure finale	54
5.11.8	Critères d'acceptation	54
5.12	Essai de décharge de pression	54
5.13	Inflammabilité passive	54
5.14	Essai CEM	55
6	Surcharges	55
7	Exigences de sécurité	55
7.1	Dispositif de décharge	55
7.2	Connexions du boîtier (mise à la terre)	55
7.3	Protection de l'environnement	56
7.4	Autres exigences de sécurité	56
8	Marquage	56
8.1	Marquage du condensateur	56
8.1.1	Unité de condensateur	56
8.1.2	Module ou batterie de condensateurs	56
8.2	Fiche technique	57
9	Guide d'installation et de fonctionnement	57
9.1	Généralités	57
9.2	Choix de la tension assignée	57
9.3	Température de fonctionnement	58
9.3.1	Durée de vie du condensateur	58
9.3.2	Installation	58
9.3.3	Conditions de refroidissement inhabituelles	58
9.4	Surtensions	59
9.5	Courants de surcharge	59
9.6	Dispositifs de commutation et de protection	59
9.7	Dimensionnement des lignes de fuite et des distances d'isolement	59
9.8	Connexions	59
9.9	Connexions parallèles des condensateurs	59

9.10 Connexions de condensateurs en série	60
9.11 Pertes magnétiques et courants de Foucault	60
9.12 Guide pour les condensateurs non protégés.....	60
Annexe A (informative) Termes et définitions des condensateurs	61
Bibliographie	62
Figure 1 – Caractéristiques tension-temps entre les bornes du condensateur pour la mesure de la capacité et de la résistance interne	45
Figure 2 – Support en V	47
Figure 3 – Etapes de l'essai de cycle d'endurance	53
Figure A.1 – Exemple d'application d'un condensateur dans une installation de condensateurs	61
Tableau 1 – Classification des essais	43
Tableau 2 – Essai à chaleur humide en régime établi	50
Tableau 3 – Essai de robustesse des bornes.....	51

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.

Cette version consolidée de la CEI 61881-3 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2012) [documents 9/1680/FDIS et 9/1708/RVD] et son amendement 1 (2013) [documents 9/1819/FDIS et 9/1843/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

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

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 la publication de base et de son amendement 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, *Équipements 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*