



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electric double-layer capacitors for use in hybrid electric vehicles –
Test methods for electrical characteristics**

**Condensateurs électriques à double couche pour véhicules électriques hybrides –
Méthodes d'essai des caractéristiques électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.99; 43.120

ISBN 978-2-8322-5341-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Tests methods	10
4.1 Capacitance, internal resistance, and maximum power density	10
4.1.1 Circuit for measurement	10
4.1.2 Test equipment.....	10
4.1.3 Measurement procedure	11
4.1.4 Calculation method for capacitance	12
4.1.5 Calculation method for internal resistance	12
4.1.6 Calculation method for maximum power density	13
4.2 Voltage maintenance characteristics	13
4.2.1 Circuit for measurement	13
4.2.2 Test equipment.....	14
4.2.3 Measurement procedures	15
4.2.4 Calculation of voltage maintenance rate	16
4.3 Energy efficiency	16
4.3.1 Circuit for test.....	16
4.3.2 Test equipment.....	16
4.3.3 Measurement procedures	17
4.3.4 Calculation of energy efficiency	18
Annex A (informative) Endurance test: continuous application of rated voltage at high temperature	20
A.1 General.....	20
A.2 Test procedure.....	20
A.2.1 Test condition	20
A.2.2 Test procedure	20
A.2.3 Judgment criteria	20
Annex B (informative) Heat equilibrium time of capacitors.....	22
B.1 General.....	22
B.2 Heat equilibrium time of capacitors	22
Annex C (informative) Charging/discharging efficiency and measurement current	24
C.1 General.....	24
C.2 Charging efficiency, discharging efficiency, and current	24
Annex D (informative) Procedures for setting the measurement current of capacitor with uncertain nominal internal resistance.....	26
D.1 General.....	26
D.2 Current setting procedures for measurement of capacitor	26
D.3 Example of setting current for determining capacitor characteristics	26
Annex E (informative) Endurance cycling test	27
E.1 General.....	27
E.2 Test method.....	27
E.2.1 Test temperature	27
E.2.2 Test equipment.....	27

E.2.3	Preconditioning.....	27
E.2.4	Initial measurements	27
E.2.5	Test steps.....	27
E.2.6	Test.....	28
E.2.7	End of test criteria	28
E.2.8	Post treatment	29
E.2.9	Final measurement	29
E.2.10	Acceptance criteria	29
Bibliography.....		30
Figure 1 – Basic circuit for measuring capacitance, internal resistance and maximum power density		10
Figure 2 – Voltage–time characteristics between capacitor terminals in capacitance and internal resistance measurement.....		11
Figure 3 – Basic circuit for measuring the voltage maintenance characteristics.....		14
Figure 4 – Time characteristics of voltage between capacitor terminals in voltage maintenance test		15
Figure 5 – Voltage-time characteristics between capacitor terminals in charging/discharging efficiency test		17
Figure B.1 – Heat equilibrium times of capacitors (from 85 °C to 25 °C).....		22
Figure B.2 – Heat equilibrium times of capacitors (from –40 °C to 25 °C).....		23
Figure B.3 – Temperature changes of capacitors' central portions		23
Figure E.1 – Endurance cycling test steps		28
Table D.1 – Example of setting current for measurement of capacitor		26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES – TEST METHODS FOR ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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 62576 has been prepared by IEC technical committee 69: Electric road vehicles and electric industrial trucks.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) information on applicability of this document has been added in Clause 1;
- b) the definitions of some terms in Clause 3 have been improved;
- c) the description of test procedures in Clause 4 has been clarified;
- d) information on endurance cycling test has been added (Annex E).

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
69/486/CDV	69/539/RVC

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

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

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

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

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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

The electric double-layer capacitor (capacitor) is used as an energy storage system for vehicles. Capacitor-installed electric vehicles are commercialized with an eye to improving fuel economy by recovering regenerative energy, and by peak power assistance during acceleration, etc. Although standards for capacitors already exists (IEC 62391 series), those for electric vehicles involve patterns of use, usage environment, and values of current that are quite different from those assumed in the existing standards. Standard evaluation and test methods will be useful for both auto manufacturers and capacitor suppliers to speed up the development and lower the costs of such capacitors. With these points in mind, this document aims to provide basic and minimum specifications in terms of the methods for testing electrical characteristics, and to create an environment that supports the expanding market of electric vehicles and large capacity capacitors. Additional practical test items to be standardized should be reconsidered after technology and market stabilization of capacitors for electric vehicles. Regarding endurance, which is important in practical use, just a basic concept is set forth in the informative annexes.

ELECTRIC DOUBLE-LAYER CAPACITORS FOR USE IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES – TEST METHODS FOR ELECTRICAL CHARACTERISTICS

1 Scope

This document describes the methods for testing electrical characteristics of electric double-layer capacitor cells (hereinafter referred to as "capacitor") used for peak power assistance in hybrid electric vehicles.

All the tests in this document are type tests.

This document can also be applicable to the capacitor used in idling reduction systems (start and-stop systems) for the vehicles.

This document can also be applicable to the capacitor modules consisting of more than one cell.

NOTE Annex E provides information on endurance cycling test.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	37
4 Méthodes d'essai	40
4.1 Capacité, résistance interne et puissance volumique maximale	40
4.1.1 Circuit utilisé pour le mesurage	40
4.1.2 Équipement d'essai	40
4.1.3 Mode opératoire de mesure	41
4.1.4 Méthode de calcul de la capacité	42
4.1.5 Méthode de calcul de la résistance interne	43
4.1.6 Méthode de calcul de la puissance volumique maximale	43
4.2 Caractéristiques de maintien de la tension	43
4.2.1 Circuit utilisé pour le mesurage	43
4.2.2 Équipement d'essai	44
4.2.3 Modes opératoires de mesure	45
4.2.4 Calcul du taux de maintien de la tension	46
4.3 Rendement en énergie	46
4.3.1 Circuit utilisé pour l'essai	46
4.3.2 Équipement d'essai	46
4.3.3 Modes opératoires de mesure	47
4.3.4 Calcul du rendement en énergie	48
Annex A (Informative) Essai d'endurance: application continue de la tension assignée à une température élevée	50
A.1 Généralités	50
A.2 Procédure d'essai	50
A.2.1 Condition d'essai	50
A.2.2 Procédure d'essai	50
A.2.3 Critères d'évaluation	50
Annex B (Informative) Temps d'équilibrage thermique des condensateurs	52
B.1 Généralités	52
B.2 Temps d'équilibrage thermique des condensateurs	52
Annex C (informative) Rendement de charge/décharge et courant de mesure	54
C.1 Généralités	54
C.2 Rendement de charge, rendement de décharge et courant	54
Annex D (informative) Modes opératoires de réglage du courant de mesure du condensateur avec une résistance interne nominale incertaine	56
D.1 Généralités	56
D.2 Modes opératoires de réglage du courant appliqué pour le mesurage du condensateur	56
D.3 Exemple de réglage du courant pour la détermination des caractéristiques du condensateur	56
Annex E (informative) Essai cyclique d'endurance	57
E.1 Généralités	57
E.2 Méthode d'essai	57

E.2.1	Température d'essai	57
E.2.2	Équipement d'essai	57
E.2.3	Préconditionnement	57
E.2.4	Mesurages initiaux	57
E.2.5	Étapes de l'essai	57
E.2.6	Essai	58
E.2.7	Critères de fin d'essai	58
E.2.8	Post-traitement	59
E.2.9	Mesurage final	59
E.2.10	Critères d'acceptation	59
Bibliographie		60
Figure 1 – Circuit de base pour le mesurage de la capacité, de la résistance interne et de la puissance volumique maximale		40
Figure 2 – Caractéristiques de tension par rapport au temps entre les bornes du condensateur lors du mesurage de la capacité et de la résistance interne		41
Figure 3 – Circuit de base utilisé pour le mesurage des caractéristiques de maintien de la tension		44
Figure 4 – Caractéristiques temporelles de la tension entre les bornes du condensateur dans l'essai de maintien de la tension		45
Figure 5 – Caractéristiques de tension par rapport au temps entre les bornes du condensateur dans l'essai de rendement de charge/décharge		47
Figure B.1 – Temps d'équilibrage thermique des condensateurs (de 85 °C à 25 °C)		52
Figure B.2 – Temps d'équilibrage thermique des condensateurs (de -40 °C à 25 °C)		53
Figure B.3 – Variations de température des parties centrales des condensateurs		53
Figure E.1 – Étapes de l'essai cyclique d'endurance		58
Tableau D.1 – Exemples de réglages de courant appliqué pour le mesurage du condensateur		56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES À DOUBLE COUCHE POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES HYBRIDES – MÉTHODES D'ESSAI DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62576 a été établie par le comité d'études 69 de l'IEC: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) des informations sur le champ d'application du présent document ont été ajoutées dans l'Article 1;
- b) les définitions de certains termes de l'Article 3 ont été améliorées;
- c) la description des procédures d'essai de l'Article 4 a été clarifiée;

d) des informations sur l'essai cyclique d'endurance ont été ajoutées (Annexe E).

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
69/486/CDV	69/539/RVC

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

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

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" 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.

INTRODUCTION

Le condensateur électrique à double couche (condensateur) est utilisé comme système de stockage d'énergie pour les véhicules. Des véhicules électriques équipés de condensateurs sont commercialisés dans le but de réduire la consommation de carburant grâce à la récupération des énergies et à l'assistance en puissance de crête lors de l'accélération, etc. Bien qu'il existe déjà des normes sur les condensateurs (série IEC 62391), celles sur les véhicules électriques mettent en œuvre des modèles d'utilisation, un environnement d'utilisation et des valeurs de courant qui sont assez différents de ceux qui sont prévus dans les normes existantes. Des méthodes d'essai et d'évaluation normalisées sont utiles tant aux constructeurs automobiles qu'aux fournisseurs de condensateurs pour accélérer le développement et la réduction des coûts de ces condensateurs. Dans cette perspective, la présente norme a pour but de fournir des spécifications minimales et de base relatives aux méthodes d'essai des caractéristiques électriques et de créer un environnement favorable au développement du marché des véhicules électriques et des condensateurs de grande capacité. Il convient de réexaminer des points d'essai pratiques complémentaires à normaliser après la stabilisation de la technologie et du marché des condensateurs pour les véhicules électriques. En ce qui concerne l'endurance, considérée comme importante dans l'utilisation pratique, seule la notion fondamentale est énoncée dans les annexes informatives.

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES À DOUBLE COUCHE POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES HYBRIDES – MÉTHODES D'ESSAI DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les méthodes d'essai des caractéristiques électriques des cellules de condensateur électrique à double couche (ci-après dénommé "condensateur") utilisées pour l'assistance en puissance de crête dans les véhicules électriques hybrides.

Tous les essais décrits dans le présent document sont des essais de type.

Le présent document peut également s'appliquer aux condensateurs utilisés dans les systèmes de réduction de la marche au ralenti (systèmes de mise en veille) pour les véhicules.

Le présent document peut également s'appliquer aux modules de condensateurs constitués de plusieurs cellules.

NOTE L'Annexe E donne des informations relatives à l'essai cyclique d'endurance.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.