

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Lead-acid starter batteries –
Part 6: Batteries for micro-cycle applications**

**Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb –
Partie 6: Batteries pour applications microcycles**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60095-6:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Lead-acid starter batteries –
Part 6: Batteries for micro-cycle applications**

**Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb –
Partie 6: Batteries pour applications microcycles**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-7366-1

**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
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols.....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms and symbols	7
4 Designation of batteries for micro-cycle applications – Electrolyte density and open circuit voltage	8
4.1 Designation according to type.....	8
4.2 Electrolyte density and open circuit voltage.....	8
5 Condition on delivery	8
6 General requirements	9
6.1 Identification, labelling	9
6.1.1 General	9
6.1.2 The identification of manufacturer or supplier	9
6.1.3 Nominal voltage: 12 V.....	9
6.1.4 Capacity or reserve capacity and nominal cranking current.....	9
6.1.5 Production date code.....	9
6.1.6 Safety labelling.....	9
6.1.7 Recycling labelling.....	9
6.1.8 Identification of start and stop.....	9
6.1.9 Valve-regulated batteries.....	9
6.2 Marking of the polarity	9
6.3 Fastening of the battery	10
7 Functional characteristics	10
7.1 Electrical characteristics.....	10
7.2 Mechanical characteristics	11
8 General test conditions.....	11
8.1 Sampling of batteries	11
8.2 Charging method – Definition of a fully charged battery	11
8.3 Test equipment	11
8.3.1 Measuring instruments.....	11
8.3.2 Water bath.....	11
8.3.3 Environmental chamber	11
8.4 Test sequence	11
9 Tests methods	13
9.1 20 h capacity check C_e	13
9.2 Reserve capacity check RC_e	13
9.3 Cranking performance test.....	13
9.3.1 Cranking performance test – Standard temperature (–18 °C).....	13
9.3.2 Cranking performance test – Very cold climates	14
9.4 Charge acceptance tests	14
9.4.1 Charge acceptance 1 (at 0 °C).....	14
9.4.2 Specific charge acceptance tests for batteries for micro-cycle applications (at 25 °C)	14
9.5 Charge retention test	19

9.6	Endurance test for batteries	19
9.6.1	Corrosion test.....	19
9.6.2	Cycling test 50 % DoD	19
9.6.3	Cycling test 17,5 % DoD	19
9.6.4	Micro-cycles test, start and stop cycle endurance test	20
9.7	Vibration resistance test	23
9.8	Electrolyte retention test	23
10	Requirements	23
Annex A (normative)	Specific requirements for measuring equipment capability	26
A.1	Equipment requirements for the dynamic charge acceptance test DCA (see 9.4.2, OPTION B).....	26
A.2	Equipment requirements for the micro-hybrid test MHT (see 9.6.4, OPTION B)	26
Annex B (normative)	Flow chart of DCA test procedure.....	27
Bibliography		31
Figure 1	– Sub-phases of the DCR_{SS} part: 90 s drive phases (steps 45 to 51)	19
Figure B.1	– DCA_{pp} = DCA pulse profile.....	27
Figure B.2	– DCR_{SS} = DCA real world simulation with stop/start	28
Figure B.3	– Trip first part.....	29
Figure B.4	– Trip second part.....	30
Table 1	– Test/battery OPTION A	12
Table 2	– Test/battery OPTION B	13
Table 3	– DCA – Pre-cycling	15
Table 4	– DCA – Charge acceptance qDCA procedure.....	16
Table 5	– DCA – DCA_{pp} procedure.....	16
Table 6	– DCA – DCR_{SS} part	18
Table 7	– Endurance 17,5 % DoD – Cycling units	20
Table 8	– Battery preparation.....	21
Table 9	– Micro-cycle	22
Table 10	– Check-up after cycling	22
Table 11	– Data evaluation	23
Table 12	– Summary of requirements OPTION A	24
Table 13	– Summary of requirements OPTION B	25
Table A.1	– Equipment requirements	26
Table A.2	– Equipment requirements	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LEAD-ACID STARTER BATTERIES –**Part 6: Batteries for micro-cycle applications****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 60095-6 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21/1013/FDIS	21/1018/RVD

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

A list of all parts in the IEC 60095 series, published under the general title *Lead-acid starter batteries*, can be found on the IEC website.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60095-6:2019

LEAD-ACID STARTER BATTERIES –

Part 6: Batteries for micro-cycle applications

1 Scope

This part of IEC 60095 is applicable to lead-acid batteries with a nominal voltage of 12 V, used primarily as power source for the starting of internal combustion engines (ICE), lighting and also for auxiliary equipment of ICE vehicles. These batteries are commonly called "starter batteries".

The batteries within the scope of this document are used for micro-cycle applications in vehicles which can also be called start-stop (or stop-start, idling-stop system, micro-hybrid or idle-stop-and-go) applications. In cars with this special capability, the internal combustion engine is switched off during a complete vehicle stop, during idling with low speed or during idling where there is no need to support the vehicle movement by the internal combustion engine. During the phases in which the engine is switched off, most of the electric and electronic components of the car are supplied by the battery without support of the alternator. In addition, in most cases an additional regenerative braking (recuperation or regeneration of braking energy) function is installed. The batteries under these applications are stressed in a completely different way compared to classical starter batteries. Aside from these additional properties, these batteries need to crank the ICE and support the lighting and also auxiliary functions in a standard operating mode with the support of the alternator when the internal combustion engine is switched on. All batteries within this scope fulfil basic functions, which are tested under the application of IEC 60095-1.

This document specifies the general requirements and methods of test specific to lead-acid batteries used for micro-cycle applications.

This document is applicable to batteries for the following purposes:

- lead-acid batteries of the dimensions according to IEC 60095-2 for vehicles with the capability to automatically switch off the ICE during vehicle operation either in standstill or when moving ("start-stop");
- lead-acid batteries of the dimensions according to IEC 60095-2 for vehicles with start-stop applications with the capability to recover braking energy or energy from other sources.

Li-ion technology is excluded from this document.

NOTE The applicability of this document also for batteries according to IEC 60095-4 is under consideration.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 60095-1:2018, *Lead-acid starter batteries – Part 1: General requirements and methods of test*

IEC 60095-2, *Lead-acid starter batteries – Part 2: Dimensions of batteries and dimensions and marking of terminals*

3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

flooded battery

vented battery

lead-acid battery having a cover provided with one or more openings through which gaseous products may escape

3.1.2

enhanced flooded battery

EFB battery

flooded lead-acid battery with additional special design features to significantly improve the cycling capability compared to standard flooded batteries

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.3

valve regulated lead-acid battery

VRLA battery

lead-acid battery which is closed under normal conditions but which has an arrangement that allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value

Note 1 to entry: The VRLA battery cannot receive addition to the electrolyte and after activation of dry-charged VRLA.

Note 2 to entry: In VRLA batteries the electrolyte is immobilized.

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.4

absorbent glass mat battery

AGM battery

VRLA battery in which the electrolyte is immobilized by absorption in a glass mat

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.5

gel battery

VRLA battery in which the electrolyte is immobilized by fixing as a gel

3.2 Abbreviated terms and symbols

EN	European Standard (Euro Norm) created by CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)
SBA	Standard Battery Association created by Battery Association of Japan
CHA	Charge Battery; to be charged with given parameters

DCA	Dynamic charge acceptance
DCH	Discharge Battery; to be discharged with given parameters
PAU	Pause; no charging or discharging but measurement of voltage as required. If the battery is connected to the test unit, there shall be no quiescent current
RPT	Repeat; instruction to repeat certain steps several times
CAS	Case of; decision point leading to different actions dependent on the value of the reference variable
C_e	Effective capacity [Ah]
C_n	Nominal capacity [Ah]
C_{rch}	Recharged capacity [Ah]
DoD	Depth of discharge [% of C_n]
EOS	End of step
I_{CHA}	Charge current [A]
I_{CC}	Discharge current for cranking [A]
I_{DCA}	Weighted normalized dynamic charge acceptance, measured in A per Ah nominal capacity C_n [A/Ah]
I_{DCH}	Discharge current [A]
I_c	Average charge current in DCA test after charge history [A]
I_d	Average charge current in DCA test after discharge history [A]
I_n	Nominal discharge current [A], $I_n [A] = C_n [Ah] / 20 [h]$
I_r	Average charge current in DCA test during regenerative braking [A]
Q_{CHA}	Charged capacity [Ah]
Q_{DCH}	Discharged capacity [Ah]
R_{dyn}	Calculated dynamic internal resistance [Ω]
R_i	Internal resistance [Ω]
RC	Reserve capacity (discharge with a fixed current of 25 A to $U = 10,5$ V), used in DCA test
SoC	State of charge
t_{DCH}	Discharge time [s]
U_c	Charging voltage [V]

4 Designation of batteries for micro-cycle applications – Electrolyte density and open circuit voltage

4.1 Designation according to type

Subclause 4.1 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

4.2 Electrolyte density and open circuit voltage

Subclause 4.3 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

5 Condition on delivery

Clause 5 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

6 General requirements

6.1 Identification, labelling

6.1.1 General

Batteries according to this document shall bear the following characteristics on at least the top or one of their four sides.

6.1.2 The identification of manufacturer or supplier

The name of the manufacturer or supplier shall be indicated.

6.1.3 Nominal voltage: 12 V

The nominal voltage of 12 V shall be indicated.

6.1.4 Capacity or reserve capacity and nominal cranking current

Subclause 6.1.4 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

6.1.5 Production date code

Batteries shall be marked with the date of production. This might be part of a more complex code.

6.1.6 Safety labelling

Subclause 6.1.6 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

6.1.7 Recycling labelling

Subclause 6.1.7 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

6.1.8 Identification of start and stop

In addition to the mandatory information defined in IEC 60095-1, the battery could be marked with a symbol showing the micro-cycle application.

For better identification and comparison of batteries within the scope of this document, a special marking could be used by the battery manufacturer.

Examples: Europe EN label and Japan label:



6.1.9 Valve-regulated batteries

Subclause 6.1.8 of IEC 60095-1:2018 is applicable.

6.2 Marking of the polarity

The terminals shall be identified according to the requirements of IEC 60095-2.

6.3 Fastening of the battery

Where batteries are fastened to the vehicle by means of integral parts (for example, bottom ledges), these shall be in compliance with the requirements of IEC 60095-2.

7 Functional characteristics

7.1 Electrical characteristics

7.1.1 The cranking performance, the 20 h capacity, the reserve capacity, the charge retention and the water consumption have the same definition as in IEC 60095-1:2018.

The charge acceptance tests and the endurance tests are adapted for the micro-cycle applications.

7.1.2 The cranking performance is the discharge current I_{CC} , as indicated by the manufacturer according to the option chosen (option 1 or option 2), which a battery can supply according to 9.3.

7.1.3 The capacity of a starter battery is defined for a temperature of $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

It may be indicated by the manufacturer as either:

- nominal 20 h capacity C_{20} , or
- nominal reserve capacity RC_n .

C_{20} and RC_n are defined in IEC 60095-1:2018 in 7.1.2.

7.1.4 The charge acceptance consists of two parts:

- the charge acceptance 1 (at 0 °C) defined in IEC 60095-1:2018, 7.1.3.
- the charge acceptance 2 (at 25 °C) is a specific requirement for the micro-cycle applications.

7.1.5 The charge retention is defined in IEC 60095-1:2018, 7.1.4.

7.1.6 The endurance test consists in four parts:

- the "corrosion test" represents the ability of a battery to perform repeated overcharge/storage periods.
- the "cycling test 50 % DoD" represents the ability of a battery to perform repeated discharge/ recharge cycles and long rest periods on open circuit. This ability shall be tested by a series of cycles and rest periods under specified conditions after which the cold cranking or the capacity performances shall be determined.
- the "cycling test 17,5 % DoD" represents the ability to deliver energy under high cyclic conditions in a partially discharged state of charge.
- the "micro-cycle test" represents the ability of a battery to provide the power to restart the engine after frequent stop phases, its ability to recover state of charge afterwards and the aging effects due to shallow pulse loads.

7.1.7 The water consumption is defined in IEC 60095-1:2018, 7.1.6.

VRLA have a very low water consumption and are not intended to receive additional water.

Most of the time, EFB have a sealed lid and are not intended to receive additional water due to their very low water consumption.

7.2 Mechanical characteristics

7.2.1 The vibration resistance and the electrolyte retention have the same definitions as in IEC 60095-1.

7.2.2 "Vibration resistance" represents the ability of a battery to maintain service under periodic or irregular acceleration forces. Minimum requirements shall be verified by a test (see 9.7).

7.2.3 "Electrolyte retention" is the ability of a battery to retain the electrolyte under specified physical conditions (see 9.8).

8 General test conditions

8.1 Sampling of batteries

Samples shall be tested not later than:

- 45 days after production date of the manufacturer in the case of filled batteries;
- 60 days after production date of the manufacturer in the case of dry-charged batteries.

8.2 Charging method – Definition of a fully charged battery

This is defined in IEC 60095-1:2018, 8.2.

8.3 Test equipment

8.3.1 Measuring instruments

This is defined in IEC 60095-1:2018, 8.3.1.

Specific requirements for measuring equipment capability are given in Annex A for the dynamic charge acceptance test of 9.4.2 and micro-cycle test of 9.6.4.

8.3.2 Water bath

This is defined in IEC 60095-1:2018, 8.3.2.

8.3.3 Environmental chamber

This is defined in IEC 60095-1:2018, 8.3.3.

8.4 Test sequence

a) Initially, the batteries are subjected to the following series of tests:

- first C_e or RC_e check;
- first cranking performance test;
- second C_e or RC_e check;
- second cranking performance test;
- third C_e or RC_e check;
- third cranking performance test.

The 20 h capacity test C_e is defined in IEC 60095-1:2018, 9.1, the reserve capacity test RC_e is defined in IEC 60095-1:2018, 9.2.

For C_e or RC_e and the cranking performance, the specified values shall be met in at least one of the relevant discharges given in a).

It is not necessary to complete the sequence if the specified values are achieved on the first or second test.

NOTE 1 The choice between testing C_e or RC_e is the decision of the customer or user.

- b) The tests according to Tables 1 or 2 shall be carried out only if the batteries have complied with the tests mentioned in a), and no more than one week after completion of the said tests.

NOTE 2 The choice between testing C_e or RC_e is the decision of the customer or user.

Table 1 – Test/battery OPTION A

[illegible]

Table 2 – Test/battery OPTION B

Test		Battery						
		*B ₁	B ₂	**B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
Initial charge prior to test		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1 st 20 h capacity	1 st reserve capacity	✓ C ₂₀	✓	✓ C ₂₀	✓	✓	✓	
1 st cranking performance		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2 nd 20 h capacity	2 nd reserve capacity	✓ C ₂₀	✓	✓ C ₂₀	(✓)	(✓)	(✓)	
2 nd cranking performance		(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	
3 rd 20 h capacity	3 rd reserve capacity	✓ C ₂₀	(✓)	✓ C ₂₀	(✓)	(✓)	(✓)	
3 rd cranking performance		(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	
Charge acceptance 1 (9.4.1)		✓	(✓)					
Charge acceptance DCA (9.4.2)								✓
Endurance tests (9.6)	Corrosion test	✓						
	Cycling test 50 % DoD		✓					
	Cycling test 17,5 % DoD			✓				
	Micro-cycling MHT (9.6.4)				✓			
Charge retention (9.5)						✓		
Electrolyte retention (9.8)							✓	
Vibration resistance (9.7)							✓	
Key								
✓ test to be fulfilled								
(✓) test to be fulfilled only if the previous identical test carried out failed								
* Important: Battery B ₁ shall perform the full sequence of 3 tests at 20 h capacity (not RC) before the charge acceptance test, in 9.4.1.								
** Important: Battery B ₃ shall perform the full sequence of 3 tests at 20 h capacity (not RC) before the cycling test at 17,5 % DoD, in 9.6.3.								

9 Tests methods

9.1 20 h capacity check C_e

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.1.

9.2 Reserve capacity check RC_e

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.2.

9.3 Cranking performance test

9.3.1 Cranking performance test – Standard temperature (–18 °C)

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.3.1.

9.3.2 Cranking performance test – Very cold climates

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.3.2.

9.4 Charge acceptance tests

9.4.1 Charge acceptance 1 (at 0 °C)

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.4.

9.4.2 Specific charge acceptance tests for batteries for micro-cycle applications (at 25 °C)

Two options are possible, only one of the following test procedures have to be carried out to fulfil the specific charge acceptance tests.

OPTION A:

The specific charge acceptance (SBA test 2) shall be as follows:

- 1) The test shall be carried out on batteries which have been charged in accordance with 8.2.
- 2) The battery shall be placed in a water bath at $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ according to 8.3.2.
Then the battery shall be discharged with a current equal to 3,42 times the 20 h rate current I_{20} for 30 min.

NOTE 1 The discharging current 3,42 I_{20} is rounded to one decimal place.

- 3) After completion of discharging, the battery shall remain in the water bath at $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for 16 h to 24 h.
- 4) The battery shall be charged with the constant voltage of $14,50\text{ V} \pm 0,03\text{ V}$ in the water bath at $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, and the current value shall be recorded up to $10\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$ after starting the charging at intervals of 0,1 s. The maximum value of limiting current shall be $200\text{ A} \pm 0,5\text{ A}$.

In a case where the voltage at 0,1 s after starting the charging is found to reach 14,5 V, the limiting current may be reduced.

- 5) The charged capacity Q_{CHA} (ampere seconds) shall be determined by the following formula:

$$Q_{\text{CHA}} = (I_{0,1\text{s}} + I_{0,2\text{s}} + \dots + I_{9,9\text{s}} + I_{10\text{s}}) \times 0,1\text{s}$$

or

$$Q_{\text{CHA}} = \int_{0\text{s}}^{10\text{s}} I\text{ dt}$$

where

$I_{0,1\text{s}} + I_{0,2\text{s}}$ etc. is the charging current after 0,1 s, 0,2 s, etc.

t is the subscript which represents time, ranging from 0,1_s to 10_s in increments of 0,1_s.

NOTE 2 The charging current can be recorded after 10 s to 60 s from start of charging.

OPTION B:

The specific charge acceptance (dynamic charge acceptance test, EN DCA) shall be as follows (see Annex B for flowchart of test procedure).

Purpose: Batteries in start-stop applications shall be recharged in a short time frame to maintain energy balance during vehicle operation. To determine the dynamic charge acceptance capability it is therefore necessary to differentiate between batteries suitable for start-stop and for standard applications. This test shall check the ability of a battery to adsorb current peaks at different SoC after charging or discharging operation as well as after simulated start-stop and regenerative braking operation. It shall indicate the decrease of dynamic charge acceptance under conditions of micro-cycle applications.

1) Procedure:

During the entire test procedure, the battery shall be placed into a water bath at $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, according to 8.3.2. This test consists of three consecutive parts:

- Pre-cycling
- Charge acceptance tests qDCA delivering I_c and I_d
- DCR_{ss} micro-cycling part delivering I_r

The final result is calculated by using results I_c , I_d and I_r . Flow charts of the test procedures are depicted in Annex A.

Abbreviations used in this subclause:

- DCA – dynamic charge acceptance;
- qDCA – quick DCA test;
- DCA_{pp} – DCA pulse profile (see Figure B.1);
- DCR_{ss} – dynamic charge acceptance real world start-stop (see Figure B.2, Figure B.3, and Figure B.4).

2) Pre-cycling shall be defined according to the scheme set out in Table 3.

Table 3 – DCA – Pre-cycling

Structure	N°	Step	T	U	I	Description	Data acquisition	Result of measurement of each step
Pre-cycling	10	DCH		$> 10,5$	25	RC discharge	EOS	RC capacity
	11	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge voltage for flooded or VRLA batteries	EOS	Ah recharged End of charge current
	12	PAU	1 h			Rest phase		
	13	DCH		$> 10,5$	25	RC discharge	EOS	RC capacity
	14	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge voltage for flooded or VRLA batteries	EOS	Ah recharged End of charge current
	15	PAU	1 h			Rest phase		
	16	DCH		$> 10,5$	$1 \cdot I_n$	C_e discharge	EOS	C_e calculate: $C_{rch} = C_e - 0,2 \cdot C_n$
	17	CHA		U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge voltage for flooded or VRLA batteries		Stop recharge when C_{rch} [Ah] is reached

NOTE 3 The RC discharge of steps 10 and 13 has to reach at least 90 % of the RC_n and the C_e discharge of step 16 has to reach at least 90 % of the C_n .

3) The charge acceptance qDCA procedure shall be defined according to the scheme set out in Table 4. The DCA_{pp} procedure used in steps 21 and 27 is defined in Table 5.

Table 4 – DCA – Charge acceptance qDCA procedure

Procedure	N°	Step	T	U	I	Description	Data acquisition	Result of measurement of each step
Charge acceptance tests qDCA	20	PAU	min 20 h max 72 h			Rest phase	EOS	OCV
	21	DCA _{pp}				DCA _{pp} procedure	EOS	I_c = integrated charge / 200 s
	22	CHA	12 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge voltage for flooded / VRLA	EOS	
	23	CHA	4 h	18,0 / 14,8	$0,5 \cdot I_n$ / $5 \cdot I_n$	Recharge voltage for flooded / VRLA	EOS	
	24	PAU	1 h			Rest phase	EOS	
	25	DCH	2 h		I_n		EOS	
	26	PAU	20 h			Rest phase	EOS	
	27	DCA _{pp}				DCA _{pp} procedure	EOS	I_d = integrated charge / 200 s
	28	DCH	2 h		I_n		EOS	
	29	PAU	min 12 h max 72 h			Rest phase	EOS	

Step 23: For flooded batteries, a combination of constant voltage (CV) and constant current (CC) charging (with "unlimited" voltage) is applied. The given voltage limit of 18 V is meant as a safety limit.

Steps 21 and 27: The average charge currents I_c and I_d are calculated according to the calculation given in item 6) of this list. Please note that both I_c and I_d are charge currents, the index "c" or "d" means "charge history" or "discharge history".

- 4) The DCA_{pp} procedure (in steps 21 and 27 of Table 4) shall be defined according to the scheme set out in Table 5.

Table 5 – DCA – DCA_{pp} procedure

Procedure	N°	Step	T	U	I	Description	Data acquisition	Result of measurement of each step
DCA _{pp} procedure	30	CHA	10 s	14,8	$33,3 \cdot I_n$	Charge pulse	EOS	Increment I_c or I_d by amount of charge ΔQ_i
	31	PAU	30 s			Rest phase		
	32	DCH			$20 \cdot I_n$	Discharge		Stop discharge when ΔQ_i [Ah] is reached ($x = 1$ to 20)
	33	PAU	30 s			Rest phase		
	34	RPT				Run steps 30 to 33 20 times		

- 5) Calculation:

- The average charge current for the 20 pulses after the preceding charging step 17 (I_c), is calculated from the integrated amount of charge over all pulses divided by the total charge time (Table 4, step 21):

$$I_c[A] = \frac{\int_{I>0} Idt}{200\text{ s}} = \frac{\sum_{i=1\text{ to }20} Q_i}{200\text{ s}}$$

NOTE 4 Usually Q_i is calculated by the test bench and returned in units of Ah. I_c is calculated from the sum of the charged Ah values of the 20 steps by multiplying it with 3 600 s/h and dividing the result by 200 s.

- The average charge current for the 20 pulses after the preceding discharge step 25 (I_d), is calculated from the integrated amount of charge over all pulses divided by the total charge time (Table 4, step 27):

$$I_d[A] = \frac{\int_{I>0} Idt}{200\text{ s}} = \frac{\sum_{i=1\text{ to }20} Q_i}{200\text{ s}}$$

NOTE 5 Usually Q_i is calculated by the test bench and returned in units of Ah. I_d is calculated from the sum of the charged Ah values of the 20 steps by multiplying it with 3 600 s/h and dividing the result by 200 s.

- 6) For the DCR_{ss} test part, a resistor combination shall be connected across the battery terminals, consisting of a parallel connection of two E96 (1 %) resistors (see IEC 60063), each with minimum rated power dissipation of 0,25 W, and each of which comes closest to 75 000 Ω·Ah, divided by C_n . Verify and document the resistance of the parallel combination. Example: For $C_n = 80$ Ah, use two parallel resistors of 931 Ω each, which – within the E96 series – comes closest to 75 000 Ω·Ah / 80 Ah = 937,5 Ω, so that the total resistance of the combination of both resistors in parallel is 466 Ω in this example.

For ampere hours balance control during the DCR_{ss} test, a modified ampere hours counter is used: The counter is set to zero in the beginning before connecting the resistor. It sums charged and discharged Ah by the test bench assuming a charge factor of 1 and compensates for the Ah drain by the external resistor (simulated key-off load) by calculating. The formulas are given in Annex A and in Table 6.

The DCR_{ss} part shall be defined according to the scheme set out in Table 6.

Table 6 – DCA – DCR_{ss} part

Procedure	N°	Step	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>I</i>	Description	Data acquisition	Result of measurement of each step
DCR _{ss} cycling part	40	Connect the resistors						
	41	PAU	12 h			Correct Ah_balance by -0,45 % of C_n	1/h	
	42	DCH	30 s		$1 \cdot I_n$	Vehicle activation		
	43	DCH	3 s		100	Key engine crank		
	44	CHA	58 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	Conventional charging		
	45	CAS				Case Ah_balance/ C_n of:		
		DCH	30 s		$1,25 \cdot I_n$	> 0,01		
		CHA	30 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	30 s			[-0,01 to 0,01]		
	46	CHA	5 s	15,0	$33,3 \cdot I_n$	Regenerative charging	1/s	Record amount of charge ΔQ_1 to 19
	47	DCH	9 s		$10 \cdot I_n$	Engine idle off		
	48	DCH	1 s		100	Engine restart		
	49	CAS				Case Ah_balance/ C_n of:		
		DCH	20 s		$1,25 \cdot I_n$	> 0,01		
		CHA	20 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	20 s			[-0,01 to 0,01]		
	50	CHA	5 s	15,0	$33,3 \cdot I_n$	Regenerative charging	1/s	Record amount of charge ΔQ_1 to 19
	51	CAS				Case Ah_balance/ C_n of:		
		DCH	20 s		$5 \cdot I_n$	> 0		
		CHA	20 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	20 s			[-0,01 to 0]		
	52	RPT				Run steps 45 to 51 19 times		
	53	DCH	30 s		$2 \cdot I_n$			
	54	DCH	120 s		$1,05 \cdot I_n$			
	55	DCH	330 s		$0,418 \cdot I_n$			
	56	PAU	3,33 h			Correct Ah_balance by -0,12 % of C_n	1/h	
	57	RPT				Run steps 42 to 56 3 times		
	58	RPT				Run steps 41 to 57 5 times		
	59	Disconnect the resistors						

The 90 s drive phases (steps 45 to 51) each consist of sub-phases, as described in Figure 1.

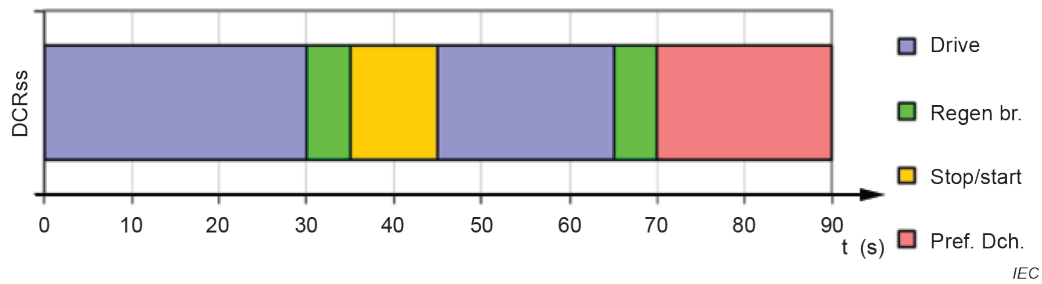


Figure 1 – Sub-phases of the DCR_{ss} part: 90 s drive phases (steps 45 to 51)

- 7) The average regenerative charge current, I_r (data from steps 46 and 50) shall be calculated as the integral of amount of charge recharged in all (15 V, 5 s) charge pulses, divided by the total charge time (19 phases with 2×5 s each = 190 s) and by the number of drive phases (15):

$$I_r [\text{A}] = \frac{\int_{\text{regenerative charging}} Idt}{15 \cdot 190 \text{ s}}$$

It is recommended that all three charge current integrals defined above be calculated automatically during test execution, utilizing the programming interface of the test bench. Calculation of average currents requires only division by pre-defined times and may hence be executed off-line more easily.

- 8) The normalized charge acceptance of the battery shall be calculated from the results obtained in item 7) of this list:

$$I_{\text{DCA}} \left[\frac{\text{A}}{\text{Ah}} \right] = 0,512 \cdot \frac{I_c}{C_n} + 0,223 \cdot \frac{I_d}{C_n} + 0,218 \cdot \frac{I_r}{C_n} - 0,181$$

9.5 Charge retention test

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.5.

9.6 Endurance test for batteries

9.6.1 Corrosion test

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.6.1.

9.6.2 Cycling test 50 % DoD

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.6.2.

9.6.3 Cycling test 17,5 % DoD

- 1) Purpose: The background of this test is to check the ability to deliver energy under high cyclic conditions in a partially discharged state of charge. Batteries used for start-stop applications have a dramatically increased throughput of energy compared to the standard flooded batteries in IEC 60095-1. It shall be tested if the battery is able to work in a car with these demands during the projected lifetime.

- 2) Procedure:

During the entire test procedure, the battery shall be placed into a water bath at $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, according to 8.3.2.

The test shall be performed with a fully charged battery according to 8.2.

The cycling units shall be carried out according to the scheme set out in Table 7. Steps 10 to 16 of Table 3 represent one cycle test unit.

Table 7 – Endurance 17,5 % DoD – Cycling units

Structure	N°	Step	t	U	I	Description	T [°C]	Data acquisition	Result of measurement of each step
Cycling unit	10	DCH	2,5 h	$> 10,0$	$4 \cdot I_n$	Pre-discharge	25		$U(\text{EOS})$
	11	CHA	2 400 s	14,4	$7 \cdot I_n$	Constant voltage Charge	25		
	12	DCH	1 800 s	$> 10,0$	$7 \cdot I_n$	Discharge	25		$U(\text{EOS})$
	13	RPT				Run steps 11 and 12 85 times – stop if $U \leq 10 \text{ V}$	25		
	14	CHA	18 h	U_c	$2 \cdot I_n$	Equalization charge	25		Q_{CHA}
	15	DCH		$> 10,5$		C_e capacity	25		C_e
	16	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge according to IEC 60095-1	25		Q_{CHA}

The cycling unit of Table 7 shall be repeated until one of the failure criteria is reached: if the voltage criteria in steps 10 or 12 are undercut, the cycling test is terminated.

The battery shall be recharged according to 8.2.

9.6.4 Micro-cycles test, start and stop cycle endurance test

Two options are possible, only one of the following test procedures has to be tested to fulfil the micro-cycle test, start and stop cycle endurance test.

OPTION A:

The stop and start cycle endurance test shall be performed according to the following method:

- Throughout the test, the battery shall be placed in a gaseous phase at $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ according to 8.3.3 (it is permitted to use a water bath at $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ according to 8.3.2).
- Connect the battery to the endurance test equipment and repeat the discharging (discharging (1) and discharging (2)) and charging cycles as follows, successively.
 - Discharging (1): discharging current $I_{D1} \pm 1 \text{ A}$ for $59,0 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$.
 I_{D1} is determined using the following conversion formula and rounded to the nearest whole number.

$$I_{D1} = 18,3 / 20$$
 - Discharging (2): discharging current $300 \text{ A} \pm 1 \text{ A}$ for $1,0 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$.
 - Charging: charging voltage $14 \text{ V} \pm 0,03 \text{ V}$ (current limit $100,0 \text{ A} \pm 0,5 \text{ A}$) for $60,0 \text{ s} \pm 0,3 \text{ s}$.

During the test, the final voltage of discharging (2) shall be measured.

- During the test, the battery shall be left for 40 h to 48 h every 3 600 cycles and then set to restart the cycle.
- The end of test shall be the timing when the voltage during the discharging in the test is confirmed to drop below 7,2 V.
- Water shall not be refilled before the number of cycles reaches 30 000.

OPTION B:

1) Purpose: This test checks the ability of a battery to provide the power to restart the engine after frequent stop phases, its ability to recover state of charge afterwards and the aging effects due to shallow pulse loads.

2) Procedure

During the entire test procedure, the battery shall be placed into a water bath at $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, according to 8.3.2. The micro-hybrid test is divided into three sections:

- a) Battery preparation (set SoC to 85 %)
- b) Micro-cycles (80 units with 100 cycles each = 8 000 cycles in total)
- c) Check-up after cycling

3) Battery preparation

The battery shall be discharged to 85 % of nominal capacity according to Table 8.

Table 8 – Battery preparation

Structure	N°	Step	t	U [V]	I [A]	Description	T [°C]	Data acquisition frequency	Result of measurement of each step
Set battery SoC to 85 %	10	DCH	3 h	$> 10,5$	$C_e / 20$	Discharge to 85 % of C_e	25		Q_{DCH}
	11	PAU	min 12 h max 60 h			Relaxation	25	EOS	$U(\text{EOS})$

4) Micro-cycles

This high-rate cycling test often leads to an internal battery temperature significantly higher than $25 ^\circ\text{C}$. This means the charging voltage of 14,0 V (step 21) is in line with typical vehicle operation parameters.

The micro-cycle test has a fixed depth of discharge of 2 % C_n . The charge time in step 21 (Table 9) and the discharge time in step 22 depend on the nominal capacity C_n of the battery and shall be calculated and rounded to nearest integer value in seconds according to:

$$t_{\text{DCH}}[\text{s}] = \frac{(0,02 C_n[\text{Ah}] - 0,083 \text{ Ah})}{48 \text{ A}} \cdot 3\,600 \frac{\text{s}}{\text{h}}$$

Table 9 – Micro-cycle

Structure	N°	Step	t	U [V]	I [A]	Description	T [°C]	Data acquisition	Result of measurement of each step
Micro-cycle sequence	20	PAU	10 s			Relaxation	25	EOS	$U(10s)$
	21	CHA	$1 + t_{DCH}$ [s]	14,0	100	Charge	25	EOS	$I(EOS), Q_{CHA}(EOS)$
	22	DCH	t_{DCH} [s]		48	Low rate discharge step	25	EOS	$U(EOS), Q_{DCH}$
	23	DCH	1 s	> 9,5	300	High rate discharge step	25	EOS	$U(EOS), Q_{DCH}, R_{dyn}$
	24	RPT				Run steps 20 to 23 100 times			
	25	PAU	12 h			Storage and cooling down after cycling	25	EOS	$U(EOS)$
	26	RPT				Run steps 20 to 25 80 times			

The dynamic internal resistance R_{dyn} shall be calculated from the load voltages of steps 22 and 23 of Table 9 according to:

$$R_{dyn} [\Omega] = \frac{U(EOS)_{48 A} [V] - U(EOS)_{300 A} [V]}{|48 A - 300 A|}$$

5) Check-up after cycling

The check-up procedure shall be performed according to Table 10 within 60 h after the end of the micro-cycling part (step 26 of Table 9).

Table 10 – Check-up after cycling

Structure	N°	Step	t	U [V]	I [A]	Description	T [°C]	Data acquisition frequency	Result of measurement of each step
Check-up sequence after cycling	30	DCH		> 10,5	I_n	Remaining C_e capacity	25		C_e
	31	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Charge	25		Q_{CHA}
	32	DCH		> 10,5	I_n	C_e capacity	25		C_e
	33	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Charge	25		Q_{CHA}

6) Data evaluation

The data evaluations in Table 11 shall be performed.

Table 11 – Data evaluation

Data from cycling:	Mean R_{dyn}	Average of the R_{dyn} values of every block of 100 cycles
	Normalized mean R_{dyn}	The mean R_{dyn} values shall be normalized to the value found for the first block of 100 cycles for each battery (step 22 and step 23 of Table 9)
	Minimum $U(\text{EOS})_{300\text{A}}$	Minimum value of the end of discharge voltages of the 300 A discharge step of every block of 100 cycles (step 23 of Table 9)
	$U(\text{EOS})$	EOS voltage of each 12 h rest phase (step 25 of Table 9)
Data from check-up:	Remaining C_e	According to line 30 of Table 9
	C_e	According to line 32 of Table 9

9.7 Vibration resistance test

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.8.

9.8 Electrolyte retention test

This test is defined in IEC 60095-1:2018, 9.9.

10 Requirements

The requirements applicable to essential functional characteristics are summarized in Tables 12 and 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60095-6:2019

Table 12 – Summary of requirements OPTION A

Functional characteristics	Subclause	Requirements	Comments
20 h capacity	9.1	$C_e \geq C_{20}$	For batteries rated in Ah
Reserve capacity	9.2	$RC_e \geq RC_n$	For batteries rated in reserve capacity
Cranking performance test –18 °C	9.3.1	Option 1 (for batteries rated in Ah) $U_{10s} \geq 7,50 \text{ V}$ $t_{6V} \geq 90 \text{ s}$ Option 2 (for batteries rated in reserve capacity) $U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	
Cranking performance test –29 °C	9.3.2	$U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	Optional
Charge acceptance	9.4.1	$I_{ca} \geq 2I_0$	
Specific charge acceptance	9.4.2	$A.s > C_{20} \times 10$; $(A.h > C_{20} / 360)$	
Charge retention Normal batteries (N) and Low water loss batteries (L)	9.5	$U_{30s} \geq 8,0 \text{ V}$	
Charge retention Very low water loss batteries (VL)	9.5	$U_{30s} \geq 8,5 \text{ V}$	
Corrosion test	9.6.1	Number of units ≥ 4	
Endurance in cycle test 50 % DoD	9.6.2	≥ 120 cycles	
Endurance in cycle test 17,5 % DoD	9.6.3	≥ 9 units	
Endurance micro-cycle OPTION A	9.6.4	$\geq 30\,000$ cycles	
Vibration	9.7	$U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	
Electrolyte retention	9.8	No evidence of liquid on the vent plugs (or from the single point vent outlet)	
For both C_e or RC_e and the cranking performance, the specified values shall be met in at least one of the three relevant discharges set out in 9.1, 9.2, and 9.3.			

Table 13 – Summary of requirements OPTION B

Functional characteristics	Subclause	Requirements	Comments
20 h capacity	9.1	$C_e \geq C_{20}$	For batteries rated in Ah
Reserve capacity	9.2	$RC_e \geq RC_n$	For batteries rated in reserve capacity
Cranking performance test –18 °C	9.3.1	Option 1 (for batteries rated in Ah) $U_{10s} \geq 7,50 \text{ V}$ $t_{6V} \geq 90 \text{ s}$ Option 2 (for batteries rated in reserve capacity) $U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	
Cranking performance test –29 °C	9.3.2	$U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	Optional
Charge acceptance	9.4.1	$I_{ca} \geq 2I_o$	
Specific charge acceptance	9.4.2	DCA shall be at least 0,1 A/Ah	
Charge retention Normal batteries (N) and Low water loss batteries (L)	9.5	$U_{30s} \geq 8,0 \text{ V}$	
Charge retention Very low water loss batteries (VL)	9.5	$U_{30s} \geq 8,5 \text{ V}$	
Corrosion test	9.6.1	Number of units ≥ 4	
Endurance in cycle test 50 % DoD	9.6.2	≥ 120 cycles	
Endurance in cycle test 17,5 % DoD	9.6.3	≥ 9 units	
Endurance micro-cycle OPTION B	9.6.4	Normalized mean R_{dyn} increase $\leq 1,5$ after 8 000 cycles $U(EOS)_{300A} \geq 9,5 \text{ V}$ $C_e \geq 50 \%$ of C_{20} after 8 000 cycles	
Vibration	9.7	$U_{30s} \geq 7,20 \text{ V}$	
Electrolyte retention	9.8	No evidence of liquid on the vent plugs (or from the single point vent outlet)	
For both C_e or RC_e and the cranking performance, the specified values shall be met in at least one of the three relevant discharges above (see 9.1, 9.2, and 9.3).			

Annex A (normative)

Specific requirements for measuring equipment capability

A.1 Equipment requirements for the dynamic charge acceptance test DCA (see 9.4.2, OPTION B)

Table A.1 – Equipment requirements

Parameter	Range	Accuracy	Sampling rate	Sampling accuracy
U_{CHA}	14 V to 18 V	$\pm 0,04$ V	200 ms	$\pm 0,01$ V
I_{CHA}	0 A to 200 A	$\pm 0,5$ %	200 ms	$\pm 0,1$ %
Q_{CHA}			10 ms	± 1 mAh
U_{DCH}	6 V to 14 V		200 ms	$\pm 0,01$ V
I_{DCH}	0 A to 100 A	$\pm 0,5$ %	200 ms	$\pm 0,1$ %
Q_{CHA}			10 ms	± 1 mAh

A.2 Equipment requirements for the micro-hybrid test MHT (see 9.6.4, OPTION B)

Table A.2 – Equipment requirements

Parameter	Range	Accuracy	Sampling rate	Sampling accuracy
U_{CHA}	14 V to 16 V	$\pm 0,04$ V	10 ms	$\pm 0,01$ V
I_{CHA}	0 A to 100 A	$\pm 0,5$ %	10 ms	$\pm 0,1$ %
Q_{CHA}			10 ms	± 1 mAh
U_{DCH}	6 V to 14 V		10 ms	$\pm 0,01$ V
I_{DCH}	0 A to 300 A with 300 A $I_{DCH} \geq 1$ s every minute, transition time < 0,01 s	$\pm 0,5$ %	10 ms	$\pm 0,1$ %
Q_{CHA}			10 ms	± 1 mAh

Annex B (normative)

Flow chart of DCA test procedure

$DCA_{pp} = \underline{DCA} \underline{Pulse} \underline{Profile}$
 $\approx 30 \text{ min}$

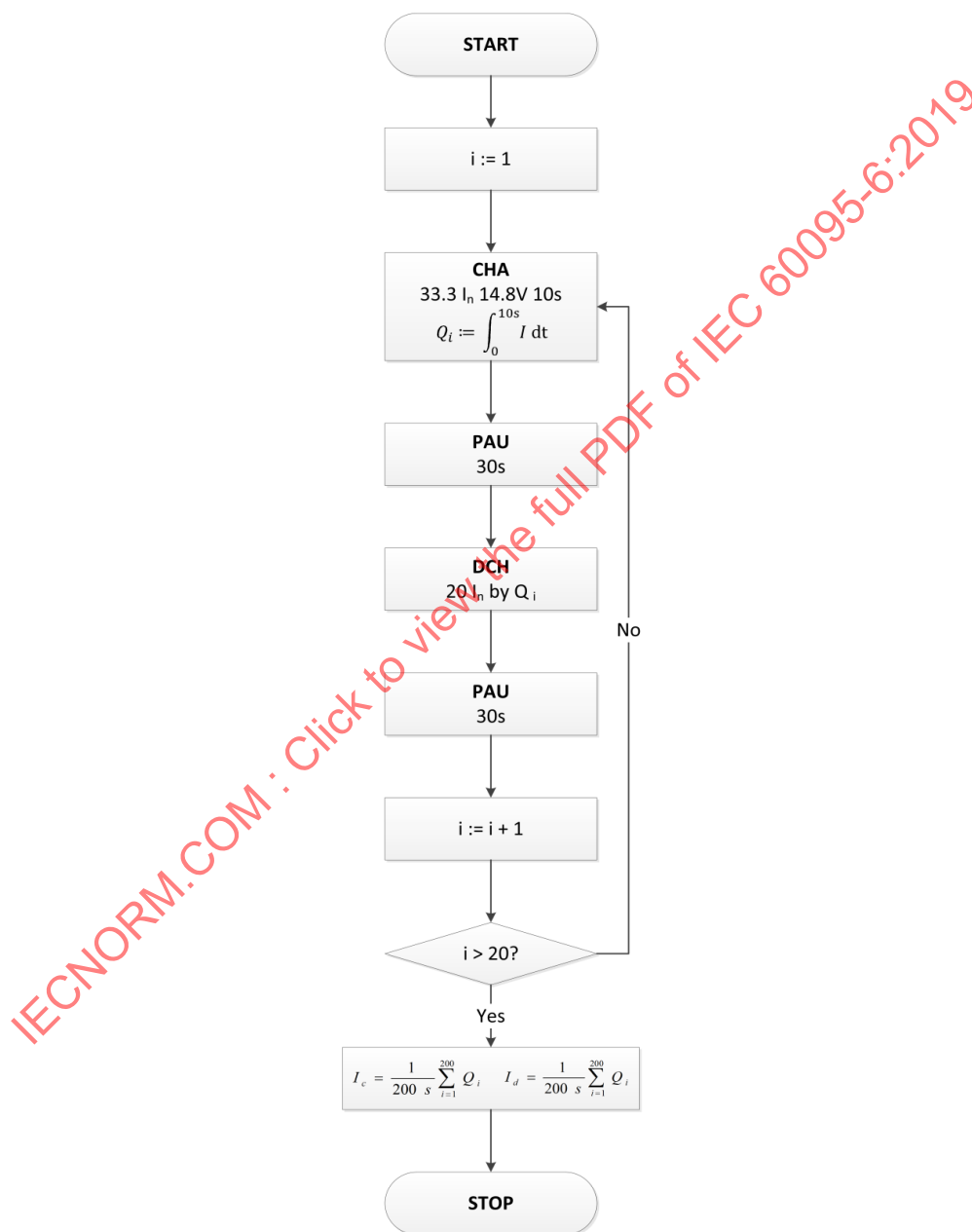


Figure B.1 – DCA_{pp} = DCA pulse profile

$DCR_{ss} = \underline{DCA} \underline{Real\ world\ simulation\ with\ stop/start}$
5 x 24 h

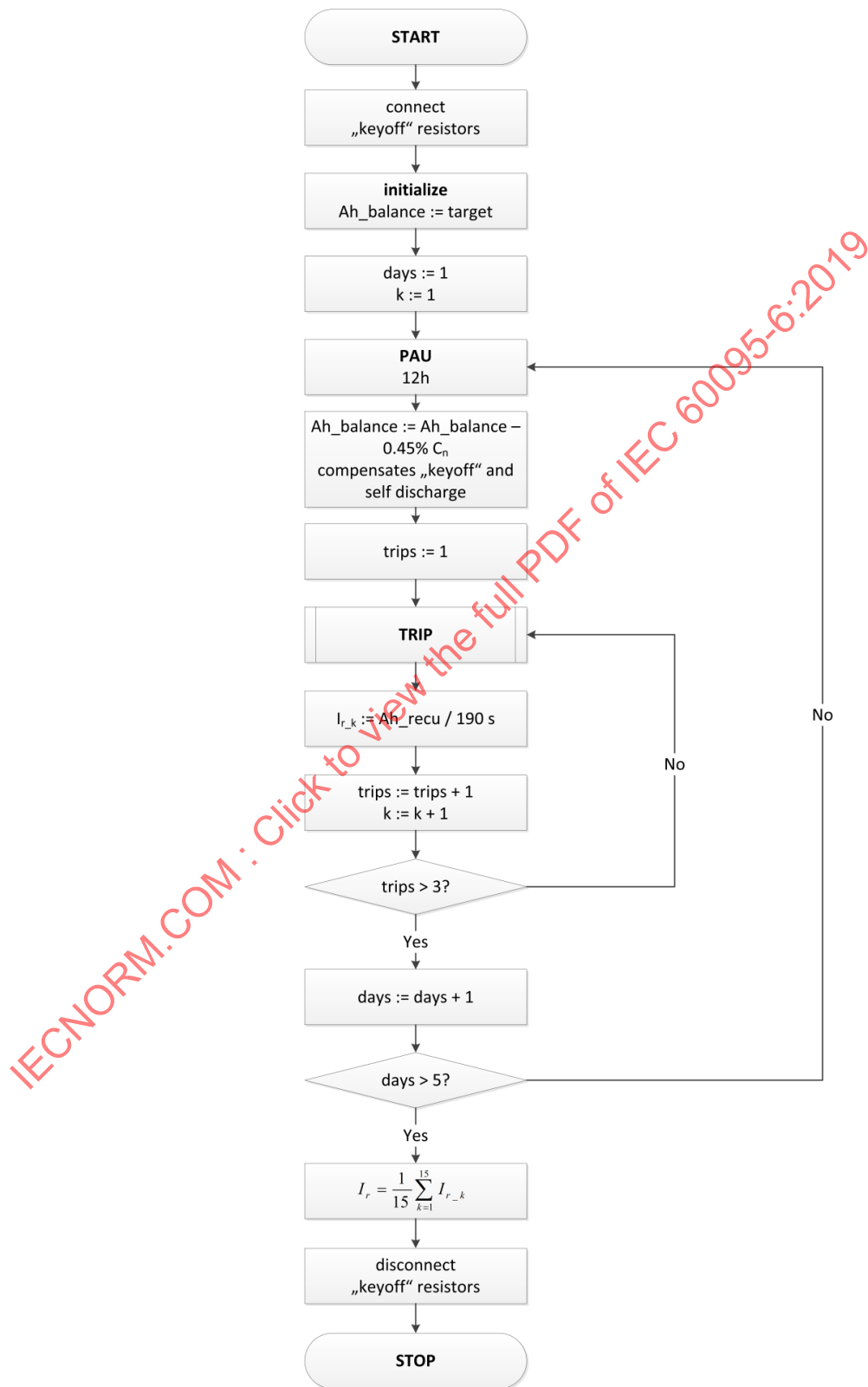


Figure B.2 – DCR_{ss} = DCA real world simulation with stop/start

Trip

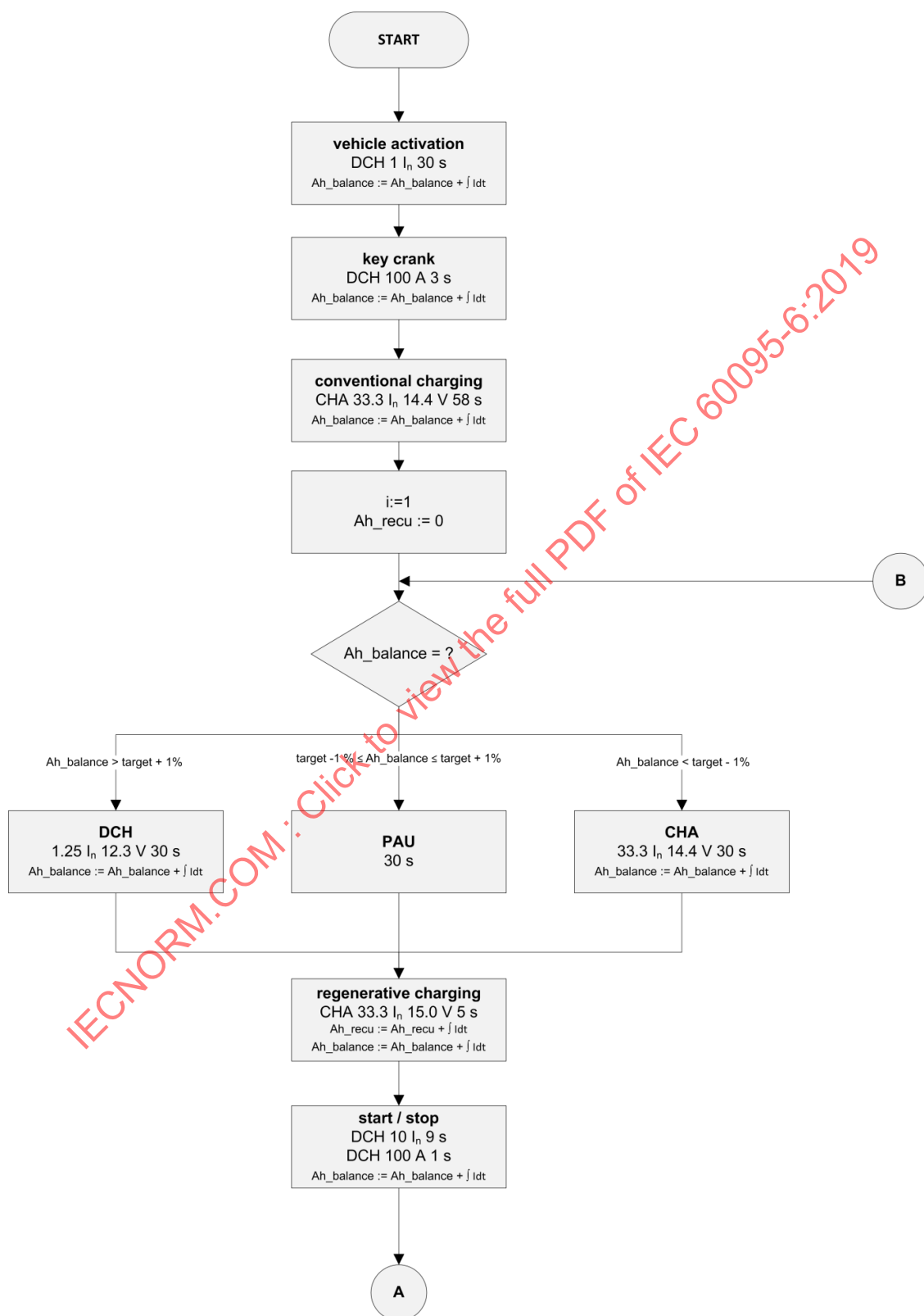


Figure B.3 – Trip first part

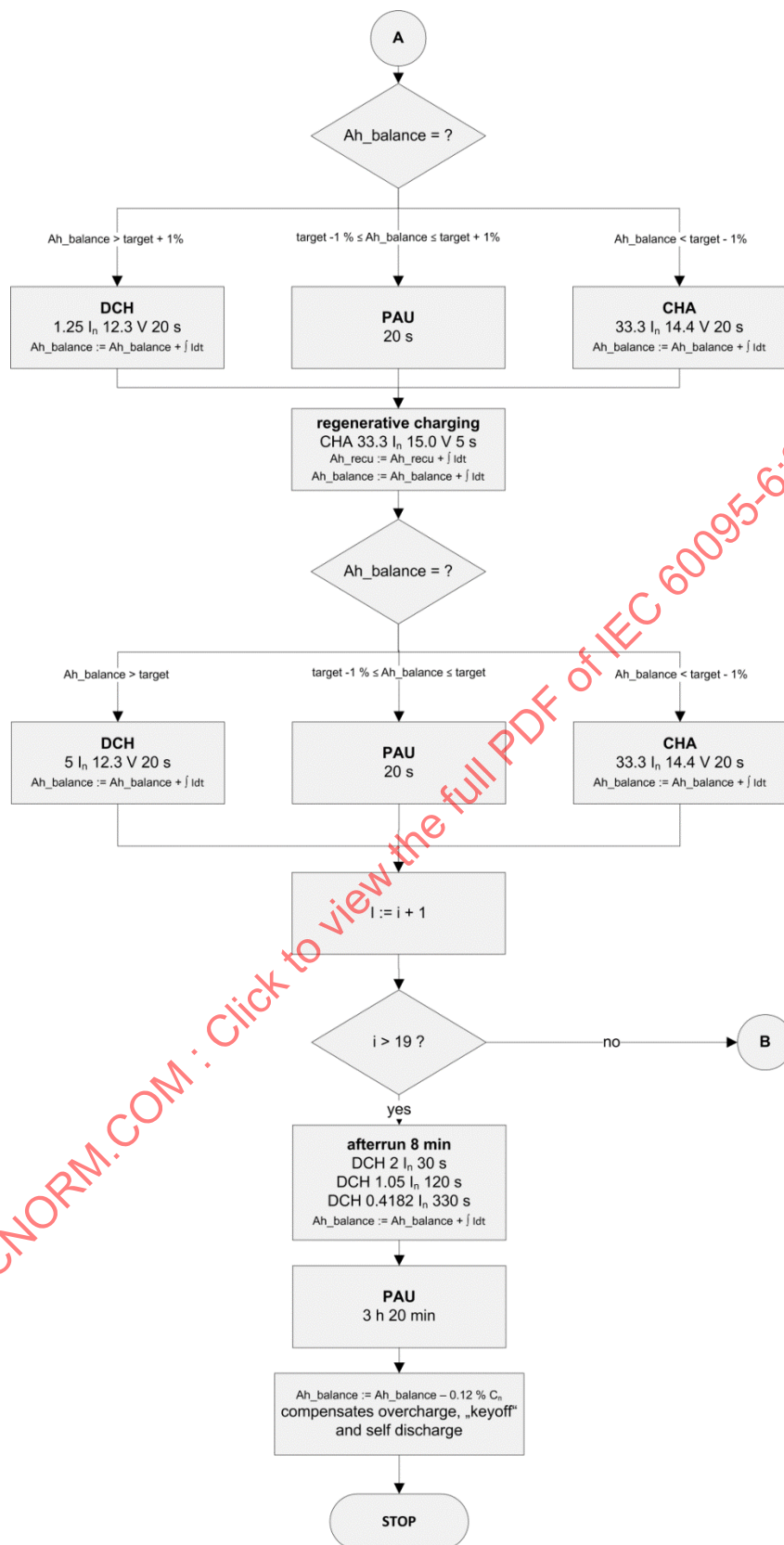


Figure B.4 – Trip second part

Bibliography

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Safety signs used in workplaces and public areas*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60095-6:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Termes, définitions, acronymes et symboles.....	37
3.1 Termes et définitions	37
3.2 Abréviations et symboles	38
4 Désignation des batteries pour applications microcycles – Masse volumique de l'électrolyte et tension de circuit ouvert.....	38
4.1 Désignation des différents types de batteries	38
4.2 Masse volumique de l'électrolyte et tension de circuit ouvert.....	39
5 Conditions de livraison	39
6 Exigences générales	39
6.1 Identification, étiquetage	39
6.1.1 Généralités	39
6.1.2 Identification du fabricant ou du fournisseur.....	39
6.1.3 Tension nominale: 12 V	39
6.1.4 Capacité ou capacité de réserve et courant nominal de décharge rapide à froid	39
6.1.5 Code de date de production.....	39
6.1.6 Étiquetage de sécurité	39
6.1.7 Étiquetage relatif au recyclage.....	39
6.1.8 Identification du système start and stop	39
6.1.9 Batteries étanches à soupape.....	40
6.2 Marquage de la polarité	40
6.3 Fixation de la batterie	40
7 Caractéristiques fonctionnelles.....	40
7.1 Caractéristiques électriques.....	40
7.2 Caractéristiques mécaniques	41
8 Conditions générales d'essais	41
8.1 Échantillonnage des batteries	41
8.2 Méthode de charge – Définition d'une batterie complètement chargée	41
8.3 Équipement d'essai.....	42
8.3.1 Appareils de mesure.....	42
8.3.2 Bain d'eau	42
8.3.3 Enceinte climatique	42
8.4 Séquences des essais	42
9 Méthodes d'essai.....	44
9.1 Contrôle de la capacité 20 h C_e	44
9.2 Contrôle de la capacité de réserve RC_e	44
9.3 Essai du pouvoir de démarrage.....	44
9.3.1 Essai du pouvoir de démarrage – Température normale (–18 °C)	44
9.3.2 Essai du pouvoir de démarrage – Climats très froids	45
9.4 Essais d'acceptance de charge.....	45
9.4.1 Acceptance de charge 1 (à 0 °C)	45
9.4.2 Essais d'acceptance spécifique de charge pour applications microcycles (à 25 °C).....	45
9.5 Essai de conservation de charge	50

9.6	Essai d'endurance pour batteries	50
9.6.1	Essai de corrosion	50
9.6.2	Essai de cyclage avec 50 % de profondeur de décharge (DoD)	50
9.6.3	Essai de cyclage avec 17,5 % de profondeur de décharge (DoD)	50
9.6.4	Essai de microcycles, essai d'endurance de cycle de type start-stop	51
9.7	Essai de résistance aux vibrations	54
9.8	Essai de rétention d'électrolyte	54
10	Exigences.....	54
Annexe A (normative) Exigences particulières relatives à l'aptitude des appareils de mesure		57
A.1	Exigences relatives à l'essai d'acceptance de charge dynamique (DCA) (voir 9.4.2, OPTION B).....	57
A.2	Exigences relatives à l'essai microhybride MHT (voir 9.6.4, OPTION B).....	57
Annexe B (normative) Organigramme de la procédure d'essai DCA		58
Bibliographie.....		64
Figure 1 – Sous-phases de la partie DCRss: phases d'entraînement de 90 s (étapes 45 à 51)		50
Figure B.1 – DCA_{pp} = profil des impulsions DCA.....		58
Figure B.2 – DCR_{ss} = Simulation d'acceptance de charge dynamique (DCA) en situation réelle start-stop		60
Figure B.3 – Déclenchement première partie		61
Figure B.4 – Déclenchement deuxième partie		63
Tableau 1 – Essai/batterie OPTION A.....		43
Tableau 2 – Essai/batterie OPTION B.....		44
Tableau 3 – DCA – Cyclage préalable.....		46
Tableau 4 – DCA – Procédure d'acceptance de charge $qDCA$		47
Tableau 5 – DCA – Procédure DCA_{pp}		47
Tableau 6 – DCA – Partie DCRss		49
Tableau 7 – Endurance avec 17,5 % de DoD – Unités de cyclage.....		51
Tableau 8 – Préparation des batteries		52
Tableau 9 – Microcycle		53
Tableau 10 – Contrôle après cyclage		53
Tableau 11 – Évaluation des données.....		54
Tableau 12 – Résumé des exigences OPTION A		55
Tableau 13 – Résumé des exigences OPTION B		56
Tableau A.1 – Exigences relatives aux équipements.....		57
Tableau A.2 – Exigences relatives aux équipements.....		57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES D'ACCUMULATEURS DE DÉMARRAGE AU PLOMB –**Partie 6: Batteries pour applications microcycles****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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 60095-6 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

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

FDIS	Rapport de vote
21/1013/FDIS	21/1018/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60095, publiées sous le titre général *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60095-6:2019

BATTERIES D'ACCUMULATEURS DE DÉMARRAGE AU PLOMB –

Partie 6: Batteries pour applications microcycles

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60095 est applicable aux batteries d'accumulateurs au plomb d'une tension nominale de 12 V utilisées principalement comme sources d'alimentation pour le démarrage des moteurs à combustion interne, ainsi que pour l'éclairage et les installations auxiliaires des véhicules équipés de moteur à combustion interne. Dans le langage courant, ce type de batteries est appelé "batterie de démarrage".

Les batteries relevant du domaine d'application du présent document sont utilisées sur des véhicules "microhybridés" intégrant un système de type start-stop et/ou un système de récupération d'énergie dans lesquels la batterie est soumise à des sollicitations de type "microcyclage". Sur les automobiles possédant cette capacité spéciale, le moteur à combustion interne est coupé à l'arrêt complet du véhicule, au ralenti à faible vitesse ou au ralenti lorsqu'il n'est pas nécessaire que le moteur à combustion interne assure le déplacement du véhicule. Lors des phases au cours desquelles le moteur est coupé, la plupart des composants électriques et électroniques de l'automobile sont alimentés par la batterie sans le soutien de l'alternateur. De plus, dans la plupart des cas, une fonction supplémentaire de freinage par récupération (récupération ou régénération de l'énergie de freinage) est installée. Dans ces applications, les batteries sont soumises à des contraintes tout à fait différentes de celles qui s'exercent sur les batteries de démarrage de type classique. Outre ces propriétés supplémentaires, il y a lieu que ces batteries assurent le démarrage du moteur à combustion interne et l'éclairage, ainsi que des fonctions auxiliaires selon un mode de fonctionnement classique avec le soutien de l'alternateur quand le moteur à combustion interne est en marche. Toutes les batteries relevant de ce domaine d'application assurent des fonctions de base qui sont soumises à l'essai en application de l'IEC 60095-1.

Le présent document spécifie les exigences générales et les méthodes d'essai spécifiques aux batteries au plomb utilisées pour les applications microcycles.

Les applications de ces batteries sont les suivantes:

- batteries au plomb de dimensions conformes à l'IEC 60095-2 pour les véhicules capables de couper automatiquement le moteur à combustion interne pendant le fonctionnement du véhicule, qu'il soit immobile ou en mouvement ("start-stop");
- batteries au plomb de dimensions conformes à l'IEC 60095-2 pour les véhicules destinés aux applications start-stop et capables de récupérer l'énergie de freinage ou l'énergie provenant d'autres sources.

La technologie lithium-ion ne relève pas du domaine d'application du présent document.

NOTE La possibilité que le présent document s'applique aussi aux batteries conformes à l'IEC 60095-4 est à l'étude.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-482, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

IEC 60095-1:2018, *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb – Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais*

IEC 60095-2, *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb – Partie 2: Dimensions des batteries et dimensions et marquage des bornes*

3 Termes, définitions, acronymes et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-482 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

batterie ouverte

batterie à électrolyte libre

batterie au plomb ayant un couvercle avec une ou plusieurs ouvertures au travers desquelles les produits gazeux peuvent s'échapper

3.1.2

batterie à électrolyte liquide améliorée

batterie EFB

batterie au plomb liquide comprenant des fonctions spéciales de conception, qui améliorent considérablement la capacité de cycle par rapport aux batteries à électrolyte liquide normalisées

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "EFB" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Enhanced Flooded Battery".

3.1.3

batterie étanche à soupapes

batterie VRLA

batterie au plomb qui est fermée dans des conditions normales, mais munie d'un dispositif qui permet l'échappement des gaz lorsque la pression interne excède une valeur prédéterminée

Note 1 à l'article: La batterie VRLA ne peut pas recevoir d'ajout à son électrolyte et par suite de l'activation de batteries VRLA chargées sèches.

Note 2 à l'article: Dans les batteries VRLA, l'électrolyte est immobilisé.

Note 3 à l'article: Le terme abrégé "VRLA" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Valve Regulated Lead-Acid".

3.1.4

batterie au mat de verre absorbant

batterie AGM

batterie VRLA dans laquelle l'électrolyte est immobilisé par absorption dans un mat de verre

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "AGM" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Absorbent Glass Mat".

3.1.5**batterie à électrolyte gélifié**

batterie VRLA dans laquelle l'électrolyte est immobilisé par fixation dans le gel

3.2 Abréviations et symboles

EN	European Standard (Norme européenne – Euro Norm) créée par le CENELEC (Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique)
SBA	Standard Battery Association (association normalisée des batteries) créée par la Battery Association (association des batteries) du Japon
CHA	Charge Battery (charger la batterie); à charger avec les paramètres donnés
DCA	Dynamic charge acceptance (acceptance de charge dynamique)
DCH	Discharge Battery (décharger la batterie); à décharger avec les paramètres donnés
PAU	Pause; Aucune charge ou décharge, mais des mesurages de la tension si cela est exigé. Si la batterie est raccordée à l'unité d'essai, il ne doit pas y avoir de courant de repos
RPT	Répéter; Instruction donnée de recommencer plusieurs fois certaines étapes
CAS	Cas de; Étape de décision donnant lieu à des actions différentes selon la valeur de la variable de référence
C_e	Capacité effective [Ah]
C_n	Capacité nominale [Ah]
C_{rch}	Capacité rechargée [Ah]
DoD	Depth of discharge (profondeur de décharge) [% de C_n]
EOS	End of step (fin d'étape)
I_{CHA}	Courant de charge [A]
I_{CC}	Courant de décharge pour le démarrage [A]
I_{DCA}	Acceptance de charge dynamique normalisée pondérée, mesurée en A par Ah de capacité nominale C_n [A/Ah]
I_{DCH}	Courant de décharge [A]
I_c	Courant de charge moyen de l'essai DCA après l'historique de charge [A]
I_d	Courant de charge moyen de l'essai DCA après l'historique de décharge [A]
I_n	Courant nominal de décharge [A], I_n [A] = C_n [Ah] / 20 [h]
I_r	Courant de charge moyen de l'essai DCA pendant le freinage par récupération [A]
Q_{CHA}	Capacité chargée [Ah]
Q_{DCH}	Capacité déchargée [Ah]
R_{dyn}	Résistance interne dynamique calculée [Ω]
R_i	Résistance interne [Ω]
RC	Reserve capacity (capacité de réserve) (décharge avec un courant fixe de 25 A jusqu'à $U = 10,5$ V), utilisée dans l'essai DCA
SoC	State of charge (état de charge)
t_{DCH}	Durée de décharge [s]
U_c	Tension de charge [V]

4 Désignation des batteries pour applications microcycles – Masse volumique de l'électrolyte et tension de circuit ouvert**4.1 Désignation des différents types de batteries**

Le paragraphe 4.1 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

4.2 Masse volumique de l'électrolyte et tension de circuit ouvert

Le paragraphe 4.3 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

5 Conditions de livraison

L'Article 5 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

6 Exigences générales

6.1 Identification, étiquetage

6.1.1 Généralités

Les batteries conformes au présent document doivent porter, sur le dessus ou sur une de leurs quatre faces au moins, les caractéristiques suivantes.

6.1.2 Identification du fabricant ou du fournisseur

Le nom du fabricant ou du fournisseur doit être indiqué.

6.1.3 Tension nominale: 12 V

Une tension nominale de 12 V doit être indiquée.

6.1.4 Capacité ou capacité de réserve et courant nominal de décharge rapide à froid

Le paragraphe 6.1.4 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

6.1.5 Code de date de production

Les batteries doivent porter leur date de production. Ce marquage peut faire partie d'un code plus complexe.

6.1.6 Étiquetage de sécurité

Le paragraphe 6.1.6 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

6.1.7 Étiquetage relatif au recyclage

Le paragraphe 6.1.7 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

6.1.8 Identification du système start and stop

En plus des informations obligatoires définies dans l'IEC 60095-1, la batterie peut porter un symbole indiquant une application microcycle.

Pour de meilleures identifications et comparaisons des batteries relevant du domaine d'application du présent document, un marquage spécial peut être utilisé par le fabricant de batteries.

Exemples: Étiquette EN européenne et étiquette japonaise:



6.1.9 Batteries étanches à soupape

Le paragraphe 6.1.8 de l'IEC 60095-1:2018 s'applique.

6.2 Marquage de la polarité

Les bornes doivent être identifiées selon les exigences de l'IEC 60095-2.

6.3 Fixation de la batterie

Dans le cas où les batteries sont fixées sur le véhicule au moyen de parties intégrantes de la batterie (par exemple talons ou listeaux), celles-ci doivent être conformes aux exigences de l'IEC 60095-2.

7 Caractéristiques fonctionnelles

7.1 Caractéristiques électriques

7.1.1 Le pouvoir de démarrage, la capacité 20 h, la capacité de réserve, la conservation de charge et la consommation d'eau sont tels que définis dans l'IEC 60095-1:2018.

Les essais d'acceptance de charge et les essais d'endurance sont adaptés aux applications microcycles.

7.1.2 Le pouvoir de démarrage est l'intensité de décharge I_{CC} , fixée par le fabricant selon l'option choisie (option 1 ou option 2) et pouvant être obtenue par une batterie conformément à 9.3.

7.1.3 La capacité d'une batterie de démarrage est définie à une température de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Elle peut être indiquée par le fabricant soit comme:

- la capacité 20 h nominale C_{20} , ou
- la capacité nominale de réserve RC_n .

C_{20} et RC_n sont définies en 7.1.2 de l'IEC 60095-1:2018.

7.1.4 Il existe deux types d'acceptances de charge:

- l'acceptance de charge 1 (à 0 °C) définie en 7.1.3 de l'IEC 60095-1:2018.
- l'acceptance de charge 2 (à 25 °C) est une exigence spécifique aux applications microcycles.

7.1.5 La conservation de charge est définie en 7.1.4 de l'IEC 60095-1:2018.

7.1.6 L'essai d'endurance est constitué de quatre parties:

- L'"essai de corrosion" est l'aptitude d'une batterie à subir des périodes répétées de surcharge / stockage.
- L'"essai de cyclage avec 50 % de DoD" est l'aptitude d'une batterie à subir des cycles répétés de décharge / recharge et des périodes importantes de repos en circuit ouvert. Cette aptitude doit être soumise à l'essai en effectuant sur la batterie une série de cycles et de périodes de repos dans des conditions spécifiées, par suite de laquelle le pouvoir de démarrage à froid ou les performances de capacité doivent être déterminés.
- L'"essai de cyclage avec 17,5 % de DoD" est l'aptitude à fournir de l'énergie dans des conditions de cyclage à taux élevé, dans un état de décharge partielle de la charge.
- L'"essai de microcycle" est l'aptitude d'une batterie à fournir la puissance nécessaire au redémarrage du moteur après des phases d'arrêt fréquentes, son aptitude à retrouver ensuite son état de charge et les effets du vieillissement dus aux faibles charges en impulsions.

7.1.7 La consommation d'eau est définie en 7.1.6 de l'IEC 60095-1:2018.

Les batteries VRLA ont une consommation d'eau très faible et elles sont conçues pour ne pas recevoir d'addition d'eau.

Les batteries EFB sont équipées, la plupart du temps, d'un couvercle hermétique et elles sont conçues pour ne pas recevoir d'addition d'eau en raison de leur très faible consommation d'eau.

7.2 Caractéristiques mécaniques

7.2.1 La résistance aux vibrations et la rétention d'électrolyte sont telles que définies dans l'IEC 60095-1.

7.2.2 La "résistance aux vibrations" est l'aptitude de la batterie à fonctionner en étant soumise à des forces d'accélération périodiques ou irrégulières. Les exigences minimales doivent être vérifiées par un essai (voir 9.7).

7.2.3 La "rétention d'électrolyte" est l'aptitude de la batterie à retenir l'électrolyte dans des conditions mécaniques spécifiées (voir 9.8).

8 Conditions générales d'essais

8.1 Échantillonnage des batteries

Les échantillons doivent être soumis aux essais au plus tard:

- 45 jours après la date de production indiquée par le fabricant en cas de batteries remplies;
- 60 jours après la date de production indiquée par le fabricant en cas de batteries chargées sèches.

8.2 Méthode de charge – Définition d'une batterie complètement chargée

Voir 8.2 de l'IEC 60095-1:2018.

8.3 Équipement d'essai

8.3.1 Appareils de mesure

Voir 8.3.1 de l'IEC 60095-1:2018.

Des exigences particulières relatives à l'aptitude des appareils de mesure sont données à l'Annexe A pour l'essai d'acceptance de charge dynamique de 9.4.2 et l'essai de microcycle de 9.6.4. Voir le Tableau A.1 et le Tableau A.2 pour les exigences relatives aux équipements.

8.3.2 Bain d'eau

Voir 8.3.2 de l'IEC 60095-1:2018.

8.3.3 Enceinte climatique

Voir 8.3.3 de l'IEC 60095-1:2018.

8.4 Séquences des essais

a) Dans un premier temps, les batteries subissent tous les essais suivants:

- premier contrôle de la capacité C_e ou RC_e ;
- premier essai du pouvoir de démarrage;
- deuxième contrôle de la capacité C_e ou RC_e ;
- deuxième essai du pouvoir de démarrage;
- troisième contrôle de la capacité C_e ou RC_e ;
- troisième essai du pouvoir de démarrage.

L'essai de la capacité 20 h C_e est défini en 9.1 de l'IEC 60095-1:2018, l'essai de la capacité de réserve RC_e est défini en 9.2 de l'IEC 60095-1:2018.

Pour chacun des contrôles de C_e ou RC_e et du pouvoir de démarrage, les valeurs spécifiées doivent au moins être obtenues à l'une des décharges données en a).

Il n'est pas nécessaire de terminer la séquence si les valeurs spécifiées sont atteintes lors du premier ou du deuxième essai.

NOTE 1 Le choix de soumettre C_e ou RC_e à l'essai revient au client ou à l'utilisateur.

b) Les essais conformes au Tableau 1 ou au Tableau 2 ne doivent être effectués que si les batteries ont satisfait aux essais mentionnés en a), au plus tard une semaine après la fin desdits essais.

NOTE 2 Le choix de soumettre C_e ou RC_e à l'essai revient au client ou à l'utilisateur.

Tableau 1 – Essai/batterie OPTION A

Essai		Batterie					
		*B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
Charge initiale avant l'essai		✓	✓	✓	✓	✓	✓
1 ^{er} capacité 20 h	1 ^{re} capacité de réserve	✓ C ₂₀		✓	✓	✓	✓
1 ^{er} pouvoir de démarrage		✓		✓	✓	✓	✓
2 ^e capacité 20 h	2 ^e capacité de réserve	✓ C ₂₀		(✓)	(✓)	(✓)	(✓)
2 ^e pouvoir de démarrage		(✓)		(✓)	(✓)	(✓)	(✓)
3 ^e capacité 20 h	3 ^e capacité de réserve	✓ C ₂₀		(✓)	(✓)	(✓)	(✓)
3 ^e pouvoir de démarrage		✓					
Acceptance de charge 1 (9.4.1)		✓					
Acceptance de charge 2 (SBA) (9.4.2)			✓				
Essais d'endurance (9.6)	Essai de corrosion	✓					
	Essai de cyclage avec 50 % de DoD		✓				
	Essai de cyclage avec 17,5 % de DoD			✓			
	Microcyclage SBA (9.4.2)				✓		
Conservation de charge (9.5)						✓	
Rétention d'électrolyte (9.8)							✓
Résistance aux vibrations (9.7)							✓
Légende ✓ essai à satisfaire (✓) essai à satisfaire uniquement si l'essai identique précédent a échoué * Important: la batterie B ₁ doit effectuer la séquence complète des 3 essais de la capacité 20 h (non RC) avant l'essai d'acceptance de charge de 9.4.1.							

Tableau 2 – Essai/batterie OPTION B

Essai		Batterie						
		*B ₁	B ₂	**B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
Charge initiale avant l'essai		√	√	√	√	√	√	√
1 ^{er} capacité 20 h	1 ^{re} capacité de réserve	√ C ₂₀	√	√ C ₂₀	√	√	√	
1 ^{er} pouvoir de démarrage		√	√	√	√	√	√	
2 ^e capacité 20 h	2 ^e capacité de réserve	√ C ₂₀	√	√ C ₂₀	(√)	(√)	(√)	
2 ^e pouvoir de démarrage		(√)	(√)	(√)	(√)	(√)	(√)	
3 ^e capacité 20 h	3 ^e capacité de réserve	√ C ₂₀	(√)	√ C ₂₀	(√)	(√)	(√)	
3 ^e pouvoir de démarrage		(√)	(√)	(√)	(√)	(√)	(√)	
Acceptance de charge 1 (9.4.1)		√	(√)					
Acceptance de charge DCA (9.4.2)								√
Essais d'endurance (9.6)	Essai de corrosion Essai de cyclage avec 50 % de DoD Essai de cyclage avec 17,5 % de DoD Microcyclage MHT (9.6.4)	√	√	√	√			
Conservation de charge (9.5)						√		
Rétention d'électrolyte (9.8)							√	
Résistance aux vibrations (9.7)							√	
Légende √ essai à satisfaire (√) essai à satisfaire uniquement si l'essai identique précédent a échoué * Important: la batterie B ₁ doit effectuer la séquence complète des 3 essais de la capacité 20 h (non RC) avant l'essai d'acceptance de charge de 9.4.1. ** Important: la batterie B ₃ doit effectuer la séquence complète des 3 essais de la capacité 20 h (non RC) avant l'essai de cyclage avec 17,5 % de DoD de 9.6.3.								

9 Méthodes d'essai

9.1 Contrôle de la capacité 20 h C_e

Cet essai est défini en 9.1 de l'IEC 60095-1:2018.

9.2 Contrôle de la capacité de réserve RC_e

Cet essai est défini en 9.2 de l'IEC 60095-1:2018.

9.3 Essai du pouvoir de démarrage

9.3.1 Essai du pouvoir de démarrage – Température normale (–18 °C)

Cet essai est défini en 9.3.1 de l'IEC 60095-1:2018.

9.3.2 Essai du pouvoir de démarrage – Climats très froids

Cet essai est défini en 9.3.2 de l'IEC 60095-1:2018.

9.4 Essais d'acceptance de charge

9.4.1 Acceptance de charge 1 (à 0 °C)

Cet essai est défini en 9.4 de l'IEC 60095-1:2018.

9.4.2 Essais d'acceptance spécifique de charge pour applications microcycles (à 25 °C)

Deux options sont possibles; seule l'une des procédures d'essai suivantes doit être soumise à l'essai pour satisfaire aux essais d'acceptance spécifique de charge.

OPTION A

L'essai d'acceptance spécifique de charge (essai SBA 2) doit se dérouler comme suit:

- 1) Il doit être effectué sur des batteries préalablement chargées conformément à 8.2.
- 2) La batterie doit être placée dans un bain d'eau à $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ conformément à 8.3.2.
Ensuite, la batterie doit être déchargée avec un courant égal à 3,42 fois le courant assigné $20\text{ h } I_{20}$ pendant 30 min.

NOTE 1 Le courant de décharge $3,42 I_{20}$ est arrondi à une décimale près.

- 3) Après la fin de la décharge, la batterie doit rester dans le bain d'eau à $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant une durée comprise entre 16 h et 24 h.
- 4) La batterie doit être chargée à une tension constante de $14,50\text{ V} \pm 0,03\text{ V}$ dans le bain d'eau à $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, et la valeur du courant doit être consignée jusqu'à $10\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$ après le début de la charge à des intervalles de 0,1 s. La valeur maximale du courant limite doit être égale à $200\text{ A} \pm 0,5\text{ A}$.

Lorsque la tension atteint $14,5\text{ V}$ 0,1 s après le début de la charge, le courant limite peut être réduit.

- 5) La capacité chargée Q_{CHA} (ampère-seconde) doit être déterminée selon la formule suivante:

$$Q_{\text{CHA}} = (I_{0,1\text{s}} + I_{0,2\text{s}} + \dots + I_{9,9\text{s}} + I_{10\text{s}}) \times 0,1\text{s}$$

ou

$$Q_{\text{CHA}} = \int_{0\text{s}}^{10\text{s}} I dt$$

où

$I_{0,1\text{s}} + I_{0,2\text{s}}$ etc. est le courant de charge après 0,1 s, 0,2 s, etc.

t est l'indice représentant le temps, compris entre $0,1\text{s}$ et 10s par incréments de $0,1\text{s}$.

NOTE 2 Le courant de charge peut être consigné après une durée comprise entre 10 s et 60 s à partir du début de la charge.

OPTION B

L'acceptance spécifique de charge (essai d'acceptance de charge dynamique, EN DCA) doit être comme suit (voir Annexe B pour un organigramme de la procédure d'essai).

Objectif: Dans les applications de type start-stop, les batteries doivent être rechargées dans un intervalle de temps réduit pour maintenir le bilan énergétique du véhicule en fonctionnement. Pour déterminer l'aptitude d'acceptance de charge dynamique, il est donc nécessaire de différencier les batteries convenant aux applications de type start-stop de celles convenant aux applications normalisées. Cet essai doit contrôler l'aptitude d'une batterie à adsorber les pics de courant à différents états de charge après le fonctionnement en charge ou en décharge, ainsi qu'après la simulation de start-stop et le fonctionnement avec freinage par récupération. Il doit indiquer une diminution de l'acceptance de charge dynamique dans les conditions d'applications microcycles.

1) Procédure:

Pendant toute la procédure d'essai, la batterie doit être placée dans un bain d'eau à $(25 \text{ °C} \pm 2) \text{ °C}$, conformément à 8.3.2. Cet essai est divisé en trois parties consécutives:

- Cyclage préalable
- Essais d'acceptance de charge qDCA fournissant I_c et I_d
- Partie microcycle de DCR_{ss} fournissant I_r

Le résultat final est calculé en utilisant les résultats I_c , I_d et I_r . Les organigrammes des procédures d'essai sont fournis à l'Annexe A.

Abréviations utilisées dans ce paragraphe:

- DCA – dynamic charge acceptance (acceptance de charge dynamique);
- qDCA – quick DCA test (essai DCA rapide);
- DCA_{pp} – DCA pulse profile (profil des impulsions DCA) (voir la Figure B.1);
- DCR_{ss} – acceptance de charge dynamique en situation réelle start-stop (voir la Figure B.2, Figure B.3, et Figure B.4).

2) Les essais de cyclage préalable doivent être définis selon le plan figurant au Tableau 3.

Tableau 3 – DCA – Cyclage préalable

Structure	N°	Étape	T	U	I	Description	Acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Cyclage préalable	10	DCH		> 10,5	25	Décharge RC	EOS	Capacité RC
	11	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Tension de recharge pour batteries ouvertes ou VRLA	EOS	Ah rechargée Courant de fin de charge
	12	PAU	1 h			Phase de repos		
	13	DCH		> 10,5	25	Décharge RC	EOS	Capacité RC
	14	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Tension de recharge pour batteries ouvertes ou VRLA	EOS	Ah rechargée Courant de fin de charge
	15	PAU	1 h			Phase de repos		
	16	DCH		> 10,5	$1 \cdot I_n$	Décharge C_e	EOS	C_e Calculer: $C_{rch} = C_e - 0,2 \cdot C_n$
	17	CHA		U_c	$5 \cdot I_n$	Tension de recharge pour batteries ouvertes ou VRLA		Arrêter recharge quand C_{rch} [Ah] est atteinte

NOTE 3 La décharge RC des étapes 10 et 13 doit atteindre au moins 90 % de la capacité nominale de réserve RC_n et la décharge C_e de l'étape 16 doit atteindre au moins 90 % de la capacité nominale C_n .

3) La procédure d'acceptance de charge qDCA doit être définie selon le plan du Tableau 4. La procédure DCA_{pp} utilisée dans les étapes 21 et 27 est définie dans le Tableau 5.

Tableau 4 – DCA – Procédure d'acceptance de charge qDCA

Procédure	N°	Étape	T	U	I	Description	Acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Essais d'acceptance de charge qDCA	20	PAU	min 20 h max 72 h			Phase de repos	EOS	Tension de circuit ouvert (OCV)
	21	DCA _{pp}				Procédure DCA _{pp}	EOS	I_c = charge intégrée / 200 s
	22	CHA	12 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Tension de recharge pour batteries ouvertes / VRLA	EOS	
	23	CHA	4 h	18,0 / 14,8	$0,5 \cdot I_n$ / $5 \cdot I_n$	Tension de recharge pour batteries ouvertes / VRLA	EOS	
	24	PAU	1 h			Phase de repos	EOS	
	25	DCH	2 h		I_n		EOS	
	26	PAU	20 h			Phase de repos	EOS	
	27	DCA _{pp}				Procédure DCA _{pp}	EOS	I_d = charge intégrée / 200 s
	28	DCH	2 h		I_n		EOS	
	29	PAU	min 12 h max 72 h			Phase de repos	EOS	

Étape 23: Pour les batteries ouvertes, une charge à tension constante (CV – *constant voltage*) combinée avec un courant constant (CC) (avec tension "illimitée") est appliquée. La limite de tension donnée de 18 V constitue une limite de sécurité.

Étapes 21 et 27: Les courants de charge moyens I_c et I_d sont calculés selon le calcul indiqué dans le point 6) de cette liste. À noter que I_c et I_d sont tous deux des courants de charge, les indices "c" et "d" représentant "l'historique de charge" et "l'historique de décharge".

- 4) La procédure DCA_{pp} (étapes 21 et 27 du Tableau 4) doit être définie selon le plan figurant au Tableau 5.

Tableau 5 – DCA – Procédure DCA_{pp}

Procédure	N°	Étape	t	U	I	Description	Acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Procédure DCA _{pp}	30	CHA	10 s	14,8	$33,3 \cdot I_n$	Impulsion de charge	EOS	Augmenter I_c ou I_d par la quantité de charge ΔQ_i
	31	PAU	30 s			Phase de repos		
	32	DCH			$20 \cdot I_n$	Décharge		Arrêter la décharge quand ΔQ_i [Ah] est atteinte ($x = 1$ à 20)
	33	PAU	30 s			Phase de repos		
	34	RPT				Effectuer 20 fois les étapes 30 à 33		

- 5) Calcul:

- Le courant de charge moyen des 20 impulsions, après l'étape de charge préalable 17 (I_c), est calculé par l'intégration de la quantité de charge de toutes les impulsions divisée par la durée de charge totale (Tableau 4, étape 21):

$$I_c[A] = \frac{\int_{I>0} Idt}{200\text{ s}} = \frac{\sum_{i=1\text{ to }20} Q_i}{200\text{ s}}$$

NOTE 4 Q_i est généralement calculée par le banc d'essai et convertie en unités de Ah. I_c est calculée à partir de la somme des valeurs de Ah chargées des 20 étapes en la multipliant par 3 600 s/h et en divisant le résultat par 200 s.

- Le courant de charge moyen des 20 impulsions, après l'étape de décharge préalable 25 (I_d), est calculé par l'intégration de la quantité de charge de toutes les impulsions divisée par la durée de charge totale (Tableau 4, étape 27):

$$I_d[A] = \frac{\int_{I>0} Idt}{200\text{ s}} = \frac{\sum_{i=1\text{ to }20} Q_i}{200\text{ s}}$$

NOTE 5 Q_i est généralement calculée par le banc d'essai et convertie en unités de Ah. I_d est calculée à partir de la somme des valeurs de Ah chargées des 20 étapes en la multipliant par 3 600 s/h et en divisant le résultat par 200 s.

- 6) Pour la partie essai de DCR_{ss}, une combinaison de résistances doit être connectée aux bornes de la batterie. Elle est constituée de deux résistances E96 (1 %) connectées en parallèle (voir l'IEC 60063), avec chacune une puissance dissipée minimale assignée de 0,25 W et chacune parvenant à la valeur la plus proche de 75 000 Ω·Ah divisée par C_n . Vérifier et documenter la résistance de cette combinaison parallèle. Exemple: Pour $C_n = 80\text{ Ah}$, utiliser deux résistances parallèles de 931 Ω chacune qui, dans la série E96, parviennent à la valeur la plus proche de 75 000 Ω·Ah / 80 Ah = 937,5 Ω afin que la résistance totale de la combinaison des deux résistances en parallèle soit de 466 Ω dans cet exemple.

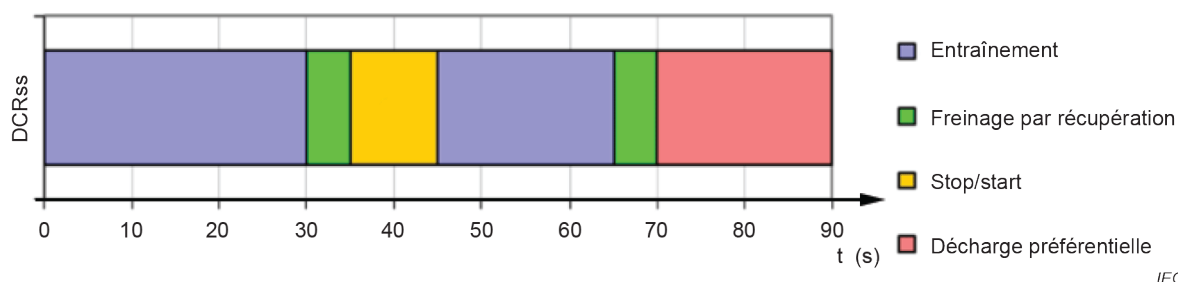
Pour contrôler l'équilibre des Ampères heures au cours de l'essai DCR_{ss}, un compteur d'Ampères heures dédié est utilisé: Pour commencer, le compteur est remis à zéro avant de connecter les résistances aux bornes de la batterie. Il fait alors la somme des charges et décharges d'Ah due au banc d'essai en prenant pour hypothèse un facteur de charge de 1 et en intégrant par calcul la dérive d'Ah due à la résistance externe (simulant le courant de veille en mode contact coupé). Les formules sont fournies à l'Annexe A et dans le Tableau 6.

La partie DCR_{ss} doit être définie selon le plan figurant au Tableau 6.

Tableau 6 – DCA – Partie DCRss

Procédure	N°	Étape	T	U	I	Description	Acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Partie cyclage DCR _{ss}	40	Connecter les résistances						
	41	PAU	12 h			Corriger Équilibre_Ah de -0,45 % de C_n	1/h	
	42	DCH	30 s		$1 \cdot I_n$	Mise en marche du véhicule		
	43	DCH	3 s		100	Démarrage		
	44	CHA	58 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	Charge conventionnelle		
	45	CAS				Cas d'Équilibre_Ah/ C_n de:		
		DCH	30 s		$1,25 \cdot I_n$	> 0,01		
		CHA	30 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	30 s			[-0,01 à 0,01]		
	46	CHA	5 s	15,0	$33,3 \cdot I_n$	Charge de récupération	1/s	Consigner quantité de charge ΔQ_1 à 19
	47	DCH	9 s		$10 \cdot I_n$	Arrêt ralenti moteur		
	48	DCH	1 s		100	Redémarrage moteur		
	49	CAS				Cas d'Équilibre_Ah/ C_n de:		
		DCH	20 s		$1,25 \cdot I_n$	> 0,01		
		CHA	20 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	20 s			[-0,01 à 0,01]		
	50	CHA	5 s	15,0	$33,3 \cdot I_n$	Charge de récupération	1/s	Consigner quantité de charge ΔQ_1 à 19
	51	CAS				Cas d'Équilibre_Ah/ C_n de:		
		DCH	20 s		$5 \cdot I_n$	> 0		
		CHA	20 s	14,4	$33,3 \cdot I_n$	< -0,01		
		PAU	20 s			[-0,01 à 0]		
	52	RPT				Effectuer 19 fois les étapes 45 à 51		
	53	DCH	30 s		$2 \cdot I_n$			
	54	DCH	120 s		$1,05 \cdot I_n$			
	55	DCH	330 s		$0,418 \cdot 2 \cdot I_n$			
	56	PAU	3,33 h			Corriger Équilibre_Ah de -0,12 % de C_n	1/h	
	57	RPT				Effectuer 3 fois les étapes 42 à 56		
	58	RPT				Effectuer 5 fois les étapes 41 à 57		
	59	Déconnecter les résistances						

Les phases d'entraînement de 90 s (étapes 45 à 51) se composent chacune des sous-phases représentées à la Figure 1.



**Figure 1 – Sous-phases de la partie DCR_{ss}:
phases d'entraînement de 90 s (étapes 45 à 51)**

- 7) Le courant moyen de charge de récupération I_r (données des étapes 46 et 50) doit être calculé sous forme de l'intégrale de la quantité de charge rechargée dans toutes les impulsions de charge (15 V, 5 s) divisée par la durée de charge totale (19 phases contenant 2 périodes de récupération d'énergie durant chacune 5 s = 190 s) et par le nombre de phases d'entraînement (15):

$$I_r [\text{A}] = \frac{\int_{\text{charge de récupération}} Idt}{15 \cdot 190 \text{ s}}$$

Il est recommandé de réaliser le calcul automatique des trois intégrales de courant de charge définies ci-dessus pendant la réalisation des essais, au moyen de l'interface de programmation du banc d'essai. Le calcul des courants moyens n'exige que la division par les durées prédéfinies et peut donc être effectué plus facilement sans recourir au calcul automatique.

- 8) L'acceptance de charge normalisée de la batterie doit être calculée à partir des résultats obtenus dans le point 7) de cette liste, sous la forme suivante:

$$I_{\text{DCA}} \left[\frac{\text{A}}{\text{Ah}} \right] = 0,512 \cdot \frac{I_c}{C_n} + 0,223 \cdot \frac{I_d}{C_n} + 0,218 \cdot \frac{I_r}{C_n} - 0,181$$

9.5 Essai de conservation de charge

Cet essai est défini en 9.5 de l'IEC 60095-1:2018.

9.6 Essai d'endurance pour batteries

9.6.1 Essai de corrosion

Cet essai est défini en 9.6.1 de l'IEC 60095-1:2018.

9.6.2 Essai de cyclage avec 50 % de profondeur de décharge (DoD)

Cet essai est défini en 9.6.2 de l'IEC 60095-1:2018.

9.6.3 Essai de cyclage avec 17,5 % de profondeur de décharge (DoD)

- 1) Objectif: Cet essai a pour objectif de vérifier l'aptitude à fournir de l'énergie dans des conditions de cyclage à taux élevé, dans un état de décharge partielle de la charge. Les batteries utilisées dans les applications start-stop présentent un rendement électrique considérablement plus élevé que les batteries ouvertes normalisées de l'IEC 60095-1. Un essai doit être effectué pour vérifier que la batterie est apte à fonctionner dans une automobile selon ces contraintes et pendant la durée de vie prévue.

2) Procédure:

Pendant toute la procédure d'essai, la batterie doit être placée dans un bain d'eau à $(25 \text{ °C} \pm 2) \text{ °C}$, conformément à 8.3.2.

L'essai doit être effectué sur une batterie complètement chargée, conformément à 8.2.

Les unités de cyclage doivent être effectuées selon le plan figurant au Tableau 7. Les étapes 10 à 16 du Tableau 3 correspondent à une unité d'essai de cyclage.

Tableau 7 – Endurance avec 17,5 % de DoD – Unités de cyclage

Structure	N°	Étape	t	U	I	Description	T [°C]	Acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Unité de cyclage	10	DCH	2,5 h	$> 10,0$	$4 \cdot I_n$	Décharge préalable	25		$U(\text{EOS})$
	11	CHA	2 400 s	14,4	$7 \cdot I_n$	Tension constante Charge	25		
	12	DCH	1 800 s	$> 10,0$	$7 \cdot I_n$	Décharge	25		$U(\text{EOS})$
	13	RPT				Effectuer 85 fois les étapes 11 et 12 – arrêter si $U \leq 10 \text{ V}$	25		
	14	CHA	18 h	U_c	$2 \cdot I_n$	Charge d'égalisation	25		Q_{CHA}
	15	DCH		$> 10,5$		Capacité C_e	25		C_e
	16	CHA	24 h	U_c	$5 \cdot I_n$	Recharge selon l'IEC 60095-1	25		Q_{CHA}

L'unité de cyclage du Tableau 7 doit être recommencée jusqu'à l'obtention d'un des critères de défaillance: si les critères de tension de l'étape 10 ou 12 sont réduits, l'essai de cyclage est terminé.

La batterie doit être rechargée conformément à 8.2.

9.6.4 Essai de microcycles, essai d'endurance de cycle de type start-stop

Deux options sont possibles; seule l'une des procédures d'essai suivantes doit être soumise à l'essai pour satisfaire à l'essai de microcycles et à l'essai d'endurance de cycle de type start-stop.

OPTION A:

L'essai d'endurance de cycle de type start-stop doit être effectué selon la méthode suivante:

- Pendant toute la durée de l'essai, la batterie doit être placée dans une phase gazeuse à $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ conformément à 8.3.3 (il est admis d'utiliser un bain d'eau à $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ conformément à 8.3.2).
- Raccorder la batterie à l'équipement d'essai d'endurance et répéter les cycles de décharge (décharge (1) et décharge (2)) et de charge successivement, comme suit.
 - Décharge (1): courant de décharge $I_{D1} \pm 1 \text{ A}$ pendant $59,0 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$.
 - I_{D1} est déterminé à l'aide de la formule de conversion suivante et arrondi au nombre entier le plus proche.
 - $I_{D1} = 18,3 / 20$
 - Décharge (2) Courant de décharge $300 \text{ A} \pm 1 \text{ A}$ pendant $1,0 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$.
 - Charge: Tension de charge $14 \text{ V} \pm 0,03 \text{ V}$ (courant limite $100,0 \text{ A} \pm 0,5 \text{ A}$) pendant $60,0 \text{ s} \pm 0,3 \text{ s}$.

Pendant l'essai, la tension finale de la décharge (2) doit être mesurée.

- 3) Pendant l'essai, la batterie doit être laissée pendant une période comprise entre 40 h et 48 h tous les 3 600 cycles, puis elle doit être paramétrée de sorte à recommencer le cycle.
- 4) La fin de l'essai doit être synchrone avec le moment auquel il est confirmé que la tension pendant la décharge de l'essai passe en dessous de 7,2 V.
- 5) Un remplissage d'eau ne doit être effectué que lorsque le nombre de cycles atteint 30 000.

OPTION B:

- 1) Objectif: Cet essai vérifie l'aptitude d'une batterie à fournir la puissance nécessaire au redémarrage du moteur après des phases fréquentes d'arrêt, son aptitude à retrouver ensuite son état de charge et les effets du vieillissement dus aux faibles charges en impulsions.

- 2) Procédure

Pendant toute la procédure d'essai, la batterie doit être placée dans un bain d'eau à $(25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C})$, conformément à 8.3.2. L'essai microhybride est divisé en trois parties:

- a) Préparation des batteries (fixer l'état de charge à 85 %)
- b) Microcycles (80 unités avec 100 cycles chacune = 8 000 cycles au total)
- c) Contrôle après cyclage

- 3) Préparation des batteries

La batterie doit être déchargée jusqu'à 85 % de la capacité nominale, conformément au Tableau 8.

Tableau 8 – Préparation des batteries

Structure	N°	Étape	t	U [V]	I [A]	Description	T [°C]	Fréquence d'acquisition des données	Résultat de mesure à chaque étape
Fixer l'état de charge de la batterie à 85 %	10	DCH	3 h	$> 10,5$	$C_e / 20$	Décharge à 85 % de C_e	25		Q_{DCH}
	11	PAU	min 12 h max 60 h			Relaxation	25	EOS	$U(EOS)$

- 4) Microcycles

Il s'agit d'un essai de cyclage à taux élevé qui porte souvent la température interne de la batterie à un niveau très supérieur à 25 °C. Ceci indique que la tension de charge de 14,0 V (étape 21) correspond aux paramètres types de fonctionnement d'un véhicule.

L'essai de microcycle utilise une profondeur de décharge fixe de 2 % C_n . La durée de charge de l'étape 21 (Tableau 9) et la durée de décharge de l'étape 22 dépendent de la capacité nominale C_n de la batterie et doivent être calculées et arrondies au nombre entier de secondes le plus proche selon:

$$t_{DCH}[s] = \frac{(0,02 C_n[Ah] - 0,083 Ah)}{48 A} \cdot 3\,600 \frac{s}{h}$$