

STN	Letecké batérie. Časť 1: Všeobecné skúšobné požiadavky a úrovne prevádzkových vlastností.	STN EN 60952-1 36 4340
------------	--	--

Táto norma obsahuje anglickú verziu európskej normy.
This standard includes the English version of the European Standard.

Obsahuje: EN 60952-1:2013, IEC 60952-1:2013

Oznámením tejto normy sa od 13.8.2016 ruší
STN EN 60952-1 (36 4340) z mája 2005

118822

Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, odbor SÚTN, 2014
Podľa zákona č. 264/1999 Z. z. v znení neskorších predpisov sa môžu slovenské technické normy
rozmnožovať a rozširovať iba so súhlasom Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR.

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 60952-1

October 2013

ICS 29.220.20; 49.060

Supersedes EN 60952-1:2004

English version

**Aircraft batteries -
Part 1: General test requirements and performance levels
(IEC 60952-1:2013)**

Batteries d'aéronefs -
Partie 1: Exigences générales d'essais et
niveaux de performances
(CEI 60952-1:2013)

Flugzeugbatterien -
Teil 1: Allgemeine Prüfverfahren und
Leistungsmerkmale
(IEC 60952-1:2013)

This European Standard was approved by CENELEC on 2013-08-13. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels

Foreword

The text of document 21/803/FDIS, future edition 3 of IEC 60952-1, prepared by IEC/TC 21 "Secondary cells and batteries" was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and approved by CENELEC as EN 60952-1:2013.

The following dates are fixed:

- latest date by which the document has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement (dop) 2014-05-13
- latest date by which the national standards conflicting with the document have to be withdrawn (dow) 2016-08-13

This document supersedes EN 60952-1:2004.

EN 60952-1:2013 includes the following significant technical changes with respect to EN 60952-1:2004:

Additional test requirements to meet the needs of the regulatory airworthiness authorities for both product performance and qualification.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC [and/or CEN] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 60952-1:2013 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for Bibliography, the following notes have to be added for the standards indicated:

IEC 61434	NOTE	Harmonised as EN 61434.
ISO 266:1997	NOTE	Harmonised as EN ISO 266:1997 (not modified).
ISO 9000:2005	NOTE	Harmonised as EN ISO 9000:2005 (not modified).

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

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

NOTE When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60051-1	-	Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts	EN 60051-1	-
IEC 60051-2	-	Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 2: Special requirements for ammeters and voltmeters	EN 60051-2	-
IEC 60485	-	Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital converters	-	-
IEC 60952-2	2013	Aircraft batteries - Part 2: Design and construction requirements	EN 60952-2	2013
IEC 60952-3	2013	Aircraft batteries - Part 3: Product specification and declaration of design and performance (DDP)	EN 60952-3	2013
ISO 2859	Series	Sampling procedures for inspection by attributes	-	-
ISO 7137	-	Aircraft - Environmental conditions and test procedures for airborne equipment	-	-
RTCA DO-160	2010	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment	-	-
SAE AIR 1377A-80	-	Aerospace Information Report - Fire Test Equipment for Flexible Hose and Tube Assemblies	-	-
SAE AS 1055B	1978	Aerospace Standard - Fire Testing of Flexible hose, Tube Assemblies, Coils, Fittings and Similar System Components	-	-
U.S Federal Test Method, Standard N°191A/Federal Test Method 5906	1978	Flammability (Horizontal Test)	-	-



IEC 60952-1

Edition 3.0 2013-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Aircraft batteries –
Part 1: General test requirements and performance levels**

**Batteries d'aéronefs –
Partie 1: Exigences générales d'essais et niveaux de performances**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
 Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60952-1

Edition 3.0 2013-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Aircraft batteries –
Part 1: General test requirements and performance levels**

**Batteries d'aéronefs –
Partie 1: Exigences générales d'essais et niveaux de performances**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 29.220.20; 49.060

ISBN 978-2-8322-0946-2

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	9
4 Test conditions and measuring apparatus	10
4.1 General test conditions	10
4.2 Measuring apparatus	10
4.2.1 General	10
4.2.2 Voltage measurement	10
4.2.3 Current measurement	11
4.2.4 Temperature measurement.....	11
4.2.5 Time measurement	11
4.2.6 Additional test equipment.....	11
4.2.7 Mass test equipment.....	11
4.3 Charging method	11
4.4 Physical examination	11
5 Electrical requirements and test procedures.....	11
5.1 Capacity tests at the 1 I_1 rate	11
5.1.1 Rated capacity C_1	11
5.1.2 Initial capacity requirement for vented and valve regulated nickel-cadmium batteries	12
5.1.3 Capacity at 1 I_1 and –18 °C.....	12
5.1.4 Capacity at 1 I_1 and –30 °C.....	12
5.1.5 Capacity at 1 I_1 and 50 °C	12
5.2 Constant voltage discharge.....	12
5.2.1 General	12
5.2.2 Constant voltage	12
5.2.3 Constant voltage discharge (14 V).....	13
5.3 Rapid discharge capacity	14
5.3.1 Rapid discharge capacity at 23 °C.....	14
5.3.2 Rapid discharge capacity at –30 °C.....	14
5.4 Charge retention.....	14
5.5 Storage	15
5.6 Charge stability.....	15
5.7 Short-circuit test	15
5.8 Charge acceptance.....	16
5.8.1 General	16
5.8.2 Ambient temperature (23 °C).....	16
5.8.3 Low temperature (only for batteries fitted with heaters).....	16
5.9 Insulation resistance and dielectric strength	17
5.9.1 General	17
5.9.2 Insulation resistance	17
5.9.3 Dielectric strength.....	17
5.10 Duty cycle performance	17
5.11 Water consumption test	18

5.12	Overcharge endurance	19
5.13	Cyclic endurance	19
5.14	Deep discharge test.....	19
5.15	Induced destructive overcharge	20
5.16	Electrical emissions	20
6	Environmental requirements.....	20
6.1	Vibration.....	20
6.1.1	General	20
6.1.2	Battery mounting.....	21
6.1.3	Declaration	21
6.1.4	Vibration requirements	21
6.2	Acceleration	22
6.3	Operational shock and crash safety	23
6.3.1	Operational shock	23
6.3.2	Crash safety	23
6.3.3	Declaration	23
6.4	Explosion containment.....	23
6.5	Gas emission.....	24
6.6	Altitude pressure	24
6.7	Temperature variation (shock)	25
6.8	Fungus resistance	25
6.8.1	General	25
6.8.2	General method	25
6.9	Humidity	26
6.10	Fluid contamination.....	26
6.10.1	General	26
6.10.2	Spray test	26
6.10.3	Immersion test.....	27
6.11	Salt spray	27
6.12	Physical integrity at high temperature (85 °C).....	28
6.13	Flammability	28
6.13.1	General	28
6.13.2	Flame resistant test	28
6.13.3	Fire resistance	29
6.13.4	Fire proof test	29
6.14	Electrolyte resistance.....	29
6.15	Temperature sensors.....	30
6.16	Component qualification tests	30
6.16.1	General	30
6.16.2	Vent valve test	30
6.16.3	Cell container test	31
6.16.4	Battery electrolyte containment test.....	32
6.17	Battery airtightness test (where applicable)	33
6.18	Strength of connector receptacle – Connector types C and Q	33
6.19	Handle strength test.....	34
6.20	Hazardous materials	34
6.21	Instructions for continued airworthiness	34
6.22	Limitations	34
6.23	Electronics	34

6.24	Impact resistance (non-metallic battery container).....	34
6.25	Special test requirements	35
7	Quality assurance requirements	35
7.1	General quality assurance requirements	35
7.2	Approval requirements	35
7.2.1	General requirements	35
7.2.2	Order of testing	35
7.2.3	Maintenance of approval	36
7.2.4	Declaration of design and performance	36
7.2.5	Qualification approval	36
7.2.6	Quality conformance	36
	Bibliography	39
	Figure 1 – Vibration orientation.....	21
	Table 1 – Acceleration conditions	22
	Table 2 – Impact resistance requirements	35
	Table 3 – Approval test schedule.....	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

AIRCRAFT BATTERIES –**Part 1: General test requirements and performance levels****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 60952-1 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition: additional test requirements to meet the needs of the regulatory airworthiness authorities for both product performance and qualification.

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

FDIS	Report on voting
21/803/FDIS	21/814/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 60952 series, published under the general title *Aircraft batteries* can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

The IEC 60952 series defines minimum environmental and performance requirements for establishing a qualification standard for airworthiness of lead-acid and nickel-cadmium aircraft batteries, which contain corrosive electrolytes.

The series defines test procedures for determining battery performance. The electrical test results may be used to establish airworthiness in a particular application. For all tests, the manufacturer declares the minimum performance for each battery type.

The requirements of IEC 60952 for aircraft batteries are divided into three parts:

- Part 1 defines test procedures for the evaluation, comparison and qualification of batteries and states minimum environmental performance levels for airworthiness.
- Part 2 defines the design requirements for aircraft batteries as well as their format (shape and size) and the range of aircraft interface connectors that are used.
- Part 3 defines the product specification which is used to define specific requirements for an application and a declaration of design and performance (DDP), which details the performance of a battery format when tested to Part 1.

AIRCRAFT BATTERIES –

Part 1: General test requirements and performance levels

1 Scope

This part of the IEC 60952 series defines test procedures for the evaluation, comparison and qualification of batteries and states minimum performance and environmental levels for airworthiness. Where specific tests are defined with no pass/fail requirement (to establish performance capability), the manufacturer's declared values, from qualification testing, will be used to establish minimum requirements for ongoing maintenance of approval for that design of battery.

To provide representative examples, this standard utilises voltage and current values based upon an aircraft electrical system nominally rated at 28 V d.c. Additionally, the nominal values for cell voltage are assumed to be 1,2 V per cell for nickel-cadmium batteries and 2,0 V per cell for lead-acid batteries.

The specific topics addressed in this part of IEC 60952 serve to establish acceptable quality standards required to qualify a battery as airworthy.

In cases where the requirements for a specific application exceed those detailed in this standard, the purchaser will detail said requirements in the product specification and the method of establishing compliance.

It is recognised that additional data may be required by other organisations (national standards bodies, AECMA, SAE etc.). The present standard can be used as a framework to devise tests for generation of the required data.

2 Normative references

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

IEC 60051-1, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 1: Definitions and general requirements common to all parts*

IEC 60051-2, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 2: Special requirements for ammeters and voltmeters*

IEC 60485, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital convertors*¹

IEC 60952-2:2013, *Aircraft batteries – Part 2: Design and construction requirements*

IEC 60952-3:2013, *Aircraft batteries – Part 3: Product specification and declaration of design and performance (DDP)*²

¹ Withdrawn.

² The first edition (1993) was published under the title *Aircraft batteries – Part 3: External electric connectors*

ISO 2859 (all parts), *Sampling procedures for inspection by attributes*

ISO 7137, *Aircraft – Environmental conditions and test procedures for airborne equipment*

RTCA DO-160:2010, *Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment*

U.S. Federal Test Method, Standard No. 191A / Federal Test Method 5906: 1978, Flammability (Horizontal Test)

SAE AIR 1377A-80, *Aerospace Information Report – Fire Test Equipment for Flexible Hose and Tube Assemblies*

SAE AS 1055B:1978, *Aerospace Standard – Fire Testing of Flexible Hose, Tube Assemblies, Coils, Fittings and Similar System Components*

koniec náhľadu – text ďalej pokračuje v platenej verzii STN

3.6 **end point voltage** **EPV**

unless otherwise stated, during discharge the battery end point voltage (EPV) corresponding to a mean voltage per cell of 1,00 V for nickel-cadmium or 1,67 V for lead-acid batteries

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

3.7 **serviced battery**

battery that has been fully prepared and maintained in accordance with the manufacturer's instructions or as defined in the product specification

3.8 **airworthiness**

compliance of a battery or part thereof with all conditions and regulations required by the appropriate governmental authorities for their safe operation and performance

3.9 **product specification**

separate document which details the specific requirements which a battery is expected to meet for a particular aircraft application

4 Test conditions and measuring apparatus

4.1 General test conditions

If specific test conditions are not defined for a test, the test shall be carried out under the following general test condition:

- air pressure: 85 kPa to 106 kPa (850 mbar to 1 060 mbar),
- temperature: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$,
- relative humidity (RH): not to exceed 70 %.

If definite tolerances have not been specified, a deviation of not more than $\pm 5\%$ from the given non-electrical values will be permitted.

When using this standard to evaluate products designed to operate on an aircraft electrical system other than the nominal 28 V d.c., or whose chemical properties are such that the individual cell voltage differs from that stated above, test values shall be adjusted accordingly.

4.2 Measuring apparatus

4.2.1 General

The measuring method used for the tests shall be selected to suit the magnitude of the parameters to be measured. The apparatus shall be regularly calibrated and shall have at least the degree of accuracy given below.

4.2.2 Voltage measurement

The instruments used for measuring voltage shall be voltmeters having an accuracy of class 0,5 or better, as defined in IEC 60051-1 and IEC 60051-2. Digital systems shall comply with IEC 60485. The resistance of the voltmeters shall be at least $5\,000\ \Omega/\text{V}$. To establish the battery voltage, the measurements shall be taken at the battery interface connector.

4.2.3 Current measurement

The instruments used for current measurement shall be ammeters having an accuracy of class 0,5 or better, as defined in IEC 60051-1 and IEC 60051-2. Digital systems shall comply with IEC 60485. This accuracy class shall be maintained for the assembly of ammeter, shunt and leads.

4.2.4 Temperature measurement

The instruments used for temperature measurement shall have an accuracy of ± 1 °C or better.

4.2.5 Time measurement

The instruments used for time measurement shall be to an accuracy of 0,5 % or better.

4.2.6 Additional test equipment

Equipment used shall have a measurement accuracy of 5 % unless otherwise stated.

4.2.7 Mass test equipment

Equipment used shall have a measurement accuracy of 0,5 % unless otherwise stated.

4.3 Charging method

The battery shall be serviced and charged in accordance with the manufacturer's instructions or using the dedicated charger or as required in the product specification.

4.4 Physical examination

Prior to the commencement of the electrical and environmental testing, each battery being tested shall be inspected to ensure that it complies with the relevant product specification as defined in IEC 60952-3, or to the manufacturer's drawing as follows:

- a) mass and dimensions;
- b) minimum marking as detailed in 15.3 of IEC 60952-2:2013;
- c) correct warning labels;
- d) correct interface connectors;
- e) damage to case, lid and interface connectors;
- f) no signs of corrosion;
- g) no signs of electrolyte leakage;
- h) general standards of workmanship.

5 Electrical requirements and test procedures

5.1 Capacity tests at the 1 I_1 rate

5.1.1 Rated capacity C_1

Test method – The battery shall be commissioned and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at the 1 I_1 rate to its EPV, maintaining the ambient temperature at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ during discharge.

Requirements – The battery shall deliver a capacity of not less than 100 % C_1 (discharge time 1 h).

5.1.2 Initial capacity requirement for vented and valve regulated nickel-cadmium batteries

To meet the rated capacity requirement each cell shall produce a voltage of not less than 1,0 V at the end of 60 min of discharge at 1 I_1 at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.1.3 Capacity at 1 I_1 and -18 °C

Test method – The battery shall be commissioned and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at the 1 I_1 rate to its EPV, maintaining the ambient temperature at $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ during discharge.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or stated in the product specification.

5.1.4 Capacity at 1 I_1 and -30 °C

Test method – The battery shall be commissioned and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at the 1 I_1 rate to its EPV, maintaining the ambient temperature at $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ during discharge.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or stated in the product specification.

5.1.5 Capacity at 1 I_1 and 50 °C

Test method – The battery shall be commissioned and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at the 1 I_1 rate to its EPV, maintaining the ambient temperature at $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ during discharge.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or stated in the product specification.

5.2 Constant voltage discharge

5.2.1 General

Either of the following test methods shall be carried out as agreed by the approving authority. The discharge current capability of the test equipment shall exceed 50 I_1 .

5.2.2 Constant voltage

5.2.2.1 General

Subject the battery to a constant voltage discharge equal to the number of cells multiplied by half their nominal voltage at the following temperatures.

5.2.2.2 Constant voltage current at 23 °C

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to half the nominal voltage for not less than 15 s. The discharge load shall be automatically controlled to enable a plot of current against time to be recorded throughout the test.

Requirements – The current at 15 s shall be designated I_{PR} and the current at 0,3 s shall be designated I_{PP} . The values obtained shall be reported and shall not be less than the values declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.2.2.3 Constant voltage current at -18 °C

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to half the nominal voltage for not less than 15 s. The discharge load shall be automatically controlled to enable a plot of current against time to be recorded throughout the test.

Requirements – The current at 0,3 s and 15 s shall be reported and shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.2.2.4 Constant voltage current at -30 °C

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, the battery shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to half the nominal voltage for not less than 15 s. The discharge load shall be automatically controlled to enable a plot of current against time to be recorded throughout the test.

Requirements – The current at 0,3 s and 15 s shall be reported and shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.2.3 Constant voltage discharge (14 V)

5.2.3.1 General

Subject the battery to a constant voltage (14,0 V) discharge at the following temperatures.

The testing equipment for high rate discharge at 14 V shall be capable of recording data with a resolution of 0,1 s intervals.

5.2.3.2 Constant voltage current at 23 °C

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage of 14,0 V for not less than 60 s.

Throughout the test, a plot of current against time shall be recorded.

Requirements – The current at 0,3 s, 5 s, 15 s and 30 s together with the average current for the 60 s of the test shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.2.3.3 Constant voltage current at -18 °C

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, it shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage of 14,0 V for not less than 60 s.

Throughout the test, a plot of current against time shall be recorded.

Requirements – The current at 0,3 s, 5 s, 15 s and 30 s together with the average current for the 60 s shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.2.3.4 Constant voltage current at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, it shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage of 14,0 V for not less than 60 s.

Requirements – Throughout the test, a plot of current against time shall be recorded; the current at 0,3 s, 5 s, 15 s and 30 s together with the average current for the 60 s shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.3 Rapid discharge capacity

5.3.1 Rapid discharge capacity at $23\text{ }^{\circ}\text{C}$

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, it shall be discharged at a $10\text{ }I_1$ rate to its EPV.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.3.2 Rapid discharge capacity at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. After standing for not less than 20 h and not more than 24 h at an ambient temperature of $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a serviced and charged battery shall be discharged at a $10\text{ }I_1$ rate to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0,5 V for nickel-cadmium or 0,83 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ during discharge.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.4 Charge retention

Test method – The battery shall be subjected to 2 separate tests, one at each of the 2 different temperatures defined, each to be undertaken sequentially.

Test temperature:

- a) $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- b) $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. It shall be discharged according to 5.1.1 and the discharge duration shall be recorded (capacity 1).

It shall be recharged and, with the battery cover on, stored in an open circuit condition at the temperature defined above for a period of 28 days, after which it shall be removed from the thermal storage, allowed to stabilise to a temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and then discharged at the $1\text{ }I_1$ rate to its EPV (capacity 2).

Requirements – The capacity (capacity 2) and the percentage reduction of capacity (calculated from capacities 1 and 2) shall be recorded and shall comply with the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.5 Storage

Test method – A new battery, as supplied by the manufacturer, shall be stored in temperate conditions ($20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$; humidity less than 70 %) for 24 months. Different storage periods may be specified either by the manufacturer or stated in the product specification.

Requirements – After storage, the battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. It shall then satisfy the test sequence in Table 3 for test battery in group V.

5.6 Charge stability

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. To facilitate temperature measurements of the battery, a thermocouple shall be connected to either an inter-cell or monobloc connector, near to the centre of the battery, fitted with any necessary instrumentation and placed in a chamber at $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h, prior to commencement of the test. The battery shall remain in the chamber for the duration of this test and the airflow, across the working section of the chamber, shall be at a minimum speed of 0,45 m per second.

Discharge the battery at a $6 I_1$ rate for 5 min and immediately recharge, using either a constant voltage charge of $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ or a dedicated charger for a period of 10 h as defined by the manufacturer or as stated in the product specification.

Record the charging current every second for the first 5 min and thereafter record both current and temperature at intervals of 10 min. The voltage shall be recorded throughout the charge period.

On completion of charge stand on open circuit for 1 h, discharge the battery at the $1 I_1$ rate to its EPV. The battery shall be examined at the end of test for physical damage. No water additions shall be made after the battery has been placed in the chamber.

Requirements – During the constant voltage charge, the charging current shall not increase from the minimum value during this period by more than $0,1 I_1$ and the temperature of the centre section shall not exceed 70 °C . During the discharge at $1 I_1$, the battery shall deliver a capacity of not less than 75 % of C_1 .

At the end of test, the battery after standing at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h, shall meet the requirements of 5.1.1.

5.7 Short-circuit test

WARNING: Attention is drawn to the possible risk of fire or explosion involved in performing this test.

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and stabilised at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h. It shall then be connected to a test circuit with an appropriate mating connector for 60 s. The total resistance of the circuit including the appropriate mating connector shall not exceed $2,0\text{ m}\Omega$.

The current and the terminal voltage shall be measured throughout the test.

Overhaul the battery according to the manufacturer's maintenance manual and perform insulation and rated capacity test afterwards.

Requirements – All debris or fragmentation shall be contained within the battery casing and there shall be no subsequent ignition of gases within the battery.

Peak current and last recorded current are to be reported. If the battery becomes open circuit, the duration from the start is to be stated. The current just prior to this and the physical condition of the battery after the test shall be reported.

5.8 Charge acceptance

5.8.1 General

Charge acceptance checks the ability of the battery to accept charge which assures that energy removed during ground and start operations can be returned to the battery in the specified time. The ambient temperature test shall be completed for all batteries. The low temperature test/s shall be completed only for those batteries fitted with heaters. The appropriate test/s shall be undertaken in accordance with the product specification.

5.8.2 Ambient temperature (23 °C)

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. It shall be discharged in accordance with 5.1.1 and the discharge duration shall be recorded. It shall be recharged in accordance with 4.3. It shall then be discharged at the $1 I_1$ rate for 50 % of the duration of the previous discharge test. The battery shall stand for not less than 20 h and not more than 24 h and then be charged at a constant voltage of $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ or using a dedicated charger for $60 \text{ min} \pm 3 \text{ min}$. A curve of current as a function of time shall be recorded for a period of 60 min.

Immediately after charging, the battery shall be discharged at $1 I_1$ to its EPV.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall be not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

5.8.3 Low temperature (only for batteries fitted with heaters)

5.8.3.1 General

Low temperature assessment validates the ability of the battery to accept charge and ensures that the heater system is effective. This verifies that the energy removed, for ground and start operations, can be replenished at the lower operating temperature providing confirmation that the battery can accommodate emergency loads. The prescribed test shall be applied in accordance with the product standard.

5.8.3.2 Charge and discharge test at -18 °C for batteries containing internal heaters

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and then placed in a test chamber at $-18 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h. Whilst at this test temperature, the battery shall be discharged at the $1 I_1$ rate to its EPV.

Within 5 min with the battery still in the -18 °C environment, charge it at a constant voltage of $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ or using its dedicated charger for $0,5 \text{ h} \pm 3 \text{ min}$. A curve of current as a function of time shall be recorded. The battery heater circuit shall be energised at its specified power during the entire 0,5 h charge. At the end of the 0,5 h charge, disconnect power from the heater circuit.

Immediately following charge, remove the battery from the test chamber and discharge it at $1 I_1$ to its EPV.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value of the previous discharge or as stated in the product specification.

5.8.3.3 Charge and discharge test at $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ for batteries containing internal heaters

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and placed in a test chamber at $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h. Whilst at this test temperature, the battery shall be discharged at the $1\text{ }I_1$ rate to its EPV.

Within 5 min and with the battery still in the $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ environment, charge it at a constant voltage of $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ or using its dedicated charger for $60\text{ min} \pm 3\text{ min}$. A curve of current as a function of time shall be recorded. The battery heater circuit shall be energised during the entire 60 min charge. At the end of the 60 min charge, disconnect power from the heater circuit.

Immediately after completing the 60 min charge, remove the battery from the $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ environment and place in a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ environment. Within 5 min, discharge the battery at the $1\text{ }I_1$ rate to its EPV.

Requirements – The capacity shall be recorded and shall not be less than the value of the previous discharge or as stated in the product specification.

5.9 Insulation resistance and dielectric strength

5.9.1 General

To assess insulation resistance, both of the following tests shall be carried out.

5.9.2 Insulation resistance

Test method – The value of the insulation resistance shall be measured with 250 V d.c. between the positive output terminal and the usual points for the installation and attachment of the casing.

Requirements – The minimum value of the insulation resistance, shall be $0,25\text{ M}\Omega$ but after cleaning and drying the minimum value shall be $10\text{ M}\Omega$.

5.9.3 Dielectric strength

Test method – The battery shall be stabilised at $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h. Apply an a.c. voltage, r.m.s. value $1\text{ }500\text{ V}$, frequency $50\text{ Hz} \pm 10\text{ Hz}$, for 1 min between each battery terminals and case (or its attachments if insulated).

Requirements – There shall be no arcing or insulation breakdown

5.10 Duty cycle performance

Test method – The following test shall then be carried out at an ambient temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. The battery may be externally cooled throughout the test. To assist cooling, the covers of batteries fitted with removable covers may be removed.

The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. During the test, the temperature of the battery shall be measured as close as possible to the centre of its mass; either on one of the inter-cell connectors or secured to the monobloc surface.

A duty cycle consists of the following sequence of 4 steps:

- a) The battery shall be discharged through a fixed resistor for 20 s. The value of the resistor (in ohms) shall be equal to 1,15 times the nominal battery voltage divided by its rated value of I_{PR} (5.2.2.2) or as declared in the product specification. The nominal battery voltage is defined as the number of cells times 1,2 V for nickel-cadmium or 2,0 V for lead-acid batteries. The resistance shall not vary by more than $\pm 5\%$ through the test.

- b) After standing on open circuit for 2 min, it shall again be discharged through the resistor for 20 s.
- c) The battery shall then be charged using a dedicated charger or at a constant voltage of $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ (for a nominal 24 V battery and adjusted pro rata for batteries of other nominal voltages) for $60 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$. The constant voltage supply shall have a current rating of at least $8 I_1$.
- d) The battery shall then stand on open circuit for not less than 1 h and not more than 2 h.

The duty cycle (sequence a) to d)) shall be repeated 50 times. No water addition is permitted during these cycles.

The battery shall be immediately discharged at the $1 I_1$ rate, recording the duration to its EPV.

The battery shall then be serviced and charged in accordance with 4.3.

The battery shall then be discharged at the $1 I_1$ rate, recording the duration to its EPV.

The procedures above shall then be repeated, to provide a minimum total of 100 duty cycles.

Requirements – The battery meets the requirements if:

- a) the minimum battery terminal voltage achieved during the discharge at a) above is not less than 13 V (for a nominal 24 V battery or adjusted pro rata for batteries of other nominal voltages);
- b) the temperature in the centre of the battery does not exceed 60°C ;
- c) the current during constant voltage charge reduces to and remains below $0,2 I_1$ during the test;
- d) the duration of the discharge at the $1 I_1$ rate, immediately after the last charge of the cycling test, is not less than 48 min (80 % of C_1);
- e) the water replenishment, where applicable, per cell during servicing does not exceed the manufacturer's recommendations;
- f) the insulation resistance between cells and case before servicing is not less than $0,25 \text{ M}\Omega$ at a voltage of 250 V d.c.;
- g) after servicing and charging, the duration of the discharge at the $1 I_1$ rate is not less than 54 min (90 % of C_1);
- h) dimensional distortion remains within specified limits;
- i) no cracking of cases or covers of either cells or batteries occurs.

5.11 Water consumption test

This test is designed for all batteries to which water can be added.

Test method – A rated capacity test shall be carried out on a serviced and charged battery in accordance with 5.1.1. The battery shall be serviced in accordance with 4.3.

The battery shall be weighed prior to commencement of the test and after the completion of each 500 h. The battery is required to complete a minimum of 2 000 h.

The battery shall be subjected to a charge at a constant voltage of $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ at a temperature of $23^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$. The test shall continue for 2 000 h or until the maximum weight loss, commensurate with safe operation, as declared by the manufacturer, has been reached.

Requirements – The total number of hours on charge and the resultant weight loss shall be recorded.

5.12 Overcharge endurance

This test is for valve regulated batteries.

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and subjected to a rated capacity test in accordance with 5.1.1. The battery shall then be charged according to the manufacturer's instructions. The battery shall be weighed.

For batteries designed to be used with a dedicated charge system, the battery shall be subjected to a continuous charge using the dedicated charge system for not less than 400 h. The dedicated charger shall be operating at its maximum permitted overcharge rate. For other batteries, the battery shall be subjected to a constant voltage charge at $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and at a voltage corresponding to $1,45\text{ V} \pm 0,005\text{ V}$ per cell for nickel-cadmium or $2,417\text{ V} \pm 0,01\text{ V}$ per cell for lead-acid, for at least 400 h without intermediate discharge.

After 400 h, the battery shall be weighed.

After standing for not less than 20 h and not more than 24 h on open circuit at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, the battery shall be discharged at the $1\text{ }I_1$ rate, to its EPV.

Requirements – The weight loss of the battery shall be not more than 0,1 % for nickel-cadmium and 0,2 % for lead-acid batteries.

The capacity shall be recorded and shall not be less than the value declared by the manufacturer or as stated in the product specification.

NOTE Certain designs of lead-acid batteries may request conditioning prior to this test as declared by the manufacturer.

5.13 Cyclic endurance

The cyclic endurance test is conducted to determine the number of cycles that can be performed without performing maintenance to rebalance the capacity for nickel cadmium and nickel metal hydride, and to determine the cycle life for lead-acid batteries.

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with the battery manufacturer's instructions or design documentation and subjected to 4 sets of 24 shallow discharge cycles followed by 1 deep discharge cycle or until the battery fails to meet the requirement below. External cooling is permitted.

Each shallow cycle shall consist of a discharge at the $1\text{ }I_1$ rate for 10 min, followed by a charge at $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ or with a dedicated charger for 2 h, and a stand for 1 h.

Each deep cycle shall consist of a discharge at the $1\text{ }I_1$ rate for 48 min, followed by a charge at $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ or with a dedicated charger for 2 h, and a stand for 1 h.

Requirements – During each discharge, the voltage shall not fall below 0,9 V per cell for nickel-cadmium batteries or 1,5 V per cell for lead-acid batteries.

The manufacturer shall declare the number of cycles satisfactorily completed.

5.14 Deep discharge test

To establish the performance of the battery and its ability to recover from a deep discharge, the following test shall be applied:

Test method – This test shall be carried out at $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. A battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3.

Discharge the battery at the $1 I_1$ rate (in accordance with 5.1.1), to determine its capacity (capacity 1). Apply a $1 \Omega \pm 10 \%$ resistor between the positive and negative terminals of the battery. The resistor shall remain connected for 336 h (2 weeks). Remove the resistor circuit and leave the battery to stand in the discharged condition for a further 336 h (2 weeks).

Charge the battery in accordance with 4.3. Carry out a capacity discharge test ($1 I_1$) in accordance with 5.1.1 (capacity 2).

Requirements – The battery fulfils this test if the capacity 2 is equal to or greater than 90 % of the capacity 1 or as stated in the product specification.

5.15 Induced destructive overcharge

WARNING: Attention is drawn to the possible risk of fire or explosion involved in performing this test.

Test method – The battery shall be charged and serviced in accordance with 4.3. It shall be mounted by its normal method of mounting. It shall then be further charged, using a constant voltage power supply, at $3 V + 0,2V - 0,0 V$ per cell for lead acid and $1,8 V + 0,2V - 0,0 V$ for nickel-cadmium, with the capability of supplying a current of at least $8 I_1 A$ to the point of total battery failure.

The charging source shall not be removed until the battery voltage and charge current have stabilised for at least 1 h.

Throughout the test, record the battery terminal voltage, charging current and the battery temperature.

The following shall be reported:

- a) any evidence of flame from the battery within 3 h following termination of the final charge;
- b) effectiveness of the battery containment case to contain all debris resulting from any explosion during or after the test;
- c) any escape of electrolyte from the battery case.

5.16 Electrical emissions

Batteries which contain active electronic components shall be tested to the requirements of RTCA DO-160. The manufacturer shall declare, in the DDP, whether the battery contains any active components.

6 Environmental requirements

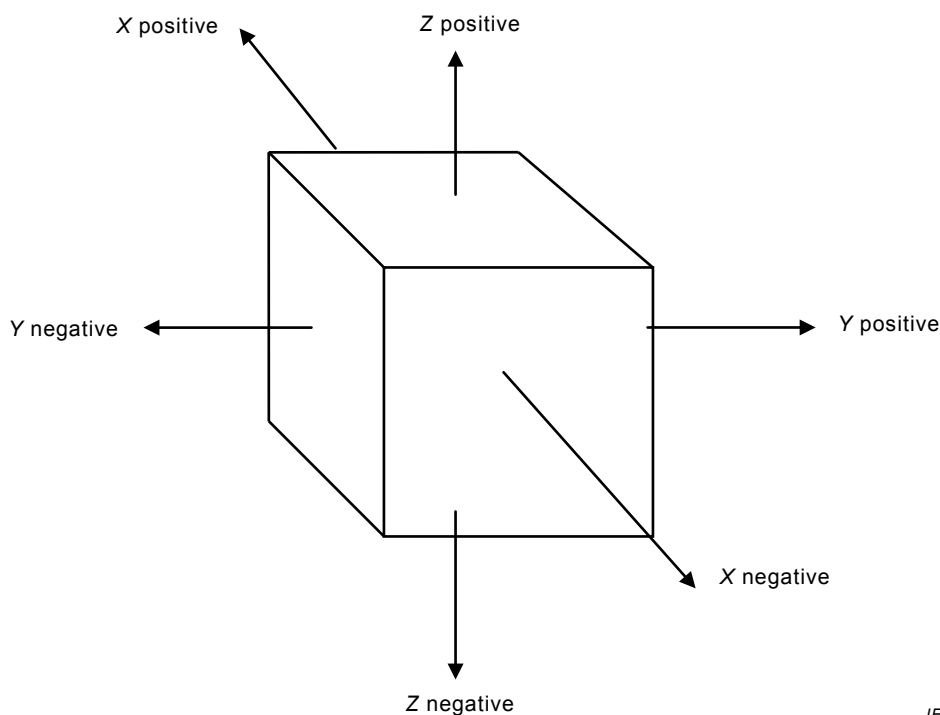
6.1 Vibration

6.1.1 General

The battery shall be subjected to either sinusoidal or random vibration in accordance with RTCA DO-160. Specific requirements, to meet a specific application, shall be included in the product specification. The duration of vibration shall be commensurate to the installed life of the battery, bearing in mind that this will be a shorter period than the life of the airframe. The method of mounting, orientation and vibration spectrum applied during vibration assessment shall replicate that used in the application (if known).

6.1.2 Battery mounting

The battery shall be mounted with the base of the battery in a horizontal plane irrespective of the axis of vibration (Figure 1). Unless otherwise specified, it shall be secured directly onto the vibration table by its method of mounting. Electrical connection to the battery shall be made via the battery connectors.



Battery mounting details to be determined in accordance with the product standard and shall reflect as close as possible the aircraft installation.

Axis of vibration shall be defined in terms of orientation using the connector as the reference to the designated direction given above.

Figure 1 – Vibration orientation

6.1.3 Declaration

The manufacturer shall declare in the DDP the detail of the test and the report reference containing the results. In addition the maximum installed life of the battery shall be declared in both the DDP and the certificate of airworthiness.

6.1.4 Vibration requirements

When subjected to either the sinusoidal or random vibration test, the battery shall comply with the following:

- a) No battery cell or component shall show dimensional distortion beyond specified limits or cracking of cases or covers of either cells or batteries.
- b) There shall be no interruption of output and no irregular variation of voltage or current greater than 2 %.
- c) There shall be no mechanical failure of any part, electrolyte leakage or spillage of electrolyte at any time during the test or venting of gasses containing entrained electrolyte (except during charge of vented nickel-cadmium batteries).

- d) The minimum value of the insulation resistance shall be 0,25 MΩ, but after cleaning and drying, the minimum value shall be 10 MΩ. There shall be no breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, corrosion of metal parts, or loosening of protective coating from the battery container or cover or deterioration of battery identification markings.
- e) The battery shall comply with the rapid discharge capacity requirements.

6.2 Acceleration

Test to be performed if required by the product specification.

Test method – The battery charged in accordance with 4.3 shall be secured by its normal method of mounting on to a suitable fixture which, in turn, is securely fixed to the centrifuge.

WARNING: For natural ventilation type battery, any open apertures in the exterior surfaces of the case, such as louvers and vent holes, may be temporarily sealed during the test to avoid unnecessary spillage of electrolyte.

The acceleration conditions shall be as given in Table 1 and shall be applied on each axis for not less than 1 min:

Table 1 – Acceleration conditions

Axis	Normal acceleration		Crash acceleration
	Non-aerobic	Aerobic	All
Horizontal (X and Y axes)	± 2,0 g	± 4,7 g	± 9,0 g
Vertical			
Z axis (upwards)	2,0 g	3,6 g	4,0 g
Z axis (downwards)	4,5 g	9,0 g	4,5 g

During the test, the battery shall be discharged at a 0,1 I_1 rate and voltage and current shall be continuously recorded such that variation or interruption of output can be detected. The response time of the monitoring instrumentation shall be no greater than 100 ms.

The requirements are the following:

- a) During the test, there shall be no interruption of output and no irregular variation of voltage or current greater than 2 %.
- b) On completion of normal acceleration testing, no battery, cell or component, shall show dimensional distortion beyond specified limits or cracking of cases or covers of either cells or batteries.
- c) On completion of normal acceleration testing, there shall be no mechanical failure of any part, electrolyte leakage or spillage of electrolyte at any time during the test or venting of gasses containing entrained electrolyte.
- d) The minimum value of the insulation resistance shall be 0,25 MΩ but after cleaning and drying, the minimum value shall be 10 MΩ. There shall be no breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, corrosion of metal parts, or loosening of protective coating from the battery container or cover or deterioration of battery identification markings.
- e) On completion of crash testing, the battery may exhibit damage but shall not have broken loose from its mounting or have ignited. The battery manufacturer may specify that the crash acceleration test may be carried out after completion of the duty cycle performance test (see Table 3).

6.3 Operational shock and crash safety

6.3.1 Operational shock

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and subjected to the operational shock test procedure of RTCA DO-160. The battery shall be fully charged prior to the shock test. Shock the battery in all orientations except in the suspended upside down position. While subjecting the battery to the shocks, discharge the battery at the 0,5 C₁A rate; and, after each shock, check for any failure, electrically or mechanically. No resilient mounting shall be provided.

Requirements – The battery shall be examined for physical damage resulting from the shock test and there shall be no damage to the battery or leakage of electrolyte from the battery.

6.3.2 Crash safety

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and subjected to the crash safety test procedure of RTCA DO-160, including the sustained and impulse levels as appropriate. The battery shall not be shocked in the suspended upside down position.

Requirements – The battery shall meet all mechanical requirements specified. In addition, no leakage of electrolyte from the battery is allowed. After the shocks are completed, the battery shall be subjected to the rapid discharge capacity at 23 °C of 5.3.1 and must deliver the capacity declared by the manufacturer or required by the product specification.

6.3.3 Declaration

The manufacturer shall declare in the DDP the detail of the tests applied (including the equipment category applied and the sustained and impulse details) and the report reference containing the results.

6.4 Explosion containment

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. It shall be mounted by its nominal method of mounting and with no forced ventilation, it shall be overcharged with a current of 0,5 I₁. After not less than 5 min at this current, the gases within the outer casing of the battery shall be ignited by a suitable method.

Requirement – All debris or fragmentation shall be contained within the casing and there shall be no subsequent ignition of the battery.

WARNING: Extreme caution shall be exercised when carrying out this test, to prevent injury in the event that the explosion is not contained.

6.5 Gas emission

This test is for valve-regulated nickel-cadmium and lead-acid batteries.

WARNING: Attention is drawn to the possible fire/explosion hazard involved in carrying out this test and local regulations for the permitted hydrogen percentage levels shall be followed. Hydrogen/air mixtures containing 4 % or more hydrogen by volume are explosive. It is essential that aircraft design authorities shall take into account the results of this test when determining ventilation requirements for the battery installation on the aircraft, to reduce the hydrogen concentration to less than 0,8 %.

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. It shall stand on open circuit at room temperature for not more than 4 h. The battery shall then be centred vertically and horizontally in a test chamber fitted with a circulating fan.

The temperature of the battery shall be stabilised at $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for a minimum of 20 h.

Throughout the test, the fan shall run continuously. At 2 random locations within the chamber, the gas shall be sampled and analysed for hydrogen content and the quantity of hydrogen evolved shall be calculated.

For batteries designed to be used with a dedicated charge system, the battery shall be subjected to a continuous charge using the dedicated charge system for 1 h. The dedicated charger shall be operating at its maximum permitted overcharge rate. For other batteries, the battery shall be charged for 1 h at a constant voltage corresponding to $1,6\text{ V} \pm 0,005\text{ V}$ per cell for nickel-cadmium or $2,67\text{ V} \pm 0,01\text{ V}$ per cell for lead-acid. The gas sampling and analysis for hydrogen content shall be repeated at the same locations.

Requirements – The quantity of hydrogen evolved shall be declared together with the volume of the test chamber. Airframe manufacturers must use these figures to determine the need for assisted ventilation of the battery or battery bay on the aircraft.

6.6 Altitude pressure

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3, placed in the altitude chamber and connected to the external supplies. It shall be subjected to 2 cycles at ambient temperature as follows:

- a) reduce the absolute pressure over 15 min to 5,5 kPa,
- b) discharge the battery at $5\text{ I}_1\text{ A}$ for 5 min,
- c) charge at a constant 28,5 V or use the dedicated charger for a period of 3 h,
- d) return the pressure of the test area to ground ambient pressure over 15 min,
- e) after standing for not less than 20 h and not more than 24 h on open circuit at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, the battery shall be subjected to the rated capacity test of 5.1.1.

Requirements – The battery shall meet the capacity requirement of 5.1.1. It shall not exhibit deformation of the case, lid, cell containers or insulators outside of the tolerances defined. It shall not show evidence of abnormal heating, including the connector area. It shall not exhibit cracking of the case, cell containers and components, no displacement or obstruction of the venting arrangement. It shall not exhibit deterioration of the surface protection.

6.7 Temperature variation (shock)

The test method is as follows:

- a) The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3.
- b) The battery shall then be placed in temperature chamber at $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for 4,25 h minimum.
- c) At the conclusion of this time period, the item shall be transferred, within 5 min, to a cold chamber with an internal chamber temperature of $-55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- d) The battery shall be exposed to this temperature for 4,25 h minimum.
- e) At the conclusion of this time period, the test item shall, within 5 min be returned to the high temperature chamber maintained at $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- f) The battery shall be exposed to this temperature for 4,25 h minimum.
- g) Repeat for a total of 3 cycles (c) to (f).
- h) The battery shall be removed from the temperature chamber and allowed to stand at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for not less than 20 h and not more than 24 h.
- i) Discharge the battery in accordance with 5.3.1.

The requirements are the following:

- a) No battery cell or component, when subjected to temperature variation (shock) shall show dimensional distortion beyond specified limits or cracking of cases or covers of either cells or batteries.
- b) There shall be no interruption of output and no irregular variation of voltage or current greater than 5 %.
- c) There shall be no mechanical failure of any part, electrolyte leakage or spillage of electrolyte at any time during the test or venting of gasses containing entrained electrolyte (except during charge of vented nickel-cadmium batteries).
- d) The minimum value of the insulation resistance, shall be $0,25\text{ M}\Omega$ but after cleaning and drying, the minimum value shall be $10\text{ M}\Omega$. There shall be no breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, corrosion of metal parts, or loosening of protective coating from the battery container or cover or deterioration of battery identification markings.

6.8 Fungus resistance

6.8.1 General

This test shall be undertaken to assess the fungal resistance of the battery components. This test may be omitted provided it can be demonstrated that the battery materials contain no fungal nutrients.

6.8.2 General method

Subject samples of those materials, representative of the outer surfaces of the battery and any other material within the battery which may be exposed to the environment (or subject a complete battery, if more convenient) to the test.

Test method – Subject samples of those materials, representative of the outer surfaces of the battery and any other material within the battery which may be exposed to the environment (or subject a complete battery, if more convenient) to the fungus test of RTCA DO-160. Batteries shall be classified as Category F equipment.

Requirements – At the end of the test period, the sample or battery shall show no signs of physical damage, deterioration or leakage.

6.9 Humidity

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and subjected to the humidity test of RTCA DO-160. Batteries shall be classified as Category A equipment. Within 2,0 h after the cycles are completed, the battery shall be inspected for corrosion and any physical/mechanical damage. The battery shall also be subjected to the rapid discharge capacity at 23 °C (see 5.3.1).

Requirements – The battery capacity at the end of the rapid discharge capacity shall be no less than that declared by the manufacturer or required by the product specification. The battery shall not show:

- a) corrosion of any parts;
- b) physical/mechanical failure of any part;
- c) cracking of cases or covers of either cells or batteries;
- d) breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, or loosening of protective coating from any battery part.

6.10 Fluid contamination

6.10.1 General

Subject samples of those materials used for the outer surfaces of the battery and any other material within the battery which may be exposed to the environment (or subject a complete battery, if more convenient) to either the spray test (6.10.2) or the immersion test (6.10.3).

The test fluids and the respective test temperature shall be selected from ISO 7137. The range of sustainable fluids shall be declared by the manufacturer. Additional fluids shall be identified in the product specification.

6.10.2 Spray test

Test method – Spray the battery or materials under test with the appropriate fluid one or more times per day as necessary to maintain a wetted condition for a minimum of 24 h. If it is difficult to maintain a wetted condition then the immersion test (6.10.3) shall be used. The spray shall be a fine mist maintained at the temperatures defined in ISO 7137 and shall be directed toward every major surface, seal and connectors of the battery or material under test.

Following the 24 h period and without removing the excess fluid, the test specimen shall be placed in an appropriate chamber and subjected to a constant temperature of +65 °C for a minimum of 160 h. At the end of this period, the test specimen shall be returned to ambient room conditions for a minimum of 2 h.

If the battery or material is to be tested to more than one class of contaminating fluid, it should normally be tested with each fluid separately. However simultaneous testing is permitted if required by the product specification. Fluids should not be pre-mixed prior to spraying and the order of application should be as specified in the equipment technical specification. Unless noted in the equipment technical specification, the total exposure time for simultaneous application of fluids should be the same as the exposure time for a single fluid.

6.10.3 Immersion test

Test method – Immerse the battery or materials under test in the appropriate fluid for a minimum of 24 h. The fluid temperature shall be maintained at the temperatures defined in ISO 7137 and shall cover the test specimen completely.

Following the 24 h period remove the test specimen, place in an appropriate chamber and subject it to a constant temperature of +65 °C for a minimum of 160 h. At the end of this period, the test specimen shall be returned to ambient room conditions for a minimum of 2 h.

Requirements – Following the 2 h period of either test in 6.10.2 or 6.10.3, the battery or materials tested shall then be examined and the results of the test shall assure that the materials exposed during the test will protect the battery from deleterious effects of exposure to the applied fluids.

Precautions – Since many contaminants may have flash points within the test temperature range, care shall be taken to ensure that adequate safety measures are taken to limit the possibility of fire or explosion. If the immersion test is carried out on a battery, care shall be taken to ensure that the temperature of the fluid does not exceed the maximum design temperature of the battery as defined by the battery manufacturer.

Some contaminants may themselves or in combination with other contaminants or with the test sample, be toxic. Due consideration shall be given to this possibility before commencing the tests. Some fluids may be electrically conductive. When the tests are being carried out on a complete battery, suitable precautions shall be taken during exposure to the fluids.

Additional test fluids shall be as defined in the product specification, each sample being subjected to one fluid only. The test temperature shall be 23 °C ± 5 °C.

At the end of the test period, the sample or battery shall show no signs of physical damage, deterioration or leakage.

6.11 Salt spray

Test method – This test is only applicable where the battery installation is subject to a salt atmosphere. The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3 and subjected to the salt spray test of RTCA DO-160. The battery shall be placed in the chamber and exposed to the salt spray for a period of 48 h ± 1 h. Within 4 h after the exposure period, the battery shall be inspected for corrosion and any physical/mechanical damage. The battery shall also be subjected to the rapid discharge capacity at 23 °C as per 5.3.1.

Requirements – The battery capacity at the end of the rapid discharge capacity shall be no less than that declared by the manufacturer or required by the product specification. The battery shall not show:

- a) corrosion of any parts;
- b) physical/mechanical failure of any part;
- c) cracking of cases or covers of either cells or batteries,
- d) breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, or loosening of protective finish.

6.12 Physical integrity at high temperature (85 °C)

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. Place the battery in a temperature chamber at a minimum of 85 °C for 16 h. Remove the battery from the 85 °C environment.

Stabilise the battery at room ambient conditions and discharge the battery in accordance with 5.3.1.

Requirements – The battery shall not show:

- a) dimensional distortion beyond specified limits;
- b) cracking of cases or covers of either cells or batteries;
- c) mechanical failure of any part;
- d) electrolyte leakage or spilling of electrolyte at any time during the test;
- e) breakdown of insulation, stripping of metal plating from any component part, corrosion of metal parts, or loosening of protective coating from the battery container or cover;
- f) deterioration of battery identification markings.

6.13 Flammability

6.13.1 General

The manufacturer shall declare in the DDP which of the following tests the battery complies with.

6.13.2 Flame resistant test

Test method – The following flammability test is considered acceptable for demonstrating compliance with regulations for flame-resistant materials.

- a) The apparatus shall be similar to the one defined in 4.1 through 4.9, Method 5906 of U.S. Federal Test method Standard No. 191A (1978). The minimum flame temperature measured by a calibrated thermocouple pyrometer in the centre of the flame shall be 843 °C.
- b) Three actual parts or outer container specimens, approximately 11,5 cm by 32 cm shall be tested for each sample unit. If the actual parts are smaller than the size called out, the test may be made on material samples of the same thickness as the actual parts.
- c) The specimens shall be conditioned to a temperature of 18 °C to 24 °C and at 45 % to 55 % relative humidity until moisture equilibrium is reached, or for 24 h, before testing. Only one specimen shall be removed from the conditioning environment at a time and immediately subjected to the flame test.
- d) Insert the specimen into the holder with the surface that will be exposed, when installed in the aircraft, facing down. It shall be clamped such that a 3 cm (2 in) wide centre strip is exposed with a 1,27 cm clearance between the holder and each end of the specimen.
- e) Adjust the burner to give a flame height of 3,8 cm.
- f) Slide the specimen holder into the cabinet into the test position so that the end of the specimen is 2,0 cm above the top of the burner and the specimen is then ignited. Approximately 4,0 cm of the specimen shall be burned before the timing device is started. The timing shall be stopped at least 2,5 cm before the burning front reaches the end of the specimen.
- g) Determine the average burn rate of the 3 specimens, using the time required to travel along a minimum of 25 cm of each specimen.

Requirements – The material is satisfactory if the specimens do not support combustion after the ignition flame is applied for 15 s, if the average burn rate of the 3 specimens does not exceed 10 cm per minute, or if the flame extinguishes itself and subsequent burning without a flame does not extend into the undamaged areas.

6.13.3 Fire resistance

Test method – The following flammability test is considered acceptable for demonstrating compliance with regulations for fire-resistant components located in engine compartments.

- a) The apparatus shall be similar to the one that is defined in SAE Aerospace Information Report (AIR) 1377A.
- b) Three actual parts shall be used as specimens for the test. Each specimen shall be enveloped in the test flame of $1\,093\text{ °C} \pm 27\text{ °C}$ for 5 min on the side that would be exposed, or most adversely affected, in case of a fire. The specimen shall be mounted similar to its actual installation. Ventilation lines or conduits shall be connected to both sides of fittings to simulate actual conditions. Operating gasses shall be in the lines and at operating pressures unless the design and function of the system prevent the gasses from being in the lines during an actual fire in the aircraft.
- c) The test procedure defined in Section 4 of SAE Aerospace Standard (AS) 1055B (1978) shall be followed.

Requirements – The components are acceptable if there is no flame penetration or leakage and if they are capable of carrying the loads (structural or electrical) and of satisfactorily performing the function for which they were designed while under test conditions or after the test is completed.

6.13.4 Fire proof test

Test method – The following flammability test is considered acceptable for demonstrating compliance with regulations for fireproof materials.

- a) The apparatus shall be similar to the one that is defined in SAE Aerospace Information Report (AIR) 1377A.
- b) The actual parts shall be enveloped in the test flame of $1\,093\text{ °C} \pm 27\text{ °C}$ for 15 min on the side that would be exposed, or most adversely affected, in case of a fire. They shall be mounted similar to their actual installation. Ventilation lines or conduits shall be connected to both sides of fittings to simulate actual conditions. Operating gasses shall be in the lines and at operating pressures unless the design and function of the system prevent the gasses from being in the lines during an actual fire in the aircraft.
- c) The test procedures defined in Section 4 of SAE Aerospace Standard (AS) 1055B shall be followed.

Requirements – The materials or components are acceptable if there is no flame penetration or leakage and if they are capable of carrying the electrical loads and of satisfactorily performing the function for which they were designed while under test conditions or after the test is completed.

6.14 Electrolyte resistance

This test applies to the accessories (shims, heater blankets, harness assemblies, temperature sensors, electronic components, seals and parts bearing markings) either separate or assembled. It shall be performed on representative accessories or samples.

Test method – Before the test, the sample shall be measured for dimensional compliance and its mass shall be determined to within $\pm 0,1\%$.

Completely immerse the sample in an appropriate container with a lid, containing electrolyte at a density of $(1,3 \pm 0,03) \text{ g/cm}^3$ (when measured at 20°C) for a period of 7 days at a temperature of $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$. Do not immerse the output connectors. After exposure, rinse, wipe and dry for 2 h at between 32°C and 36°C .

Requirements – The seals shall continue to function. The seals and shims shall not hinder assembly. Variations in mass and dimensions shall not exceed 2 %. There shall be no corrosion nor any abnormal deposit nor alteration of markings.

Harness assemblies: there shall be no electrolyte leakage paths changing the resistance values of the harness components.

6.15 Temperature sensors

Temperature sensors and/or switches shall be monitored throughout all electrical tests defined in this standard in order to demonstrate that there is no erroneous operation.

Test method – Validation of temperature sensor or switch operation shall be performed by putting the component into a thermal chamber and elevating the temperature.

The requirements are the following:

- a) Temperature switch: At temperature of activation, the switch shall be open or closed as specified by the design.
- b) Temperature sensor: Upon elevation of the temperature, an ohmmeter shall be used to verify resistance as specified by the design.

6.16 Component qualification tests

6.16.1 General

To assess the components of the battery, the following test shall be applied as appropriate.

6.16.2 Vent valve test

6.16.2.1 For vented nickel-cadmium battery vent valves

Test method – This test shall be performed first at ambient temperature and then at -30°C after 2 days of stabilization at this temperature, on at least 3 valves, using an adapter supplied with compressed air at variable pressure up to 100 kPa.

The internal pressure shall be raised gradually to 70 kPa then returned to 0 kPa.

Requirements – The valve shall be open at 70 kPa at the latest and closed below 14 kPa.

6.16.2.2 For vented lead-acid battery vent valves

Test method – The vent valve shall be installed at the top of a test fixture having an internal volume of $(350 \pm 15) \text{ cm}^3$. The test fixture shall be approximately cubic or a circular cylinder with a diameter equal to the height. A pressure gauge shall be installed in the fixture. The fixture shall be connected through a valve to a source of compressed air which, when the valve is open, shall maintain a pressure of $(65 \pm 3) \text{ kPa}$ in the fixture (whether the valve is open or closed). The box shall be airtight except for the opening for the vent valve, pressure gauge, and supply air valve.

The fixture shall be placed in the environment detailed below and tested as described.

- a) Opening at 27 °C. The vent valve shall be set in the inverted vertical position with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 31° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement a).
- b) Closing at 27 °C. The vent valve shall be placed in its normal vertical attitude with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 49° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement b).
- c) Opening at –40 °C. The vent valve shall be placed in a temperature chamber at –40 °C for 2 h. With the vent valve in the chamber, the vent valve shall be set in the inverted vertical position with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 31° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement a).
- d) Closing at –40 °C. The vent valve shall be placed in a temperature chamber at –40 °C for 2 h. With the vent valve in the chamber, the vent valve shall be placed in its normal vertical attitude with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 49° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement b).
- e) Opening at 60 °C. The vent valve shall be placed in a temperature chamber at –40 °C for 2 h. With the vent valve in the chamber, the vent valve shall be set in the inverted vertical position with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 31° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement a).
- f) Closing at 60 °C. The vent valve shall be placed in a temperature chamber at –60 °C for 2 h. With the vent valve in the chamber, the vent valve shall be placed in its normal vertical attitude with the air supply valve open. The vent valve shall be rotated to an angle of 49° and the air supply valve closed. The vent valve shall meet requirement b).

The requirements are the following:

- a) When the valve is rotated to the specified angle and the air supply valve is closed, the pressure shall decay by at least 95 % in 10 s.
- b) When the valve is rotated to the specified angle and the air supply valve is open, the pressure shall not decay by more than 5 % in 2,5 min.
- c) The vent valve shall meet the requirements of 6.14.

6.16.2.3 For valve-regulated vent valves (nickel-cadmium and lead-acid)

Test method – The test shall be performed first at ambient temperature and then at –30 °C after 2 days of stabilization at this temperature, on at least 3 valves, using an adapter supplied with compressed air at variable pressure.

The internal pressure shall be raised gradually to the pressure specified by the battery manufacturer then returned to 0 kPa.

Requirements – The valve shall operate as specified by the manufacturer.

6.16.3 Cell container test

6.16.3.1 For nickel-cadmium cell containers

This test shall be performed separately on 3 firmly connected cells inside the battery case (at ambient temperature).

Test method – The test method is as follows:

- a) Conditioning: using an adapter to replace the vent plug and a pressure-reducing device, inject dry air or nitrogen under pressure into the cell. Apply a pressure of 138 kPa for 15 s.
- b) Keep the cell under a pressure of 70 kPa for 5 min, during which the cell shall be tilted to rest on all its sides so that electrolyte comes in contact with each side of the lid seal for approximately 1 min.
- c) Replace the vent plug and immerse the cell in water so that the joint between the cell container and lid is moistened but not the upper surface (bearing the terminals and valves). Perform a voltage response test, between one terminal and the water, at 500 V a.c. for 1 min.

Requirements – The requirements are the following:

- a) The cell shall not have deteriorated.
- b) There shall be no insulation breakdown.
- c) There shall be no spark over.
- d) There shall be no break or crack in the cell containers and components, no displacement or obstruction of the venting system, no deterioration in surface protection.

6.16.3.2 For lead-acid battery containers

Test method – The test method is as follows:

- a) Sample batteries in the dry and charged condition shall be placed in an oven at $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and maintained at this temperature, in the normal upright position, for 6 h. At the end of this time, they shall be tilted to an angle of 90° from the normal upright position and maintained at the specified temperature in the new position for a period of 5 min. At the end of this time they shall be returned to the normal upright position and the surface inspected.
- b) While still at $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$, an internal air pressure of $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ shall be applied to each cell of this battery for 30 s. Upon successful completion of this part of the test, stabilise the battery at room temperature, and add electrolyte to the battery. Charge the battery in accordance with 4.3.
- c) The samples shall then be refrigerated until the electrolyte temperature is stabilised at $-34 ^\circ\text{C}$ and shall be vibrated at this temperature at $(2\,000 \pm 20)$ cycles per minute with a vertical displacement of $(0,10 \pm 0,05) \text{ mm}$ double amplitude for 2 h. At this time, visually inspect the battery. The battery shall show no signs of dislodging any portion of the sealing compound. A repetition of the air pressure test at $27 ^\circ\text{C}$ shall be conducted.

Requirements – The requirements are the following:

- a) The individual cells shall withstand an internal air pressure of $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ for a minimum of 30 s without loss of greater than 1,4 kPa at $85 ^\circ\text{C}$.
- b) The individual cells shall withstand an internal air pressure of $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ for a minimum of 30 s without loss of greater than 0,7 kPa at $27 ^\circ\text{C}$.

6.16.4 Battery electrolyte containment test

6.16.4.1 General

This test only applies to batteries which are naturally ventilated types or which have apertures in the case and lid.

6.16.4.2 Batteries for use in non-aerobatic aircraft

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. The electrolyte levels shall be checked in accordance with the manufacturer's instruction. The battery shall be secured on a platform which can turn around its 2 horizontal axes (see Figure 1) and submitted to an additional 2 h charge at $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ or using a dedicated charger) before the test and shall be charged at this voltage throughout the test. Batteries not charged on the aircraft shall be left on open circuit during the test.

The battery shall be slowly rocked 10 times from side to side through an angle of 60° from the nominal vertical position. The time taken to move from one tilted position through the vertical to the other tilted position shall be more than 20 s and the battery shall remain in each tilted position for at least 5 s.

6.16.4.3 Batteries for use in aerobatic aircraft

Test method – The battery shall be serviced and charged in accordance with 4.3. The electrolyte levels shall be checked in accordance with the manufacturer's instructions. The battery shall be secured onto a platform which can turn around its 2 horizontal axes (see Figure 1) at a speed of 1 r/5 s. The battery shall be submitted to an additional 2 h charge at $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ (or using a dedicated charger) before the test and shall be charged at this voltage throughout the test.

Whilst charging the battery as required above, rotate the battery a total of 10 revolutions around these 2 axes with a first stop of 30 s at the end of the first half-turn (inverted position) and a second stop at the penultimate half-turn (inverted position). Batteries not charged on the aircraft shall be left on open circuit during the test.

6.16.4.4 Battery electrolyte containment test requirements

On completion of the test, there shall be:

- a) no leakage of electrolyte and the battery shall pass the insulation requirements of 5.9;
- b) no trace of electrolyte outside the battery case;
- c) where specified by the user, no trace of electrolyte outside the battery cells;
- d) no leakage of electrolyte through terminal seals or cell container welds.

6.17 Battery airtightness test (where applicable)

Test method – Connect one of the vent apertures to a compressed air supply that has a stopcock; fit the other vent with a manometer. Check the condition and cleanliness of the seal and its bearing surface. With the lid in place apply the pressure; when the pressure reaches $13,8 \text{ kPa} \pm 0,2 \text{ kPa}$ isolate the internal volume by closing the stopcock. Wait for 2 min.

Requirements – The pressure, after the 2 min stand shall not have fallen by more than 0,7 kPa.

6.18 Strength of connector receptacle – Connector types C and Q

The test method is as follows:

- a) Fit a part representing the aircraft- electrical mating connector (same locking ramps) to the battery connector, taking care that it does not short-circuit the 2 terminals.
- b) Apply a rotational torque, progressively, parallel to the mounting plane, to reach 8 N·m minimum at the end of 10 s.
- c) Apply a force of 1 100 N minimum along the axis of the connection, at a speed of 10 N/s and maintain it for 10 s.

Requirements – The connections, battery case, insulating components and connector shall show no sign of deformation, displacement or asymmetry of the mounting.

6.19 Handle strength test

Test method – Each battery handle shall be subjected to a tension load of 1,5 times the battery weight. The tension shall be applied in a vertical upward direction.

Requirements – There shall be no damage to the battery or evidence of breaking, bending or cracking of the battery container, cover, handle, handle mounts.

6.20 Hazardous materials

Batteries may contain hazardous materials in the form of heavy metals or other chemical compounds. Battery manufacturers shall comply with all state and federal regulations between country of origin and country of receipt. It is the responsibility of each manufacturer to apply country and state regulations. Any battery being transported through another country or state to the place of receipt shall also conform to that country or state regulations. The end user is required to dispose of batteries in conformance with the laws and regulations of the country and/or local authority in which the item is disposed.

6.21 Instructions for continued airworthiness

Each manufacturer shall develop and maintain instructions for continued airworthiness in accordance with the requirements of the appropriate regulatory authority.

6.22 Limitations

Specific components and assemblies are excluded from the test requirements and performance levels. These are identified in 6.23 and shall be subjected to additional qualification testing as defined in the “product specification” or “declaration of design and performance (DDP).

6.23 Electronics

Battery assemblies may contain active or passive electronic components in addition to the battery itself. These components may require additional qualification testing that is beyond the scope of this standard. However, all electronic components that are contained within a battery assembly shall meet all of the environmental requirements of this standard. For battery assemblies containing electronic components, the components shall be installed and operational for all type approval testing prescribed in this standard.

6.24 Impact resistance (non-metallic battery container)

Test method – An undamaged non-metallic container shall be permitted to rest not less than 24 h after manufacture. Before testing, the container shall be conditioned for 4 h at each test temperature of Table 2.

Impact resistance shall be determined by a $(1 \pm 0,2)$ kg solid steel ball used as a free falling weight. When testing, the height of the drop necessary to crack the container on the inside, opposite the point of impact, is the impact value for that section. The impact resistance shall be found by dropping the weight at the height necessary to produce the minimum impact resistance requirement for the test temperature. The weight shall hit the container only once for each drop. During the test, the container shall be positioned on a flat steel plate, approximately an inch longer and wider than the container. The container shall be positioned in such a manner that the ball will strike one third down from the top of the container and near the centreline of the sides.

Requirements – Two outer non-metallic battery containers shall be supplied as test samples for qualification testing. When tested as specified above, the minimum impact resistance values (expressed as a minimum drop height) are shown in Table 2.

Table 2 – Impact resistance requirements

Test temperature	Minimum impact resistance value (expressed as a drop height in metres)
72 °C ± 2 °C	2,25
–18 °C ± 2 °C	1,50
–40 °C ± 2 °C	1,25

6.25 Special test requirements

Additional requirements are to be defined in the product specification.

7 Quality assurance requirements

7.1 General quality assurance requirements

Quality assurance is the tool by which the purchaser and supplier requirements are satisfied. The specific requirements are detailed in an appropriate quality assurance standard such as ISO 9000. For fulfilling this standard, the supplier shall have in place a recognized quality assurance scheme approved by a national civil aviation or military authority and shall comply with its requirements for all activities.

The manufacturer shall develop instructions for continued airworthiness for each approved product.

7.2 Approval requirements

7.2.1 General requirements

Batteries selected for approval testing shall have been manufactured from production tooling and on the approved production facility. The batteries shall in every respect be fully representative of normal production quality. Test facilities shall be approved by the appropriate quality assurance authority.

7.2.2 Order of testing

Six batteries shall be used for approval testing, one for each group and a spare from the same batch. The order of application of the tests shall be that given in Table 3.

The spare battery shall be kept in reserve and may be substituted into the programme in the event of failure of either the battery or test equipment. If this battery is used, it shall be subjected to the full range of tests in the appropriate group.

Interim approval may be given by the appropriate authority after satisfactory completion of testing batteries N^{os} I, II, III and IV pending full approval after satisfactory completion of testing of battery N^o V.

7.2.3 Maintenance of approval

After approval has been given, the manufacturer shall disclose to the purchaser and approving authority any proposed changes in manufacture or design of the batteries or change in the location of manufacture.

The approving authority may require approval tests to be wholly or partially repeated prior to the introduction of these changes.

7.2.4 Declaration of design and performance

On completion of testing, the manufacturer shall complete a declaration of design and performance (DDP) proforma in accordance with IEC 60952-3. This is used to record the capability of a particular design as controlled by the appropriate test body.

7.2.5 Qualification approval

As a prerequisite for the supply of batteries to this standard, the manufacturer is required to obtain approval of his battery in accordance with the following.

The manufacturer is required to:

- a) have a manufacturing scope which includes the type of battery for which approval is sought;
- b) establish a manufacturing data package which shall precisely define all piece parts to individual drawings, materials to purchase specifications, piece parts and processes used in the battery construction. The relevant documents and specifications shall be subject to the configuration controls, in accordance with the manufacturer's quality system registration and shall be detailed in a quality plan;
- c) provide and test the batteries in accordance with the test schedule shown in Table 3, using his own approved testing facilities or those of a suitably qualified independent test laboratory;
- d) complete a test report and make it available to the purchasers or his representative. It shall also be referenced in the DDP and the performance declaration proforma completed;
- e) detail any changes to the build standard which occur once the approval testing has been completed. This is necessary to maintain the approval.

7.2.6 Quality conformance

7.2.6.1 General

The procedure used to demonstrate compliance with the purchaser's requirements. The manufacturer shall produce a test plan, as part of his contract review process, and incorporate the requirements within the battery quality plan. The plan shall include 3 test categories termed groups A, B and C, the results of which demonstrate whether or not the batteries offered for release have achieved the prescribed quality.

The requirements for quality conformance inspection shall be carried out against specific tests on samples selected using a statistical sampling plan (see ISO 2859 series).

The identified group A tests shall be applied to all of the samples in the batch, either at the end of manufacture or during the process of manufacture. The group B tests shall be carried out on the statistical sample selected from the manufacturing batch and the results used for sentencing the batch for release and delivery. The group C samples shall be selected and tested and used for the maintenance of the approval.

Shall any battery fail a group A test, it shall be rejected and not used for group B or C tests. Any additional batteries required for group B and C tests, i.e. due to equipment malfunction or

operator error shall be drawn from the same manufacturing batch and shall have met the group A requirements.

- a) Group A tests will normally include non-destructive tests which shall be applied to all samples in the batch to inspect the battery's principal visual, electrical and dimensional characteristics.
- b) Group B tests are carried out on a sample from the manufacturing batch selected in accordance with the specification sheet, typical tests include capacity, charge retention and short term environmental, the results of which are used to provide batch release test data.
- c) Group C (maintenance of approval tests) are normally long term and include storage, cycle life and environmental tests, the data from which is used for the maintenance of approval. The sample size will normally be randomly selected from each manufacturing batch and allocated, in sequence, to a sub-group of the test schedule (see Table 3) and subjected to its requirements. The objective being to repeat the test requirements of each sub-group in a planned and monitored process. In cases of small batch quantities, this process is uneconomical. Provided no changes to the approved design have occurred, then a reduced sampling regime shall be determined between the customer and the manufacturer which shall be formalised in the test plan.

The manufacturer shall keep records of these tests for future reference and trend analysis.

7.2.6.2 Modification to approved batteries

Once the battery design has been subjected to the prescribed testing and approved, any design changes shall be validated to ensure that the original approval and DDP can be satisfied. This may be achieved by design calculations, similarity or physical testing as appropriate. Failure to comply with this requirement may result in the withdrawal of the approval.

7.2.6.3 Quality plans

The quality plan is an important tool in the assurance and achievement of quality. It shall identify the key elements of the production of the battery and determine the measures used to achieve the required compliance. The manufacturer shall produce a quality plan which shall be sufficiently definitive to cover all aspects of the manufacture of the battery concerned.

7.2.6.4 Procedure in the case of defective test equipment or operator error

Any battery whose failure during testing can be attributed to a verified test equipment defect or test operator error shall where possible be replaced by another battery from the same manufacturing batch. The replacement battery shall be subjected to all of the tests to which the discarded battery was subjected prior to its failure and to any remaining specified tests to which the discarded battery was not subjected.

7.2.6.5 Procedure in the event of failures

The following procedure applies:

- a) Failure of a battery in one or more of the prescribed tests shall be counted as a single defective.
- b) The manufacturer shall keep records of such defects in samples taken in the course of periodic tests.
- c) If the failure can be attributed to a test procedure error, then the batch may be released and suitable corrective action taken.
- d) If the failure is due to an identified manufacturing fault that can be immediately corrected, then once corrected and satisfactorily tested the batch may be released.
- e) If the failure is concluded to be due to an identified manufacturing fault which cannot be corrected immediately but defective batteries can be identified and rejected by a suitable screening method, then the acceptable batteries from the batch may be released.

Test	Clause or sub-clause reference	Battery N°.				
		I	II	III	IV	V
Physical examination	4.4	X	X	X	X	X
Storage	5.5					X
Insulation resistance and dielectric strength	5.9	X	X	X	X	X
Rated capacity C ₁	5.1.1	X	X	X	X	X
Electrolyte resistance	6.14		X			X
Capacity at different temperatures	5.1.1 to 5.1.5			X	X	
Charge acceptance	5.8	X			X	X
Water consumption	5.11		X			
Constant voltage discharge	5.2	X				
Charge retention	5.4	X				
Cyclic endurance	5.13			X		
Overcharge endurance	5.12				X	
Rapid discharge capacity	5.3	X				
Altitude pressure	6.6		X			
Gas emission	6.5	X				
Charge stability	5.6			X		
Duty cycle performance	5.10				X	X
Temperature variation (shock)	6.7		X			
Physical integrity at high temp (85 °C)	6.12		X			
Vibration	6.1	X				
Acceleration	6.2	2				
Operational shock and crash safety	6.3	X				
Deep discharge	5.14		X			X
Salt spray	6.11	X				
Electrical emissions	5.16	1	1	1	1	1
Fungus resistance	6.8	1	1	1	1	1
Fluid contamination	6.10	1	1	1	1	1
Humidity	6.9	1	1	1	1	1
Flammability	6.13	1	1	1	1	1
Electrolyte resistance	6.14	1	1	1	1	1
Temperature sensors	6.15	1	1	1	1	1
Component qualification tests	6.16	1	1	1	1	1
Battery airtightness	6.17	1	1	1	1	1
Handle strength	6.19	1	1	1	1	1
Induced destructive overcharge	5.15			X		
Short-circuit current	5.7	X				
Explosion containment	6.4		X			

X Test which shall be performed

1 Test which shall be performed and undertaken on a suitable battery or representative samples

2 Test to be undertaken only if required in the product specification

Bibliography

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

ISO 266:1997, *Acoustics – Preferred frequencies*

ISO 9000:2005, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

RTCA DO-293, *Minimum Operational Performance Standards for Nickel-Cadmium, Nickel Metal-Hydride, and Lead-Acid Batteries*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	43
INTRODUCTION	45
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes et définitions	47
4 Conditions d'essai et appareil de mesure	48
4.1 Conditions générales d'essai	48
4.2 Appareil de mesure	49
4.2.1 Généralités	49
4.2.2 Mesure de la tension	49
4.2.3 Mesure du courant	49
4.2.4 Mesure de la température	49
4.2.5 Mesure du temps	49
4.2.6 Equipement additionnel d'essai	49
4.2.7 Equipement d'essai de masse	49
4.3 Méthode de charge	49
4.4 Examen physique	49
5 Exigences électriques et méthodes d'essai	50
5.1 Essais de capacité au régime de 1 I ₁	50
5.1.1 Capacité assignée C ₁	50
5.1.2 Exigence de capacité initiale pour batteries au nickel cadmium de type ouvert et à soupape	50
5.1.3 Capacité à 1 I ₁ et –18 °C	50
5.1.4 Capacité à 1 I ₁ et –30 °C	50
5.1.5 Capacité à 1 I ₁ et 50 °C	50
5.2 Décharge à tension constante	51
5.2.1 Généralités	51
5.2.2 Tension constante	51
5.2.3 Décharge à tension constante (14 V)	52
5.3 Capacité de décharge rapide	52
5.3.1 Capacité de décharge rapide à 23 °C	52
5.3.2 Capacité de décharge rapide à –30 °C	53
5.4 Rétention de charge	53
5.5 Stockage	53
5.6 Stabilité de charge	53
5.7 Essai de court-circuit	54
5.8 Aptitude à la charge	54
5.8.1 Généralités	54
5.8.2 Température ambiante (23 °C)	55
5.8.3 Basse température (uniquement pour batteries équipées de dispositifs de chauffage)	55
5.9 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	56
5.9.1 Généralités	56
5.9.2 Résistance d'isolement	56
5.9.3 Rigidité diélectrique	56
5.10 Performance en service cyclique	56

5.11	Essai de consommation d'eau.....	57
5.12	Endurance en surcharge.....	58
5.13	Endurance cyclique.....	58
5.14	Essai de décharge profonde.....	59
5.15	Surcharge destructive induite.....	59
5.16	Emissions électriques.....	59
6	Exigences d'environnement.....	60
6.1	Vibrations.....	60
6.1.1	Généralités.....	60
6.1.2	Montage de la batterie.....	60
6.1.3	Déclaration.....	60
6.1.4	Exigences de vibrations.....	61
6.2	Accélération.....	61
6.3	Chocs en exploitation et sécurité en cas de collision.....	62
6.3.1	Chocs en exploitation.....	62
6.3.2	Sécurité en cas de collision.....	62
6.3.3	Déclaration.....	62
6.4	Tenue à l'explosion.....	63
6.5	Emission de gaz.....	63
6.6	Pression en altitude.....	63
6.7	Variation de température (chocs).....	64
6.8	Résistance aux moisissures.....	64
6.8.1	Généralités.....	64
6.8.2	Méthode générale.....	65
6.9	Humidité.....	65
6.10	Contamination de liquide.....	65
6.10.1	Généralités.....	65
6.10.2	Essai de pulvérisation.....	65
6.10.3	Essai d'immersion.....	66
6.11	Brouillard salin.....	67
6.12	Intégrité physique à haute température (85 °C).....	67
6.13	Inflammabilité.....	67
6.13.1	Généralités.....	67
6.13.2	Essai de résistance à la flamme.....	68
6.13.3	Résistance au feu.....	68
6.13.4	Essai d'épreuve du feu.....	69
6.14	Résistance à l'électrolyte.....	69
6.15	Capteurs sensibles à la température.....	69
6.16	Essais de qualification des composants.....	70
6.16.1	Généralités.....	70
6.16.2	Essai de soupape.....	70
6.16.3	Essai de bacs d'éléments.....	71
6.16.4	Essai de confinement d'électrolyte de batterie.....	72
6.17	Essai d'étanchéité à l'air de la batterie (le cas échéant).....	73
6.18	Résistance mécanique du connecteur fixe – Types de connecteurs C et Q.....	74
6.19	Essai de résistance des poignées.....	74
6.20	Matériaux dangereux.....	74
6.21	Instructions pour la navigabilité continue.....	74
6.22	Limites.....	74

6.23	Electronique	74
6.24	Résistance aux chocs (coffre de batterie non métallique)	75
6.25	Exigences d'essai spéciales.....	75
7	Exigences d'assurance de la qualité.....	75
7.1	Exigences générales d'assurance de la qualité	75
7.2	Exigences d'homologation	75
7.2.1	Exigences générales	75
7.2.2	Ordre des essais.....	76
7.2.3	Suivi de l'homologation	76
7.2.4	Déclaration de conception et de performance	76
7.2.5	Homologation	76
7.2.6	Conformité de la qualité	77
	Bibliographie	80
	Figure 1 – Orientation des vibrations	60
	Tableau 1 – Conditions d'accélération	61
	Tableau 2 – Exigences de résistance aux chocs	75
	Tableau 3 – Programme d'essai d'homologation	79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES D'AÉRONEFS –**Partie 1: Exigences générales d'essais et niveaux de performances****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale CEI 60952-1 a été établie par le comité d'études 21: Accumulateurs de la CEI.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2004. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente: exigences d'essai supplémentaires pour répondre aux besoins des autorités réglementaires de navigabilité en ce qui concerne la performance et la qualification de produit.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/803/FDIS	21/814/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60952, publiées sous le titre général *Batteries d'aéronefs*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

La série de normes CEI 60952 définit les exigences minimales d'environnement et de performance permettant d'établir une norme de qualification pour la navigabilité des batteries au plomb et au nickel-cadmium d'aéronefs, qui contiennent des électrolytes corrosifs.

La série définit les méthodes d'essai pour la détermination de la performance de batterie. Les résultats d'essais électriques peuvent être utilisés pour établir la navigabilité dans une application particulière. Pour tous les essais, le fabricant déclare la performance minimale pour chaque type de batterie.

Les exigences de la CEI 60952 pour batteries d'aéronefs sont divisées en trois parties:

- La Partie 1 définit les méthodes d'essai pour l'évaluation, la comparaison et la qualification des batteries et établit les niveaux de performances d'environnement minimaux pour la navigabilité.
- La Partie 2 définit les exigences de conception pour les batteries d'aéronefs et l'encombrement (forme et dimensions) concernant la batterie, ainsi que la gamme des connecteurs d'interface d'aéronef qui sont utilisés.
- La Partie 3 définit la spécification du produit qui est utilisée pour définir les exigences particulières pour une application et une déclaration de conception et de performance (DDP) qui précise les performances d'une batterie lorsqu'on la soumet aux essais selon la Partie 1.

BATTERIES D'AÉRONEFS –

Partie 1: Exigences générales d'essais et niveaux de performances

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 60952 définit les méthodes d'essai pour l'évaluation, la comparaison et la qualification des batteries et établit les niveaux de performances et d'environnement minimaux pour la navigabilité. Lorsque les essais spécifiques sont définis sans exigence d'acceptation et de refus (pour établir la capacité de performance), les valeurs déclarées du fabricant, à partir des essais de qualification, seront utilisées pour établir des exigences minimales concernant le maintien de l'agrément pour cette conception de batterie.

Pour fournir des exemples représentatifs, la présente norme utilise des valeurs de tension et de courant reposant sur un réseau électrique d'aéronef de caractéristiques nominales assignées à 28 V à courant continu. De plus, les valeurs nominales pour la tension d'un élément sont supposées être de 1,2 V par élément pour les batteries au nickel-cadmium et de 2,0 V par élément pour les batteries au plomb.

Les thèmes spécifiques abordés dans la présente partie de la CEI 60952 servent à établir des normes de qualité acceptable nécessaires pour qualifier une batterie comme navigable.

Lorsque les exigences pour une application particulière dépassent celles qui sont détaillées dans la présente norme, l'acheteur détaillera lesdites exigences dans la spécification de produit et la méthode d'établissement de la conformité.

Il est admis que des données complémentaires puissent être exigées par d'autres organisations (organismes nationaux de normalisation, AECMA, SAE, etc.). La présente norme peut servir de base de travail pour l'établissement des essais permettant d'obtenir les données exigées.

2 Références normatives

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

CEI 60051-1, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Partie 1: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties*

CEI 60051-2, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres*

CEI 60485, *Voltmètres numériques et convertisseurs électroniques analogiques-numériques à courant continu*¹

CEI 60952-2:2013, *Batteries d'aéronefs – Partie 2: Exigences de conception et de construction*

¹ Retirée.

CEI 60952-3:2013, *Batteries d'aéronefs – Partie 3: Spécification de produit et déclaration de conception et de performance (DPP)*²

ISO 2859 (toutes les parties), *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

ISO 7137, *Aéronefs – Conditions d'environnement et procédures d'essai pour les équipements embarqués*

RTCA DO-160:2010, *Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment* (disponible en anglais seulement)

U.S. Federal Test Method, Standard No. 191A / Federal Test Method 5906:1978, *Flammability (Horizontal Test)* (disponible en anglais seulement)

SAE AIR 1377A-80, *Fire Test Equipment for Flexible Hose and Tube Assemblies* (disponible en anglais seulement)

SAE AS 1055B: 1978, *Fire Testing of Flexible Hose, Tube Assemblies, Coils, Fittings and Similar System Components* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

valeur de courant

courant en ampères (A) utilisé pour charger et décharger les éléments et batteries, exprimé comme un multiple de la capacité

EXEMPLE Par exemple, un courant de 20 A utilisé pour charger un élément avec une capacité assignée C (Ah) de 100 Ah serait exprimé comme C/5 ou 0,2 C (A).

Note 1 à l'article: La CEI 61434 est également applicable tant au nickel-cadmium qu'au plomb et, de ce fait, le courant de référence (I_r) peut être exprimé comme suit:

$$(I_r)A = C_n Ah / 1 \text{ h}$$

où C_n est la capacité assignée déclarée par le fabricant en ampères heures et n est la base de temps en heures pour laquelle la capacité assignée est déclarée.

3.2

régime 1 I_1

courant débité par la batterie pour fournir en 1 h au moins sa capacité C_1 assignée

Note 1 à l'article: Tous les autres régimes de courant sont définis sur cette base.

3.3

capacité assignée

C_1

capacité minimale, obtenue à partir d'une batterie chargée quand elle est déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à la tension d'arrêt (voir 3.6)

Note 1 à l'article: La capacité assignée est exprimée en Ah.

² La première édition (1993) est parue sous le titre *Batteries d'aéronefs – Partie 3: Connecteurs électriques externes*.

3.4**courant de tension constante** **I_{pr}**

courant de décharge, que fournit la batterie à l'issue d'une décharge de puissance de 15 s, contrôlée de manière à maintenir une tension constante aux bornes égale à la moitié de la tension nominale

3.5**batterie chargée**

batterie ayant été complètement chargée conformément aux instructions du fabricant de batterie ou comme le définit la spécification de produit

3.6**tension d'arrêt****EPV**

sauf indication contraire, pendant la décharge, tension d'arrêt de la batterie (EPV) correspondant à une tension moyenne par élément de 1,00 V pour les batteries au nickel-cadmium ou 1,67 V pour les batteries au plomb

Note 1 à l'article: EPV en anglais, *end point voltage*.

3.7**batterie mise en service**

batterie entièrement préparée et entretenue conformément aux instructions du fabricant ou comme le définit la spécification de produit

3.8**navigabilité**

conformité d'une batterie ou d'une partie de cette dernière avec toutes les conditions et tous les règlements exigés par les autorités gouvernementales appropriées pour leur fonctionnement en toute sécurité et pour leur performance

3.9**spécification de produit**

document séparé qui précise les exigences spécifiques à laquelle une batterie est censée répondre pour une application particulière d'aéronef

4 Conditions d'essai et appareil de mesure**4.1 Conditions générales d'essai**

Si des conditions d'essai spécifiques ne sont pas définies pour un essai, l'essai doit être effectué dans le cadre de la condition d'essai générale suivante:

- pression atmosphérique: 85 kPa à 106 kPa (850 mbar à 1 060 mbar),
- température: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$,
- humidité relative (HR): ne devant pas dépasser 70 %.

Si des tolérances définies n'ont pas été spécifiées, un écart ne dépassant pas $\pm 5\%$ est permis par rapport aux valeurs non électriques.

Il est important de noter que lors de l'utilisation de cette norme pour évaluer les produits conçus pour fonctionner sur un réseau électrique d'aéronef distinct de la tension nominale de 28 V à courant continu, ou dont les propriétés chimiques sont telles que la tension d'un élément individuel diffère de celle indiquée ci-dessus, les valeurs d'essai doivent être adaptées en conséquence.

4.2 Appareil de mesure

4.2.1 Généralités

La méthode de mesure utilisée pour les essais doit être sélectionnée pour convenir à l'amplitude des paramètres à mesurer. Les appareils doivent être régulièrement étalonnés et doivent avoir au moins le degré de précision indiqué ci-dessous.

4.2.2 Mesure de la tension

Les instruments utilisés pour mesurer la tension doivent être des voltmètres ayant une précision de classe 0,5 ou supérieure, définie dans la CEI 60051-1 et la CEI 60051-2. Les systèmes numériques doivent être conformes à la CEI 60485. La résistance des voltmètres doit être d'au moins 5 000 Ω/V . Pour déterminer la tension de la batterie, les mesures doivent être prises au niveau du connecteur d'interface de la batterie.

4.2.3 Mesure du courant

Les instruments utilisés pour mesurer le courant doivent être des ampèremètres ayant une précision de classe 0,5 ou supérieure, définie dans la CEI 60051-1 et la CEI 60051-2. Les systèmes numériques doivent être conformes à la CEI 60485. Cette classe de précision doit s'appliquer également à l'ensemble ampèremètre, shunt et câblage.

4.2.4 Mesure de la température

Les instruments utilisés pour la mesure de la température doivent avoir une précision de ± 1 °C ou supérieure.

4.2.5 Mesure du temps

Les instruments utilisés pour la mesure du temps doivent avoir une précision de 0,5 % ou supérieure.

4.2.6 Equipement additionnel d'essai

Sauf indication contraire, l'équipement utilisé doit avoir une précision de mesure de 5 %.

4.2.7 Equipement d'essai de masse

Sauf indication contraire, l'équipement utilisé doit avoir une précision de mesure de 0,5 %.

4.3 Méthode de charge

La batterie doit être mise en service et chargée conformément aux instructions du fabricant ou en utilisant le chargeur dédié ou de la façon exigée par la spécification de produit.

4.4 Examen physique

Avant le commencement des essais électriques et d'environnement, chaque batterie à soumettre à essai doit être contrôlée afin de s'assurer qu'elle est conforme à la spécification de produit correspondante comme défini dans la CEI 60952-3, ou selon le schéma du fabricant comme suit:

- a) masse et dimensions;
- b) marquage minimal comme précisé en 15.3 de la CEI 60952-2:2013;
- c) étiquettes d'avertissement correctes;
- d) connecteurs d'interface corrects;
- e) détérioration subie par le bac, le couvercle et les connecteurs d'interface;

- f) aucun signe de corrosion;
- g) aucun signe de fuite d'électrolyte;
- h) normes générales de qualité d'exécution.

5 Exigences électriques et méthodes d'essai

5.1 Essais de capacité au régime de 1 I_1

5.1.1 Capacité assignée C_1

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV), en maintenant la température ambiante à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant la décharge.

Exigences – La batterie doit fournir une capacité d'au moins 100 % C_1 (temps de décharge de 1 h).

5.1.2 Exigence de capacité initiale pour batteries au nickel cadmium de type ouvert et à soupape

Pour répondre à l'exigence de capacité assignée, chaque élément doit produire une tension d'au moins 1,0 V à l'issue des 60 min de décharge à 1 I_1 à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.1.3 Capacité à 1 I_1 et -18 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV), en maintenant la température ambiante à $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant la décharge.

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou indiquée dans la spécification de produit.

5.1.4 Capacité à 1 I_1 et -30 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV), en maintenant la température ambiante à $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant la décharge.

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou indiquée dans la spécification de produit.

5.1.5 Capacité à 1 I_1 et 50 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV), en maintenant la température ambiante à $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant la décharge.

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou indiquée dans la spécification de produit.

5.2 Décharge à tension constante

5.2.1 Généralités

L'une ou l'autre des méthodes d'essai suivantes doit être réalisée conformément à l'agrément de l'autorité d'approbation. La capacité du courant de décharge de l'équipement d'essai doit dépasser $50 I_1$.

5.2.2 Tension constante

5.2.2.1 Généralités

Soumettre la batterie à une décharge à tension constante égale au nombre d'éléments multiplié par la moitié de leur tension nominale aux températures suivantes.

5.2.2.2 Courant de tension constante à 23 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante correspondant à la moitié de la tension nominale pendant au moins 15 s. La décharge doit être automatiquement contrôlée pour permettre l'enregistrement d'un tracé du courant en fonction du temps pendant l'essai.

Exigences – Le courant à 15 s doit être désigné I_{PR} et le courant à 0,3 s doit être désigné I_{PP} . Les valeurs obtenues doivent être consignées et ne doivent pas être inférieures aux valeurs déclarées par le fabricant ou à celles indiquées dans la spécification de produit.

5.2.2.3 Courant de tension constante à –18 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, elle doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante correspondant à la moitié de la tension nominale pendant au moins 15 s. La décharge doit être automatiquement contrôlée pour permettre l'enregistrement d'un tracé du courant en fonction du temps pendant l'essai.

Exigences – Les valeurs du courant à 0,3 s et à 15 s doivent être consignées et ne doivent pas être inférieures aux valeurs déclarées par le fabricant ou à celles indiquées dans la spécification de produit.

5.2.2.4 Courant de tension constante à –30 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante correspondant à la moitié de la tension nominale pendant au moins 15 s. La décharge doit être automatiquement contrôlée pour permettre l'enregistrement d'un tracé du courant en fonction du temps pendant l'essai.

Exigences – Les valeurs du courant à 0,3 s et à 15 s doivent être consignées et ne doivent pas être inférieures aux valeurs déclarées par le fabricant ou à celles indiquées dans la spécification de produit.

5.2.3 Décharge à tension constante (14 V)

5.2.3.1 Généralités

Soumettre la batterie à une décharge à tension constante (14,0 V) aux températures suivantes.

L'équipement d'essai pour régime élevé (14 V) doit pouvoir enregistrer les données avec une résolution de 0,1 s d'intervalle.

5.2.3.2 Courant de tension constante à 23 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante de 14,0 V pendant au moins 60 s.

Pendant tout l'essai, un tracé du courant en fonction du temps doit être enregistré.

Exigences – Le courant à 0,3 s, 5 s, 15 s et 30 s ainsi que le courant moyen pendant les 60 s de l'essai ne doivent pas être inférieurs à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.2.3.3 Courant de tension constante à – 18 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante de 14,0 V pendant au moins 60 s.

Pendant tout l'essai, un tracé du courant en fonction du temps doit être enregistré.

Exigences – Le courant à 0,3 s, 5 s, 15 s et 30 s ainsi que le courant moyen pendant les 60 s ne doivent pas être inférieurs à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.2.3.4 Courant de tension constante à –30 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée à un régime de manière à maintenir une tension aux bornes constante de 14,0 V pendant au moins 60 s.

Exigences – Pendant tout l'essai, un tracé du courant en fonction du temps doit être enregistré; le courant à 0,3 s, 5 s, 15 s et 30 s ainsi que le courant moyen pendant les 60 s ne doivent pas être inférieurs à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.3 Capacité de décharge rapide

5.3.1 Capacité de décharge rapide à 23 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée à un régime de 10 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.3.2 Capacité de décharge rapide à -30 °C

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h à une température ambiante de $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, une batterie mise en service et chargée doit être déchargée à un régime de 10 I_1 jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne par élément de 0,5 V pour le nickel-cadmium ou 0,83 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant la décharge.

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.4 Rétention de charge

Méthode d'essai – La batterie doit être soumise à 2 essais séparés, un à chacune des 2 différentes températures définies, à effectuer de manière séquentielle.

Température d'essai:

- a) $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$,
- b) $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Elle doit être déchargée conformément à 5.1.1 et la durée de la décharge doit être enregistrée (capacité 1).

Elle doit être rechargée et, en recouvrant la batterie, stockée en circuit ouvert à la température définie ci-dessus pendant une période de 28 jours, après quoi on doit l'enlever du stockage thermique et la laisser se stabiliser à une température de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et ensuite la décharger au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV) (capacité 2).

Exigences – La capacité (capacité 2) et la réduction en pourcentage de la capacité (calculée à partir des capacités 1 et 2) doivent être enregistrées et doivent être conformes à la valeur déclarée par le fabricant ou telles qu'indiquées dans la spécification de produit.

5.5 Stockage

Méthode d'essai – Une nouvelle batterie, telle que fournie par le fabricant, doit être stockée dans des conditions tempérées ($20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$; humidité inférieure à 70 %) pendant 24 mois. Différentes périodes de stockage peuvent être spécifiées soit par le fabricant soit selon ce qu'indique la spécification de produit.

Exigences – Après le stockage, la batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Elle doit ensuite satisfaire à la séquence d'essai du Tableau 3 pour la batterie d'essai du groupe V.

5.6 Stabilité de charge

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Pour faciliter les mesures de température de la batterie, un thermocouple doit être raccordé soit à un connecteur inter-éléments soit à un connecteur monobloc, près du centre de la batterie, équipé de toute l'instrumentation nécessaire et placé dans une chambre à $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant au moins 20 h et au plus 24 h, avant le commencement de l'essai. La batterie doit demeurer dans la chambre pendant la durée de cet essai et le débit d'air, à l'emplacement de la batterie dans la chambre, doit être à une vitesse minimale de 0,45 m par seconde.

Décharger la batterie au régime de $6 I_1$ pendant 5 min et recharger immédiatement soit à une tension de charge constante de $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ soit avec un chargeur dédié pendant une période de 10 h comme cela est défini par le fabricant ou comme indiqué dans la spécification de produit.

Enregistrer le courant de charge toutes les secondes pendant les 5 premières minutes et enregistrer ensuite à la fois le courant et la température à des intervalles de 10 min. La tension doit être enregistrée pendant toute la période de charge.

A l'issue du repos en circuit ouvert de la charge pendant 1 h, décharger la batterie au régime de $1 I_1$ jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV). La batterie doit être examinée à la fin de l'essai concernant les dommages physiques. Aucune addition d'eau ne doit être effectuée après que la batterie a été placée dans la chambre.

Exigences – Au cours de la charge à tension constante, la valeur minimale du courant de charge ne doit pas augmenter pendant cette période de plus de $0,1 I_1$, et la température de l'élément central ne doit pas dépasser 70°C . Pendant la décharge à $1 I_1$, la batterie doit fournir une capacité d'au moins 75 % de C_1 .

A la fin de l'essai, la batterie, après être restée à $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h, doit satisfaire aux exigences de 5.1.1.

5.7 Essai de court-circuit

MISE EN GARDE: L'attention est attirée sur le risque éventuel d'incendie ou d'explosion encouru lors de l'exécution de cet essai.

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et stabilisée à $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h. Elle doit ensuite être raccordée à un circuit d'essai par un connecteur approprié pendant 60 s. La résistance totale du circuit, y compris celle du connecteur, ne doit pas dépasser $2,0 \text{ m}\Omega$.

Le courant et la tension aux bornes doivent être mesurés pendant tout l'essai.

Procéder à une révision générale de la batterie conformément au manuel de maintenance du fabricant et effectuer par la suite l'essai d'isolation et de capacité assignée.

Exigences – Tous les débris ou toute fragmentation doivent être contenus à l'intérieur du boîtier de batterie et il ne doit se produire ultérieurement aucune combustion de gaz à l'intérieur de la batterie.

Le courant de crête et la dernière valeur du courant enregistrée doivent être consignés. Si la batterie revient en circuit ouvert, la durée à partir du début doit être indiquée. Le courant juste avant cela et l'aspect physique de la batterie après l'essai doivent être consignés.

5.8 Aptitude à la charge

5.8.1 Généralités

L'aptitude à la charge permet de vérifier la capacité de la batterie à supporter la charge qui assure la possibilité de retour à la batterie, dans le délai prévu, de l'énergie consommée pendant l'exploitation au sol et le démarrage au sol. L'essai à température ambiante doit être effectué pour toutes les batteries. L'essai ou les essais à basse température doivent être effectués uniquement pour les batteries équipées de dispositifs de chauffage. L'essai ou les essais appropriés doivent être réalisés conformément à la spécification de produit.

5.8.2 Température ambiante (23 °C)

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Elle doit être déchargée conformément à 5.1.1 et la durée de la décharge doit être enregistrée. Elle doit être rechargée conformément à 4.3. Elle doit ensuite être déchargée au régime de $1 I_1$ pendant 50 % de la durée de l'essai de décharge précédent. La batterie doit être laissée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h et ensuite être chargée à une tension constante de $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ ou au moyen d'un chargeur dédié pendant $60 \text{ min} \pm 3 \text{ min}$. Une courbe de courant en fonction du temps doit être enregistrée pendant une période de 60 min.

Immédiatement après la charge, la batterie doit être déchargée au régime de $1 I_1$ jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.8.3 Basse température (uniquement pour batteries équipées de dispositifs de chauffage)

5.8.3.1 Généralités

L'évaluation à basse température permet de valider l'aptitude de la batterie à supporter la charge et garantit l'efficacité du dispositif de chauffage. Cela permet de vérifier que l'énergie consommée, pour l'exploitation au sol et le démarrage au sol, peut être récupérée à la température de fonctionnement inférieure fournissant ainsi la confirmation que la batterie peut supporter des charges d'urgence. L'essai exigé doit être réalisé conformément à la norme de produit.

5.8.3.2 Essai de charge et de décharge à -18 °C pour des batteries contenant des dispositifs de chauffage internes

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit ensuite être placée dans une chambre d'essai à $-18 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h. A cette même température d'essai, la batterie doit être déchargée au régime de $1 I_1$ jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Dans les 5 min, alors que la batterie est toujours dans l'environnement à -18 °C , la charger à une tension constante de $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ ou au moyen de son chargeur dédié pendant $0,5 \text{ h} \pm 3 \text{ min}$. Une courbe du courant en fonction du temps doit être enregistrée. Le circuit de chauffage de la batterie doit être alimenté à sa puissance spécifiée durant sa charge entière de 0,5 h. A la fin de la charge de 0,5 h, déconnecter la puissance du circuit de chauffage.

Immédiatement après la charge, retirer la batterie de la chambre d'essai et la décharger au régime de $1 I_1$ jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur de la décharge précédente ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.8.3.3 Essai de charge et de décharge à -40 °C pour des batteries contenant des dispositifs de chauffage internes

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et placée dans une chambre d'essai à $-40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h. Alors qu'elle est à cette température d'essai, la batterie doit être déchargée au régime de $1 I_1$ jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Dans les 5 min, la batterie étant toujours dans l'environnement à -40 °C , la charger à une tension constante de $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ ou au moyen de son chargeur dédié pendant $60\text{ min} \pm 3\text{ min}$. Une courbe du courant en fonction du temps doit être enregistrée. Le circuit de chauffage de la batterie doit être alimenté pendant la charge entière de 60 min. A la fin de la charge de 60 min, déconnecter la puissance du circuit de chauffage.

Immédiatement après avoir accompli la charge de 60 min, retirer la batterie de l'environnement à -40 °C et la placer dans un environnement à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Dans les 5 min, décharger la batterie au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Exigences – La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur de la décharge précédente ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.9 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

5.9.1 Généralités

Pour évaluer la résistance d'isolement, les 2 essais suivants doivent être effectués.

5.9.2 Résistance d'isolement

Méthode d'essai – La valeur de la résistance d'isolement doit être mesurée avec 250 V à courant continu entre la borne de sortie positive et les points habituellement utilisés lors de l'installation et la fixation du boîtier.

Exigences – La valeur minimale de la résistance d'isolement doit être de $0,25\text{ M}\Omega$ mais après le nettoyage et le séchage, la valeur minimale doit être de $10\text{ M}\Omega$.

5.9.3 Rigidité diélectrique

Méthode d'essai – La batterie doit être stabilisée à $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h. Appliquer une tension à courant alternatif, d'une valeur efficace de 1 500 V, d'une fréquence de $50\text{ Hz} \pm 10\text{ Hz}$, pendant 1 min entre chaque borne et le bac de la batterie (ou ses fixations si isolées).

Exigences – Il ne doit se produire aucun amorçage ni aucun claquage d'isolation.

5.10 Performance en service cyclique

Méthode d'essai – L'essai suivant doit ensuite être effectué à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. La batterie peut être refroidie de l'extérieur pendant tout l'essai. Pour aider au refroidissement, le couvercle des batteries munies de couvercles amovibles peut être enlevé.

La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Pendant l'essai, la température de la batterie doit être mesurée aussi près que possible du centre de sa masse; soit sur un des connecteurs entre éléments, soit fixée à la surface monobloc.

Un cycle est constitué de la séquence suivante de 4 étapes:

- La batterie doit être déchargée à travers une résistance fixe pendant 20 s. La valeur de la résistance (en ohms) doit être égale à 1,15 fois la tension nominale de la batterie divisée par sa valeur assignée de I_{PR} (5.2.2.2) ou telle que déclarée dans la spécification de produit. La tension nominale de la batterie est définie comme le nombre d'éléments multiplié par 1,2 V pour les batteries au nickel-cadmium ou 2,0 V pour les batteries au plomb. La résistance ne doit pas varier de plus de $\pm 5\%$ pendant tout l'essai.
- Après être restée en circuit ouvert pendant 2 min, elle doit être encore déchargée à travers la résistance pendant 20 s.

- c) La batterie doit alors être chargée au moyen d'un chargeur dédié ou à une tension constante de $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ (pour une batterie de 24 V nominale et réglée au pro rata pour des batteries d'autres tensions nominales) pendant $60 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$. L'alimentation à tension constante doit avoir une caractéristique de courant assignée d'au moins $8 I_1$.
- d) La batterie doit ensuite rester en circuit ouvert pendant une durée comprise entre 1 h et 2 h.

Le cycle (séquence a) à d)) doit être répété 50 fois. Aucune addition d'eau n'est autorisée au cours de ces cycles.

La batterie doit être immédiatement déchargée au régime de $1 I_1$ en enregistrant la durée jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

La batterie doit alors être mise en service et chargée conformément à 4.3.

La batterie doit être alors déchargée au régime de $1 I_1$ en enregistrant la durée jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Les procédures ci-dessus doivent être répétées, pour fournir un total minimal de 100 cycles.

Exigences – La batterie répond aux exigences si:

- a) la tension minimale aux bornes de la batterie atteinte au cours de la décharge à l'étape a) ci-dessus n'est pas inférieure à 13 V (pour une batterie de 24 V nominale ou ajustée au pro rata pour des batteries d'autres tensions nominales);
- b) la température au centre de la batterie ne dépasse pas 60°C ;
- c) le courant diminue au cours de la charge à tension constante et demeure au-dessous de $0,2 I_1$ pendant l'essai;
- d) la durée de la décharge au régime de $1 I_1$, tout de suite après la dernière charge de l'essai cyclique, n'est pas inférieure à 48 min (80 % de C_1);
- e) le remplissage en eau, si applicable, par élément pendant le service ne dépasse pas les recommandations du fabricant;
- f) la résistance d'isolement entre les éléments et le bac avant la mise en service n'est pas inférieure à $0,25 \text{ M}\Omega$ à une tension de 250 V en courant continu;
- g) après la mise en service et la charge, la durée de la décharge au régime de $1 I_1$ n'est pas inférieure à 54 min (90 % de C_1);
- h) la déformation dimensionnelle demeure dans les limites spécifiées;
- i) il ne se produit aucune fissuration des bacs ou des couvercles des éléments ou des batteries.

5.11 Essai de consommation d'eau

Cet essai est conçu pour toutes les batteries auxquelles on peut ajouter de l'eau.

Méthode d'essai – Un essai de capacité assignée doit être effectué sur une batterie mise en service et chargée conformément à 5.1.1. La batterie doit être mise en service conformément à 4.3.

La batterie doit être pesée avant le commencement de l'essai et toutes les 500 h. La batterie doit accomplir un minimum de 2 000 h.

La batterie doit être soumise à une charge à une tension constante de $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ à une température de $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. L'essai doit continuer pendant 2 000 h ou jusqu'à ce qu'ait été atteinte la perte de poids maximale, répondant à un fonctionnement en toute sécurité, selon la déclaration du fabricant.

Exigences – Le nombre total d'heures en charge et la perte de poids qui en résulte doivent être enregistrés.

5.12 Endurance en surcharge

Cet essai concerne les batteries à soupape.

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit être soumise à un essai de capacité assignée conformément à 5.1.1. La batterie doit ensuite être chargée conformément aux instructions du fabricant. La batterie doit être pesée.

Pour les batteries conçues pour être utilisées avec un système de charge dédié, la batterie doit être soumise à une charge continue au moyen du système de charge dédié pendant au moins 400 h. Le chargeur dédié doit fonctionner à son régime de surcharge maximal autorisé. Pour les autres batteries, la batterie doit être soumise à une charge à tension constante à $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à une tension correspondant à $1,45\text{ V} \pm 0,005\text{ V}$ par élément pour le nickel-cadmium ou $2,417\text{ V} \pm 0,01\text{ V}$ par élément pour le plomb, pendant au moins 400 h sans décharge intermédiaire.

Après 400 h, la batterie doit être pesée.

Après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h en circuit ouvert à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être déchargée au régime de 1 I_1 jusqu'à sa tension d'arrêt (EPV).

Exigences – La perte de poids de la batterie ne doit pas dépasser 0,1 % pour les batteries au nickel-cadmium et 0,2 % les batteries au plomb.

La capacité doit être enregistrée et ne doit pas être inférieure à la valeur déclarée par le fabricant ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

NOTE Certaines conceptions de batteries au plomb peuvent nécessiter un conditionnement avant cet essai, comme déclaré par le fabricant.

5.13 Endurance cyclique

L'essai d'endurance cyclique est effectué pour déterminer le nombre de cycles qu'il est possible d'accomplir sans procéder à une maintenance permettant de rééquilibrer la capacité des batteries au nickel-cadmium et à hydrure métallique de nickel, et pour déterminer la durée de vie des batteries au plomb.

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément aux instructions du fabricant de batterie ou à la documentation de conception et doit être soumise à 4 séries de 24 cycles de décharge légère suivie de 1 cycle de décharge profonde ou jusqu'à ce que la batterie ne satisfasse plus aux exigences ci-dessous. Le refroidissement externe est autorisé.

Chaque cycle de décharge légère doit être constitué d'une décharge au régime de 1 I_1 pendant 10 min, suivie par une charge à $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ ou au moyen d'un chargeur dédié pendant 2 h, et d'une période de maintien de 1 h.

Chaque cycle de décharge profonde doit être constitué d'une décharge au régime de 1 I_1 pendant 48 min, suivie par une charge à $28,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ ou au moyen d'un chargeur dédié pendant 2 h, et d'une période de maintien de 1 h.

Exigences – Au cours de chaque décharge, la tension ne doit pas descendre au-dessous de 0,9 V par élément pour les batteries au nickel-cadmium ou 1,5 V par élément pour les batteries au plomb.

Le fabricant doit déclarer le nombre de cycles menés à bien.

5.14 Essai de décharge profonde

Pour établir la performance de la batterie et sa capacité à se rétablir après une décharge profonde, l'essai suivant doit être appliqué.

Méthode d'essai – Cet essai doit être effectué à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Une batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3.

Décharger la batterie au régime de $1\ I_1$ (conformément à 5.1.1) pour déterminer sa capacité (capacité 1). Appliquer une résistance de $1\ \Omega \pm 10\ \%$ entre les bornes positive et négative de la batterie. La résistance doit demeurer connectée pendant 336 h (2 semaines). Enlever le circuit de résistance et laisser la batterie demeurer dans la condition déchargée pendant 336 h (2 semaines) supplémentaires.

Charger la batterie conformément à 4.3. Effectuer un essai de capacité de décharge ($1\ I_1$) conformément à 5.1.1 (capacité 2).

Exigences – La batterie satisfait à cet essai si la capacité 2 est égale ou supérieure à 90 % de la capacité 1 ou à celle indiquée dans la spécification de produit.

5.15 Surcharge destructive induite

MISE EN GARDE: L'attention est attirée sur le risque éventuel d'incendie ou d'explosion encouru lors de l'exécution de cet essai.

Méthode d'essai – La batterie doit être chargée et mise en service conformément à 4.3. Elle doit être montée suivant la méthode normale de montage qui lui est propre. Elle doit alors être à nouveau chargée, en utilisant une alimentation à tension constante, à $3\text{ V} + 0,2\text{ V} - 0,0\text{ V}$ par élément pour le plomb et à $1,8\text{ V} + 0,2\text{ V} - 0,0\text{ V}$ pour le nickel-cadmium, avec la capacité de fournir un courant d'au moins $8\ I_1$ A jusqu'au point de défaillance totale de la batterie.

Le dispositif de charge ne doit pas être enlevé avant que la tension de la batterie et le courant de charge de la batterie ne soient stabilisés pendant au moins 1 h.

Pendant tout l'essai, enregistrer la tension aux bornes de la batterie, le courant de charge et la température de la batterie.

Les éléments suivants doivent être consignés:

- a) toute manifestation de flammes provenant de la batterie dans les 3 h qui suivent la fin de la charge finale;
- b) l'efficacité du bac de la batterie à contenir tous les débris résultant d'explosions pendant ou après l'essai;
- c) toute fuite d'électrolyte du coffre de la batterie.

5.16 Emissions électriques

Les batteries contenant des composants électroniques actifs doivent être soumises à essai conformément aux exigences du RTCA DO-160. Le fabricant doit déclarer, dans la DDP, si la batterie contient des composants actifs.

6 Exigences d'environnement

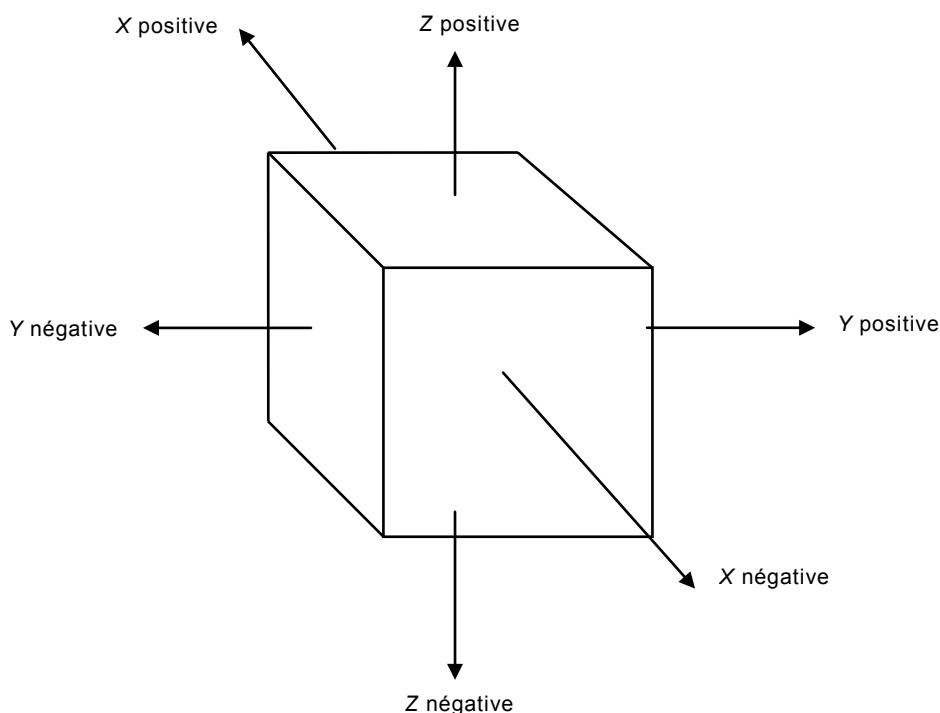
6.1 Vibrations

6.1.1 Généralités

La batterie doit être soumise à des vibrations soit sinusoïdales soit aléatoires conformément au RTCA DO-160. Des exigences spécifiques, pour remplir une application spécifique, doivent être incluses dans la spécification de produit. La durée des vibrations doit être proportionnelle à la durée de vie de la batterie installée en gardant à l'esprit qu'il s'agira d'une période plus courte que la durée de vie de la structure de l'avion. La méthode de montage, d'orientation et de spectre de vibrations appliquée au cours de cet essai doit refléter celle utilisée dans l'application (si elle est connue).

6.1.2 Montage de la batterie

La batterie doit être montée de sorte que sa base soit dans un plan horizontal quel que soit l'axe de vibration (Figure 1). Sauf spécification contraire, elle doit être fixée directement sur la table du générateur de vibrations d'après sa méthode de montage. La connexion électrique à la batterie doit être effectuée par les connecteurs de batterie.



IEC 1293/04

Les précisions de montage de la batterie doivent être déterminées conformément à la norme de produit et elles doivent refléter au mieux l'installation de l'aéronef.

L'axe de vibration doit être défini en termes d'orientation en utilisant le connecteur en tant que référence à la désignation de direction donnée ci-dessus.

Figure 1 – Orientation des vibrations

6.1.3 Déclaration

Le fabricant doit déclarer, dans la DDP, le détail de l'essai et la référence du rapport contenant les résultats. De plus, la durée de vie maximale de la batterie installée doit être déclarée tant dans la DDP que dans le certificat de navigabilité.

6.1.4 Exigences de vibrations

Lorsqu'elle est soumise à l'essai de vibrations sinusoïdales ou aléatoires, la batterie doit être conforme aux indications suivantes:

- Aucun élément ou composant de batterie ne doit présenter de déformations dimensionnelles au-delà des limites spécifiées ni de fissuration des bacs ou couvercles des éléments ou des batteries.
- Il ne doit se produire aucune coupure d'alimentation ni variation irrégulière de tension ou de courant supérieures à 2 %.
- Il ne doit se produire aucune défaillance mécanique d'une quelconque partie ni de fuite d'électrolyte ni d'écoulements d'électrolyte à aucun moment au cours de l'essai ni encore d'évacuations de gaz contenant de l'électrolyte (sauf pendant la charge des batteries ouvertes au nickel-cadmium).
- La valeur minimale de la résistance d'isolement doit être de 0,25 M Ω mais après le nettoyage et le séchage, la valeur minimale doit être de 10 M Ω . La batterie ne doit présenter ni claquage de l'isolement, ni arrachement de placage métallique de n'importe quel composant, ni corrosion des parties métalliques, ni aucun décollement du revêtement de protection du coffre de la batterie ou du couvercle de la batterie ni encore aucune détérioration des marquages pour l'identification de la batterie.
- La batterie doit être conforme aux exigences de capacité de décharge rapide.

6.2 Accélération

Essai à réaliser s'il est exigé par la spécification de produit.

Méthode d'essai – La batterie chargée conformément à 4.3 doit être fixée selon sa méthode normale de montage à un bâti approprié, lui-même solidement fixé à la centrifugeuse.

MISE EN GARDE: Pour la batterie de type à ventilation naturelle, tous les orifices ouverts aux surfaces extérieures du bac, tels que des volets d'aération et des événements, peuvent être temporairement colmatés pendant l'essai pour éviter tout écoulement inutile d'électrolyte.

Les conditions d'accélération doivent être celles données au Tableau 1 et doivent être appliquées à chaque axe pendant au moins 1 min:

Tableau 1 – Conditions d'accélération

Axe	Accélération normale		Accélération de crash
	Sans voltige	Avec voltige	Toutes les applications
Horizontaux (axes X et Y)	$\pm 2,0$ g	$\pm 4,7$ g	$\pm 9,0$ g
Verticaux			
Axe Z (vers le haut)	2,0 g	3,6 g	4,0 g
Axe Z (vers le bas)	4,5 g	9,0 g	4,5 g

Pendant l'essai, la batterie doit être déchargée au régime de 0,1 I_1 ; la tension et le courant doivent être continuellement enregistrés de telle sorte que la variation ou la coupure de l'alimentation puisse être détectée. Le temps de réponse de l'instrumentation de contrôle ne doit pas être supérieur à 100 ms.

Les exigences sont les suivantes:

- a) Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucune coupure d'alimentation ni variations irrégulières de tension ou de courant supérieures à 2 %.
- b) A l'issue de l'essai d'accélération normale, aucun élément ou composant de la batterie ne doit présenter de déformations dimensionnelles au-delà des limites spécifiées ni de fissuration des bacs ou couvercles des éléments ou des batteries.
- c) A l'issue de l'essai d'accélération normale, il ne doit y avoir aucune défaillance mécanique d'une partie quelconque, de fuite d'électrolyte ou d'écoulement d'électrolyte à aucun moment au cours de l'essai ni d'évacuations de gaz contenant de l'électrolyte.
- d) La valeur minimale de la résistance d'isolement doit être de 0,25 M Ω mais après le nettoyage et le séchage, la valeur minimale doit être de 10 M Ω . Il ne doit y avoir aucun claquage de l'isolement, d'arrachement du revêtement métallique d'une partie quelconque d'un composant, de corrosion des parties métalliques, ou d'arrachement du revêtement de protection du bac ou du couvercle de la batterie ou de détérioration des marquages d'identification de la batterie.
- e) A l'issue de l'essai de crash, la batterie peut présenter des dommages mais elle ne doit pas s'être détachée de son support ni avoir pris feu. Le fabricant de batterie peut spécifier que l'essai d'accélération de crash peut être effectué après l'essai de comportement en service cyclique (voir le Tableau 3).

6.3 Chocs en exploitation et sécurité en cas de collision

6.3.1 Chocs en exploitation

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit être soumise à la procédure d'essai de chocs en exploitation du RTCA DO-160. La batterie doit être complètement chargée avant l'essai de chocs. Soumettre la batterie aux chocs dans toutes les orientations, à l'exception des chocs dans la position suspendue à l'envers. En soumettant la batterie aux chocs, décharger la batterie au régime de 0,5 C₁A et, après chaque choc, vérifier la présence de défaillances, aux niveaux électrique ou mécanique. Aucun montage élastique ne doit être prévu.

Exigences – La batterie doit être examinée en vue d'éventuels dommages physiques résultant de l'essai de chocs et aucun dommage ne doit être subi par la batterie ni aucune fuite d'électrolyte émanant de la batterie ne doit avoir lieu.

6.3.2 Sécurité en cas de collision

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit être soumise à la procédure d'essai de résistance en cas de collision du RTCA DO-160, incluant les niveaux d'accélération stabilisée et impulsionnelle, selon le cas. La batterie ne doit pas subir de chocs dans la position suspendue à l'envers.

Exigences – La batterie doit satisfaire à toutes les exigences mécaniques spécifiées. De plus, aucune fuite d'électrolyte émanant de la batterie n'est autorisée. A la suite des chocs, la batterie doit être soumise à la capacité de décharge rapide à 23 °C selon 5.3.1 et il faut qu'elle délivre la capacité déclarée par le fabricant ou celle exigée dans la spécification de produit.

6.3.3 Déclaration

Le fabricant doit déclarer dans la DDP le détail des essais appliqués (y compris la catégorie d'équipement appliquée et les détails sur le maintien et l'impulsion) et la référence du rapport contenant les résultats.

6.4 Tenue à l'explosion

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Elle doit être montée selon sa méthode normale de montage et, sans ventilation forcée, elle doit être surchargée par un courant de $0,5 I_1$. Après au moins 5 min à ce courant, les gaz à l'intérieur du coffre de la batterie doivent être enflammés par une méthode appropriée.

Exigences – Tous les débris ou fragments doivent être contenus à l'intérieur du coffre et il ne doit se produire, ultérieurement, aucun allumage de la batterie.

MISE EN GARDE: On doit faire preuve d'une extrême prudence lors de l'exécution de cet essai, pour prévenir toute blessure dans l'éventualité où l'explosion n'est pas maîtrisée.

6.5 Emission de gaz

Cet essai concerne les batteries au nickel-cadmium et au plomb à soupape.

MISE EN GARDE: L'attention est attirée sur le risque éventuel d'incendie/d'explosion encouru lors de cet essai; les niveaux d'hydrogène en pourcentage autorisés et fixés par la réglementation locale doivent être respectés. Les mélanges hydrogène/air contenant 4 % ou plus d'hydrogène par volume sont explosifs. Il est impératif que les autorités chargées de la conception des aéronefs tiennent compte des résultats de cet essai lors de la détermination des exigences de ventilation pour l'installation des batteries dans l'aéronef, afin de réduire la concentration d'hydrogène à moins de 0,8 %.

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Elle doit rester en circuit ouvert à température ambiante pendant une période n'excédant pas 4 h. La batterie doit ensuite être centrée verticalement et horizontalement dans une chambre d'essai équipée d'un ventilateur brasseur d'air.

La température de la batterie doit être stabilisée à $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant un minimum de 20 h.

Pendant tout l'essai, le ventilateur doit fonctionner continuellement. En 2 endroits pris au hasard dans la chambre, le gaz doit être prélevé et analysé concernant la teneur en hydrogène, et la quantité d'hydrogène émis doit être calculée.

Pour les batteries conçues pour être utilisées avec un système de charge dédié, la batterie doit être soumise à une charge continue au moyen du système de charge dédié pendant 1 h. Le chargeur dédié doit fonctionner à son régime de surcharge maximal autorisé. Pour les autres batteries, la batterie doit être chargée pendant 1 h à une tension constante correspondant à $1,6\text{ V} \pm 0,005\text{ V}$ par élément pour le nickel-cadmium ou $2,67\text{ V} \pm 0,01\text{ V}$ par élément pour le plomb. Le prélèvement et l'analyse du gaz concernant la teneur en hydrogène doivent être renouvelés aux mêmes endroits.

Exigences – La quantité d'hydrogène émis doit être déclarée ainsi que le volume de la chambre d'essai. Il faut que les constructeurs des avions utilisent ces chiffres pour déterminer la nécessité d'une ventilation assistée de la batterie ou du compartiment de la batterie dans l'aéronef.

6.6 Pression en altitude

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3, placée dans la chambre d'altitude et connectée aux alimentations externes. Elle doit être soumise à 2 cycles à température ambiante comme suit:

- a) réduire la pression absolue pendant 15 min à 5,5 kPa,
- b) décharger la batterie à $5 I_1$ A pendant 5 min,

- c) charger à une tension constante de 28,5 V ou au moyen d'un chargeur dédié pendant une période de 3 h,
- d) retourner la pression de la zone d'essai à la pression ambiante au sol pendant 15 min,
- e) après être restée pendant une durée comprise entre 20 h et 24 h en circuit ouvert à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la batterie doit être soumise à l'essai de capacité assignée de 5.1.1.

Exigences – La batterie doit satisfaire à l'exigence de capacité de 5.1.1. Elle ne doit présenter aucune déformation du bac, du couvercle, des bacs d'éléments ou des pièces isolantes hors des tolérances définies. Elle ne doit manifester aucun échauffement anormal, y compris dans la zone du connecteur. Elle ne doit présenter aucune fissuration du bac, des coffres d'éléments et composants, aucun déplacement ni obstruction de l'aménagement des aérations. Elle ne doit pas présenter de détérioration de la protection en surface.

6.7 Variation de température (chocs)

La méthode d'essai est la suivante:

- a) La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3.
- b) La batterie doit ensuite être placée dans une étuve à $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant au minimum 4,25 h.
- c) A la fin de cette période de temps, l'unité doit être transférée, dans les 5 min, vers une chambre froide dont la température interne est de $-55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- d) La batterie doit être exposée à cette température pendant au minimum 4,25 h.
- e) A la fin de cette période de temps, l'unité d'essai doit être remise, dans les 5 min, dans l'étuve maintenue à $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- f) La batterie doit être exposée à cette température pendant au minimum 4,25 h.
- g) Répéter l'opération pendant un total de 3 cycles (c) à (f).
- h) La batterie doit être retirée de l'étuve et laissée à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant une période comprise entre 20 h et 24 h.
- i) Décharger la batterie conformément à 5.3.1.

Les exigences sont les suivantes:

- a) Aucun élément ou composant de la batterie, lorsqu'il est soumis aux variations (chocs) de température, ne doit présenter de déformations dimensionnelles au-delà des limites spécifiées, ni de fissurations des bacs ou des couvercles des éléments ou des batteries.
- b) Il ne doit se produire aucune coupure ni variations irrégulières de tension ou de courant supérieures à 5 %.
- c) Il ne doit se produire aucune défaillance mécanique de n'importe quelle partie, ni de fuite d'électrolyte ni d'écoulement d'électrolyte à aucun moment au cours de l'essai ni encore d'échappements de gaz contenant de l'électrolyte (sauf pendant la charge des batteries ouvertes au nickel-cadmium).
- d) La valeur minimale de la résistance d'isolement doit être de $0,25\text{ M}\Omega$ mais après le nettoyage et le séchage, la valeur minimale doit être de $10\text{ M}\Omega$. La batterie ne doit présenter ni claquage de l'isolement, ni arrachement de placage métallique de n'importe quel composant, ni corrosion des parties métalliques, ni aucun décollement du revêtement de protection du coffre de la batterie ou du couvercle de la batterie ni encore aucune détérioration des marquages pour l'identification de la batterie.

6.8 Résistance aux moisissures

6.8.1 Généralités

Cet essai doit être entrepris pour évaluer la résistance fongique des composants de batterie. Cet essai peut être omis à condition que l'on puisse démontrer que les matériaux de batterie ne contiennent aucune culture fongique.

6.8.2 Méthode générale

Soumettre à l'essai les échantillons des matériaux représentatifs des surfaces extérieures de la batterie et tout autre matériau à l'intérieur de la batterie qui peut être exposé à l'environnement (ou soumettre à l'essai une batterie complète, si cela est plus pratique).

Méthode d'essai – Soumettre les échantillons des matériaux représentatifs des surfaces extérieures de la batterie et tout autre matériau à l'intérieur de la batterie qui peut être exposé à l'environnement (ou soumettre une batterie complète, si cela est plus pratique) à l'essai de résistance aux moisissures du RTCA DO-160. Les batteries doivent être classées comme équipements de catégorie F.

Exigences – A la fin de la période d'essai, l'échantillon ou la batterie ne doit présenter aucun signe de dommage physique, de détérioration ou de fuite.

6.9 Humidité

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit être soumise à l'essai d'humidité du RTCA DO-160. Les batteries doivent être classées comme équipements de catégorie A. Dans les 2,0 h après l'exécution des cycles, la batterie doit être examinée concernant la corrosion et tout dommage physique/mécanique. La batterie doit être également soumise à la capacité de décharge rapide à 23 °C (voir 5.3.1).

Exigences – La capacité de la batterie à la fin de la capacité de décharge rapide ne doit pas être inférieure à celle déclarée par le fabricant ou exigée par la spécification de produit. La batterie ne doit pas présenter:

- a) de corrosion sur une quelconque partie;
- b) de défaillance physique/mécanique de quelque partie que ce soit;
- c) de fissuration des bacs ou des couvercles des éléments ou des batteries;
- d) de claquage de l'isolant, d'arrachement du placage métallique d'une partie quelconque de composant, ou de décollement du revêtement de protection d'une partie quelconque de la batterie.

6.10 Contamination de liquide

6.10.1 Généralités

Soumettre soit à l'essai de pulvérisation (6.10.2) soit à l'essai d'immersion (6.10.3), les échantillons des matériaux utilisés pour les surfaces extérieures de la batterie et tout autre matériau à l'intérieur de la batterie qui peut être exposé à l'environnement (ou soumettre à l'essai une batterie complète, si cela est plus pratique).

Les fluides à l'essai et la température d'essai respective doivent être sélectionnés selon l'ISO 7137. La gamme des fluides doit être déclarée par le fabricant. Des fluides additionnels doivent être identifiés dans la spécification de produit.

6.10.2 Essai de pulvérisation

Méthode d'essai – Pulvériser sur la batterie ou les matériaux à l'essai le fluide approprié une ou plusieurs fois par jour selon la nécessité, afin de maintenir un état humide pendant au minimum 24 h. S'il est difficile de maintenir un état humide, on doit alors utiliser l'essai d'immersion (6.10.3). La pulvérisation doit être une fine brume maintenue aux températures définies dans l'ISO 7137 et doit être dirigée vers chaque surface principale, scellement et connecteurs de la batterie ou matériau à l'essai.

A la suite de la période de 24 h et sans enlever le fluide en excès, le spécimen à l'essai doit être placé dans une chambre appropriée et être soumis à une température constante de +65 °C pendant un minimum de 160 h. A la fin de cette période, le spécimen à l'essai doit être restitué aux conditions ambiantes pendant un minimum de 2 h.

Si la batterie ou les matériaux doivent être soumis à l'essai selon plus d'une classe de fluides contaminants, il convient normalement qu'ils soient soumis à l'essai avec chaque fluide séparément. Cependant, des essais simultanés sont autorisés si exigés par la spécification de produit. Il convient que les fluides ne soient pas pré-mélangés avant pulvérisation et que l'ordre d'application soit tel que spécifié dans la spécification technique d'équipement. Sauf indication dans la spécification technique de l'équipement, il convient que le temps d'exposition total pour l'application simultanée des fluides soit le même que le temps d'exposition pour un seul fluide.

6.10.3 Essai d'immersion

Méthode d'essai – Immerger la batterie ou les matériaux en essai dans le fluide approprié pendant une durée minimale de 24 h. La température du fluide doit être maintenue aux températures définies dans l'ISO 7137 et doit couvrir complètement le spécimen à l'essai.

A la suite de la période de 24 h, enlever le spécimen à l'essai, le placer dans une chambre appropriée et le soumettre à une température constante de + 65 °C pendant un minimum de 160 h. A la fin de cette période, le spécimen à l'essai doit être restitué aux conditions ambiantes pendant un minimum de 2 h.

Exigences – 2 h après l'un ou l'autre essai 6.10.2 ou 6.10.3, la batterie ou les matériaux à l'essai doivent être examinés et les résultats de l'essai doivent assurer que les matériaux exposés au cours de l'essai protégeront la batterie des effets nuisibles de l'exposition aux fluides appliqués.

Précautions – Etant donné que de nombreux contaminants peuvent avoir des points d'inflammabilité dans la gamme des températures d'essai, on doit veiller à s'assurer que des mesures de sécurité adaptées sont prises pour limiter la possibilité d'incendie ou d'explosion. Si l'essai d'immersion est effectué sur une batterie, on doit veiller à ce que la température du fluide ne dépasse pas la température maximale pour laquelle la batterie est conçue, telle que définie par le fabricant de batterie.

Certains contaminants peuvent par eux-mêmes ou conjointement avec d'autres contaminants ou avec l'échantillon d'essai être toxiques. Une attention toute particulière doit être accordée à cette éventualité avant de débiter les essais. Certains fluides peuvent être électriquement conducteurs. Lorsque les essais sont effectués sur une batterie complète, des précautions adaptées doivent être prises au cours de l'exposition aux fluides.

Les fluides d'essai additionnels doivent être tels que définis dans la spécification de produit, en soumettant chaque échantillon à un seul fluide. La température d'essai doit être de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

A la fin de la période d'essai, l'échantillon ou la batterie ne doit présenter aucun signe de dommage physique, de détérioration ou de fuite.

6.11 Brouillard salin

Méthode d'essai – Cet essai est uniquement applicable lorsque l'installation de la batterie est soumise à une atmosphère saline. La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3 et doit être soumise à l'essai au brouillard salin du RTCA DO-160. La batterie doit être placée dans la chambre et exposée au brouillard salin pendant une durée de $48\text{ h} \pm 1\text{ h}$. Dans les 4 h après la période d'exposition, la batterie doit être examinée concernant la corrosion et tout dommage physique/mécanique. La batterie doit être également soumise à l'essai de capacité de décharge rapide à 23 °C selon 5.3.1.

Exigences – La capacité de la batterie à la fin de la capacité de décharge rapide ne doit pas être inférieure à celle déclarée par le fabricant ou exigée par la spécification de produit. La batterie ne doit pas présenter:

- a) de corrosion sur une quelconque partie;
- b) de défaillance physique/mécanique de quelque partie que ce soit;
- c) de fissuration des bacs ou des couvercles des éléments ou des batteries;
- d) de claquage d'un isolant, d'arrachement du placage métallique d'une partie quelconque de composant, ou de décollement de la finition de protection.

6.12 Intégrité physique à haute température (85 °C)

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Placer la batterie dans une étuve au minimum à 85 °C pendant 16 h. Enlever la batterie de l'environnement à 85 °C .

Stabiliser la batterie à température ambiante et décharger la batterie selon 5.3.1.

Exigences – La batterie ne doit pas présenter:

- a) de déformations dimensionnelles au-delà des limites spécifiées;
- b) de fissurations des bacs ou des couvercles des éléments ou des batteries;
- c) de défaillance mécanique de quelque partie que ce soit;
- d) de fuite d'électrolyte ou d'écoulement d'électrolyte à n'importe quel moment au cours de l'essai;
- e) de claquage de l'isolant, d'arrachement des couches métalliques d'une partie quelconque de composant, de corrosion des parties métalliques ou de décollement du revêtement de protection du coffre de la batterie ou du couvercle;
- f) de détérioration des marquages pour l'identification de la batterie.

6.13 Inflammabilité

6.13.1 Généralités

Le fabricant doit déclarer dans la DDP avec lequel des essais suivants la batterie est conforme.

6.13.2 Essai de résistance à la flamme

Méthode d'essai – L'essai d'inflammabilité suivant est considéré comme acceptable pour démontrer la conformité avec les règlements pour matériaux résistant à la flamme.

- a) L'appareillage doit être similaire à celui qui est défini de 4.1 à 4.9, Method 5906 of U.S. Federal Test method Standard No. 191A (1978). La température minimale de la flamme mesurée au moyen d'un pyromètre à thermocouple étalonné au centre de la flamme doit être de 843 °C.
- b) Trois spécimens du bac extérieur ou de parties réelles, d'approximativement 11,5 cm par 32 cm, doivent être soumis à essai pour chaque unité d'échantillons. Si les parties réelles sont plus petites que les dimensions requises, l'essai peut être effectué sur des échantillons de matériaux de la même épaisseur que les parties réelles.
- c) Les spécimens doivent être conditionnés à une température de 18 °C à 24 °C et d'une humidité relative de 45 % à 55 % jusqu'à ce que soit atteint l'équilibre d'humidité ou bien pendant 24 h, avant l'essai. Seul un spécimen à la fois doit être enlevé de l'environnement de conditionnement et être immédiatement soumis à l'essai de flamme.
- d) Insérer le spécimen dans le support en plaçant, une fois installé dans l'avion, la surface exposée vers le bas. Il doit être fixé de sorte qu'une bande centrale de 3 cm (2 pouces) de large soit exposée avec une distance de 1,27 cm entre le support et chaque extrémité du spécimen.
- e) Régler le brûleur pour obtenir une hauteur de flamme de 3,8 cm.
- f) Faire glisser le support du spécimen à l'intérieur de l'armoire dans la position d'essai, de sorte que l'extrémité du spécimen soit à 2,0 cm au-dessus de l'extrémité du brûleur et le spécimen est ensuite allumé. Approximativement 4,0 cm du spécimen doivent être brûlés avant que ne démarre le dispositif de minutage. Le minutage doit être arrêté à au moins 2,5 cm avant que la ligne de feu n'atteigne l'extrémité du spécimen.
- g) Déterminer le taux de combustion moyen des 3 spécimens, en utilisant le temps requis pour parcourir un minimum de 25 cm de chaque spécimen.

Exigences – Le matériau est satisfaisant si les spécimens ne se consomment plus après l'application de la flamme d'allumage pendant 15 s, si le taux moyen de combustion des 3 spécimens n'excède pas 10 cm par minute, ou si la flamme s'éteint d'elle-même et la combustion consécutive sans flamme ne s'étend pas aux zones non endommagées.

6.13.3 Résistance au feu

Méthode d'essai – L'essai d'inflammabilité suivant est considéré comme acceptable pour démontrer la conformité avec les règlements pour composants résistant au feu situés dans des compartiments de moteurs.

- a) L'appareillage doit être similaire à celui qui est défini dans le rapport SAE Aerospace Information Report (AIR) 1377A.
- b) Trois parties réelles doivent être utilisées en tant que spécimens pour l'essai. Chaque spécimen doit être enveloppé dans la flamme d'essai à $1\,093\text{ °C} \pm 27\text{ °C}$ pendant 5 min du côté qui serait exposé, ou le plus sérieusement affecté, dans le cas d'un incendie. Le spécimen doit être monté d'une façon similaire à son installation réelle. Les tuyaux ou les conduits de ventilation doivent être reliés aux deux côtés des installations pour simuler des conditions réelles. Les gaz d'exploitation doivent être dans les lignes et aux pressions d'exploitation à moins que la conception et le fonctionnement du système n'empêchent les gaz d'être dans les lignes au cours d'un incendie réel dans l'avion.
- c) La procédure d'essai définie dans la Section 4 de la SAE Aerospace Standard (AS) 1055B doit être respectée.

Exigences – Les composants sont acceptables s'il ne se produit aucune pénétration de flamme ou de fuite et s'ils sont capables de transporter les charges (structurelles ou électriques) et de réaliser avec succès la fonction pour laquelle ils ont été conçus lorsqu'ils sont en conditions d'essai ou après achèvement de l'essai.

6.13.4 Essai d'épreuve du feu

Méthode d'essai – L'essai d'inflammabilité suivant est considéré comme acceptable pour démontrer la conformité avec les règlements pour matériaux ignifuges.

- a) L'appareillage doit être similaire à celui qui est défini dans le rapport SAE Aerospace Information Report (AIR) 1377A.
- b) Les parties réelles doivent être enveloppées dans la flamme d'essai à $1\,093\text{ °C} \pm 27\text{ °C}$ pendant 15 min du côté qui serait exposé, ou le plus sérieusement affecté, dans le cas d'un incendie. Elles doivent être montées d'une façon similaire à leur installation réelle. Les tuyaux ou les conduits de ventilation doivent être reliés aux deux côtés des installations pour simuler des conditions réelles. Les gaz d'exploitation doivent être dans les lignes et aux pressions d'exploitation à moins que la conception et le fonctionnement du système n'empêchent les gaz d'être dans les lignes au cours d'un incendie réel dans l'avion.
- c) Les procédures d'essai définies dans la Section 4 de la SAE Aerospace Standard (AS) 1055B (1978) doivent être respectées.

Exigences – Les matériaux ou composants sont acceptables s'il ne se produit aucune pénétration de flamme ou de fuite et s'ils sont capables de transporter les charges électriques et de réaliser avec succès la fonction pour laquelle ils ont été conçus lorsqu'ils sont en conditions d'essai ou après achèvement de l'essai.

6.14 Résistance à l'électrolyte

Cet essai s'applique aux accessoires (cales, couvertures chauffantes, ensembles de harnais, capteurs de température, composants électroniques, joints et parties portant des marquages) soit séparés soit assemblés. Il doit être réalisé sur des accessoires ou des échantillons représentatifs.

Méthode d'essai – Avant l'essai, l'échantillon doit être mesuré pour vérifier ses dimensions et sa masse doit être déterminée à $\pm 0,1\%$.

Immerger complètement l'échantillon dans un bac approprié muni d'un couvercle, contenant l'électrolyte à une densité de $(1,3 \pm 0,03)\text{ g/cm}^3$ (lorsqu'il est mesuré à 20 °C) pendant une période de 7 jours à une température de $(65 \pm 2)\text{ °C}$. Ne pas immerger les connecteurs de sortie. Après exposition, rincer, essuyer et sécher pendant 2 h à une température de 32 °C à 36 °C .

Exigences – Les joints doivent continuer de fonctionner. Les joints et les cales ne doivent pas entraver l'assemblage. Les variations de masse et de dimensions ne doivent pas dépasser 2 %. Il ne doit pas y avoir de corrosion ni de dépôt anormal ni encore d'altération des marquages.

Ensembles de harnais: il ne doit pas y avoir de chemins de fuite d'électrolyte modifiant les valeurs de résistance des composants du harnais.

6.15 Capteurs sensibles à la température

Les capteurs et/ou les interrupteurs sensibles à la température doivent être contrôlés pendant tous les essais électriques définis dans la présente norme afin de démontrer qu'il n'y a pas de fonctionnement erroné.

Méthode d'essai – La validation du fonctionnement du capteur ou de l'interrupteur sensible à la température doit être effectuée en mettant le composant dans une chambre thermique et en augmentant la température.

Les exigences sont les suivantes:

- a) Interrupteur sensible à la température: A la température d'activation, l'interrupteur doit être ouvert ou fermé, comme spécifié par la conception.
- b) Capteur sensible à la température: Lors de l'élévation de la température, un ohmmètre doit être utilisé pour vérifier la résistance, comme spécifié par la conception.

6.16 Essais de qualification des composants

6.16.1 Généralités

Pour évaluer les composants de la batterie, l'essai suivant doit être appliqué, selon le cas.

6.16.2 Essai de soupape

6.16.2.1 Pour les soupapes des batteries ouvertes au nickel-cadmium

Méthode d'essai – Cet essai doit être réalisé d'abord à température ambiante et ensuite à -30 °C après 2 jours de stabilisation à cette température, sur au moins 3 soupapes, en utilisant un adaptateur amenant de l'air comprimé à pression variable pouvant atteindre 100 kPa.

La pression interne doit être élevée progressivement à 70 kPa puis doit revenir à 0 kPa.

Exigences – La soupape doit être ouverte à au plus tard à 70 kPa et fermée en dessous de 14 kPa.

6.16.2.2 Pour les soupapes des batteries ouvertes au plomb

Méthode d'essai – La soupape doit être installée au niveau supérieur d'un dispositif d'essai possédant un volume interne de $(350 \pm 15)\text{ cm}^3$. Le dispositif d'essai doit être approximativement de forme cubique ou un cylindre circulaire avec un diamètre égal à la hauteur. Un manomètre doit être installé dans le dispositif. Le dispositif doit être connecté par une soupape à une source d'air comprimé qui, lorsque la soupape est ouverte, doit maintenir une pression de $(65 \pm 3)\text{ kPa}$ dans le dispositif (que la soupape soit ouverte ou fermée). La boîte doit être hermétique, sauf en ce qui concerne l'ouverture pour la soupape, le manomètre et la vanne d'admission d'air.

Le dispositif doit être placé dans l'environnement détaillé ci-dessous et mis en essai selon la description.

- a) Ouverture à 27 °C . La soupape doit être réglée dans la position verticale inversée avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 31° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence a).
- b) Fermeture à 27 °C . La soupape doit être placée dans sa position verticale normale avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 49° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence b).
- c) Ouverture à -40 °C . La soupape doit être placée dans une étuve à -40 °C pendant 2 h. La soupape étant dans l'étuve, elle doit être réglée dans la position verticale inversée, avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 31° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence a).
- d) Fermeture à -40 °C . La soupape doit être placée dans une étuve à -40 °C pendant 2 h. La soupape étant dans l'étuve, elle doit être placée dans sa position verticale normale, avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 49° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence b).

- e) Ouverture à 60 °C. La soupape doit être placée dans une étuve à –40 °C pendant 2 h. La soupape étant dans l'étuve, elle doit être réglée dans la position verticale inversée, avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 31° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence a).
- f) Fermeture à 60 °C. La soupape doit être placée dans une étuve à –60 °C pendant 2 h. La soupape étant dans l'étuve, elle doit être placée dans sa position verticale normale, avec la soupape d'admission d'air ouverte. La soupape doit subir une rotation à un angle de 49° et la soupape d'admission d'air doit être fermée. La soupape doit remplir l'exigence b).

Les exigences sont les suivantes:

- a) Lorsque la soupape subit une rotation à l'angle spécifié et la soupape d'admission d'air est fermée, la pression doit décliner d'au moins 95 % en 10 s.
- b) Lorsque la soupape subit une rotation à l'angle spécifié et la soupape d'admission d'air est ouverte, la pression ne doit pas décliner de plus de 5 % en 2,5 min.
- c) La soupape doit satisfaire aux exigences de 6.14.

6.16.2.3 Pour les soupapes des batteries étanches (nickel-cadmium et plomb)

Méthode d'essai – Cet essai doit être réalisé d'abord à température ambiante et ensuite à –30 °C après 2 jours de stabilisation à cette température, sur au moins 3 soupapes, en utilisant un adaptateur amenant de l'air comprimé à pression variable.

La pression interne doit être élevée progressivement à la pression spécifiée par le fabricant de batterie, puis doit être restituée à 0 kPa.

Exigences – La soupape doit fonctionner comme le spécifie le fabricant.

6.16.3 Essai de bacs d'éléments

6.16.3.1 Pour bacs d'éléments au nickel-cadmium

Cet essai doit être réalisé séparément sur 3 éléments fermement reliés à l'intérieur du coffre de batterie (à température ambiante).

Méthode d'essai – La méthode d'essai est la suivante:

- a) Conditionnement: En utilisant un adaptateur pour remplacer la soupape et un dispositif de réduction de pression, injecter de l'air sec ou de l'azote sous pression dans l'élément. Appliquer une pression de 138 kPa pendant 15 s.
- b) Conserver l'élément sous une pression de 70 kPa pendant 5 min, au cours desquelles l'élément doit être incliné pour reposer sur tous ses côtés de sorte que l'électrolyte entre en contact avec chaque côté de la ligne de soudure du couvercle pendant approximativement 1 min.
- c) Replacer la soupape et immerger l'élément dans l'eau de sorte que le joint entre le bac d'éléments et le couvercle soit humidifié mais non pas la surface supérieure (supportant les bornes et les soupapes). Réaliser un essai de réponse en tension entre une borne et l'eau, à 500 V c.a. pendant 1 min.

Exigences – Les exigences sont les suivantes:

- a) L'élément ne doit pas s'être détérioré.
- b) Aucun claquage d'isolation ne doit se produire.
- c) Aucun amorçage ne doit se produire.
- d) Il ne doit se produire aucune rupture ni fissure dans les bacs d'éléments et les composants, aucun déplacement ni obstruction du système de ventilation, ni aucune détérioration de la protection en surface.

6.16.3.2 Pour coffres de batterie au plomb

Méthode d'essai – La méthode d'essai est la suivante:

- a) Des échantillons de batterie dans un état sec et chargé doivent être placés dans un four à $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et maintenus à cette température, en position normale verticale, pendant 6 h. A la fin de cette période de temps, ils doivent être inclinés à un angle de 90° par rapport à la position verticale normale et maintenus à la température spécifiée dans la nouvelle position pendant une durée de 5 min. A la fin de cette période de temps, ils doivent être remis à la position verticale normale et la surface doit être examinée.
- b) Tandis qu'ils sont toujours à $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$, une pression atmosphérique interne de $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ doit être appliquée à chaque élément de cette batterie pendant 30 s. Après avoir réalisé avec succès cette partie de l'essai, stabiliser la batterie à température ambiante, et ajouter l'électrolyte à la batterie. Charger la batterie conformément à 4.3.
- c) Les échantillons doivent ensuite être réfrigérés jusqu'à stabilisation de la température de l'électrolyte à $-34 ^\circ\text{C}$ et ils doivent être soumis aux vibrations à cette température à $(2\,000 \pm 20)$ cycles par minute avec un déplacement vertical de double amplitude de $(0,10 \pm 0,5) \text{ mm}$ pendant 2 h. A ce stade, examiner visuellement la batterie. La batterie ne doit présenter aucun signe de détachement d'une quelconque portion de la partie scellée. Un nouvel essai de pression atmosphérique à $27 ^\circ\text{C}$ doit être effectué.

Exigences – Les exigences sont les suivantes:

- a) Les éléments individuels doivent résister à une pression atmosphérique interne de $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ pendant un minimum de 30 s sans perte supérieure à 1,4 kPa à $85 ^\circ\text{C}$.
- b) Les éléments individuels doivent résister à une pression atmosphérique interne de $(15,5 \pm 2) \text{ kPa}$ pendant un minimum de 30 s sans perte supérieure à 0,7 kPa à $27 ^\circ\text{C}$.

6.16.4 Essai de confinement d'électrolyte de batterie

6.16.4.1 Généralités

Cet essai s'applique uniquement aux batteries qui sont de type ouvertes ou qui possèdent des ouvertures dans le bac et le couvercle.

6.16.4.2 Batteries d'aéronefs n'effectuant pas de voltige

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Les niveaux d'électrolyte doivent être vérifiés conformément aux instructions du fabricant. La batterie doit être fixée sur une plate-forme qui peut tourner autour de ses 2 axes horizontaux (voir la Figure 1) et doit être soumise à une charge additionnelle de 2 h à $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ (ou au moyen d'un chargeur dédié) avant l'essai et doit être chargée à cette tension pendant tout l'essai. Les batteries non chargées sur l'aéronef doivent être laissées en circuit ouvert pendant l'essai.

La batterie doit être lentement basculée 10 fois d'un côté vers l'autre d'un angle de 60° par rapport à la position verticale nominale. Le temps imparti pour passer d'une position inclinée à la position inclinée opposée en passant par la position verticale doit être supérieur à 20 s et la batterie doit être maintenue au moins 5 s dans chaque position inclinée.

6.16.4.3 Batteries d'aéronefs effectuant de la voltige

Méthode d'essai – La batterie doit être mise en service et chargée conformément à 4.3. Les niveaux d'électrolyte doivent être vérifiés conformément aux instructions du fabricant. La batterie doit être fixée sur une plate-forme qui peut tourner autour de ses 2 axes horizontaux (voir la Figure 1) à une vitesse de 1 r/5 s. La batterie doit être soumise à une charge additionnelle de 2 h à $28,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ (ou au moyen d'un chargeur dédié) avant l'essai et doit être chargée à cette tension pendant tout l'essai.

Tandis que l'on charge la batterie comme exigé ci-dessus, faire tourner la batterie en effectuant un total de 10 tours autour de ces 2 axes avec un premier arrêt de 30 s à la fin du premier demi-tour (position inversée) et un second arrêt à l'avant-dernier demi-tour (position inversée). Les batteries non chargées sur l'aéronef doivent être laissées en circuit ouvert pendant l'essai.

6.16.4.4 Exigences d'essai de confinement de l'électrolyte de la batterie

A l'issue de l'essai, il ne doit se présenter:

- a) aucune fuite d'électrolyte, et la batterie doit satisfaire aux exigences d'isolation de 5.9;
- b) aucune trace d'électrolyte en dehors du coffre de la batterie;
- c) si l'utilisateur le spécifie, aucune trace d'électrolyte en dehors des éléments de batterie;
- d) aucune fuite d'électrolyte à travers les joints des bornes ou les soudures de bacs d'éléments.

6.17 Essai d'étanchéité à l'air de la batterie (le cas échéant)

Méthode d'essai – Connecter une des ouvertures de ventilation à une admission d'air comprimé qui possède un robinet d'arrêt; adapter l'autre ouverture à un manomètre. Vérifier l'état et la propreté du joint et de sa surface d'appui. Le couvercle étant en place, appliquer la pression; lorsque celle-ci atteint $13,8 \text{ kPa} \pm 0,2 \text{ kPa}$, isoler le volume interne en fermant le robinet d'arrêt. Attendre 2 min.

Exigence – Après ce maintien de 2 min, la pression ne doit pas être descendue de plus de 0,7 kPa.

6.18 Résistance mécanique du connecteur fixe – Types de connecteurs C et Q

La méthode d'essai est la suivante:

- a) Adapter une partie représentant le connecteur d'accouplement électrique de l'aéronef (mêmes pas de verrouillage) au connecteur de la batterie, en veillant à ce qu'elle ne court-circuite pas les 2 bornes.
- b) Appliquer un couple de rotation, progressivement, parallèle au plan de montage, pour atteindre 8 N·m au minimum à l'issue des 10 s.
- c) Appliquer une force de 1 100 N au minimum le long de l'axe de connexion, à une vitesse de 10 N/s et la maintenir pendant 10 s.

Exigence – Les connexions, le coffre de batterie, les composants isolants et le connecteur ne doivent présenter aucun signe de déformation, de déplacement ou d'asymétrie du montage.

6.19 Essai de résistance des poignées

Méthode d'essai – Chaque poignée de batterie doit être soumise à une charge de traction de 1,5 fois le poids de la batterie. La tension doit être appliquée vers le haut verticalement.

Exigences – Il ne doit se présenter aucune détérioration pour la batterie ou de manifestation de rupture, de courbure ou de fissuration du bac, du couvercle, de la poignée, des fixations de poignées de batterie.

6.20 Matériaux dangereux

Les batteries peuvent contenir des matériaux dangereux sous forme de métaux lourds ou autres substances chimiques. Les fabricants de batteries doivent se conformer à tous les règlements nationaux et fédéraux entre le pays d'origine et le pays destinataire. Il incombe à chaque fabricant d'appliquer les règlements nationaux et fédéraux. Toute batterie transportée à travers un autre pays ou état vers son lieu de destination doit également être conforme aux règlements de ce pays ou état. Il est exigé de l'utilisateur final qu'il élimine les batteries conformément aux lois et règlements du pays et/ou de l'autorité locale où le produit est éliminé.

6.21 Instructions pour la navigabilité continue

Chaque fabricant doit élaborer et tenir à jour des instructions relatives à la navigabilité continue conformément aux exigences de l'autorité réglementaire appropriée.

6.22 Limites

Des composants et assemblages spécifiques sont exclus des exigences d'essai et des niveaux de performance. Ceux-ci sont identifiés en 6.23 et doivent être soumis à des essais de qualification additionnels comme définis dans la « spécification de produit » ou « déclaration de conception et de performance (DDP) ».

6.23 Electronique

Les ensembles de batterie peuvent contenir des composants électroniques actifs ou passifs en plus de la batterie elle-même. Ces composants peuvent exiger des essais de qualification additionnels qui se situent au-delà du domaine d'application de la présente norme. Cependant, tous les composants électroniques qui sont contenus dans un ensemble de batterie doivent satisfaire à toutes les exigences d'environnement de la présente norme. Pour les ensembles de batterie contenant des composants électroniques, les composants doivent être installés et être opérationnels pour tous les essais d'homologation de type exigés dans la présente norme.

6.24 Résistance aux chocs (coffre de batterie non métallique)

Méthode d'essai – Un coffre non métallique intact doit être conservé au repos au moins 24 h après la fabrication. Avant l'essai, le coffre doit être conditionné pendant 4 h à chaque température d'essai du Tableau 2.

La résistance aux chocs doit être déterminée à l'aide d'une bille d'acier pleine de $(1 \pm 0,2)$ kg utilisée comme un poids en chute libre. Lors de l'essai, la hauteur de la chute nécessaire pour fissurer le coffre de l'intérieur, au niveau du point d'impact, est la valeur de résilience pour cette section. La résistance aux chocs doit être déterminée en laissant tomber le poids à la hauteur nécessaire pour obtenir la valeur de résistance aux chocs minimale pour la température d'essai. Le poids doit frapper le coffre seulement une fois pour chaque chute. Pendant l'essai, le coffre doit être mis en place sur une plaque d'acier plane, approximativement de 1 pouce plus longue et plus large que le coffre. Le coffre doit être placé de telle manière que la bille frappe à un tiers du niveau supérieur du coffre et près de la ligne médiane des côtés.

Exigences – Deux coffres de batterie extérieurs non métalliques doivent être fournis en tant qu'échantillons pour les essais de qualification. Lors des essais spécifiés ci-dessus, les valeurs minimales de résistance aux chocs (exprimées comme une hauteur de chute minimale) sont illustrées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exigences de résistance aux chocs

Température d'essai	Valeur minimale de résistance aux chocs (exprimée comme une hauteur de chute en mètres)
72 °C $\pm$ 2 °C	2,25
–18 °C $\pm$ 2 °C	1,50
–40 °C $\pm$ 2 °C	1,25

6.25 Exigences d'essai spéciales

Des exigences additionnelles doivent être définies dans la spécification de produit.

7 Exigences d'assurance de la qualité

7.1 Exigences générales d'assurance de la qualité

L'assurance de la qualité est l'outil par lequel les exigences de l'acheteur et du fournisseur sont satisfaites. Les exigences spécifiques sont précisées dans une norme d'assurance de la qualité appropriée telle que l'ISO 9000. Pour satisfaire à cette norme, le fournisseur doit avoir mis en place un programme d'assurance de la qualité reconnu, approuvé par une autorité nationale d'aviation civile ou militaire et il doit être conforme aux exigences pour toutes activités.

Le fabricant doit élaborer des instructions concernant la navigabilité continue pour chaque produit approuvé.

7.2 Exigences d'homologation

7.2.1 Exigences générales

Les batteries retenues pour les essais d'homologation doivent avoir été fabriquées avec les équipements de la ligne de fabrication de série agréée. Les batteries doivent, à tous égards, être pleinement représentatives de la qualité normale de production. Les installations d'essai doivent être homologuées par l'autorité appropriée en charge de l'assurance de la qualité.

7.2.2 Ordre des essais

Six batteries doivent être utilisées pour les essais d'homologation, une pour chaque groupe et une de rechange provenant du même lot. L'ordre d'application des essais doit être celui qui est donné dans le Tableau 3.

La batterie de rechange doit être conservée en réserve et on peut la substituer dans le programme dans l'éventualité d'une défaillance de la batterie ou de l'équipement d'essai. Si cette batterie est utilisée, elle doit être soumise à la gamme complète des essais dans le groupe approprié.

L'homologation temporaire peut être donnée par l'autorité appropriée après réalisation satisfaisante des essais des batteries n^{os} I, II, III et IV en attendant l'homologation complète après réalisation satisfaisante des essais de la batterie n^o V.

7.2.3 Suivi de l'homologation

Une fois que l'homologation a été donnée, le fabricant doit révéler à l'acheteur et à l'autorité d'homologation toutes les modifications proposées de fabrication ou de conception des batteries ou un changement du lieu de fabrication.

L'autorité d'homologation peut exiger que des essais d'homologation soient totalement ou partiellement renouvelés avant l'introduction de ces modifications.

7.2.4 Déclaration de conception et de performance

A l'issue des essais, le fabricant doit remplir une déclaration de conception et de performance (DDP) conformément à la CEI 60952-3. Son utilisation a pour but d'enregistrer les propriétés d'une conception particulière, telle que contrôlée par l'organisme d'essai approprié.

7.2.5 Homologation

Comme condition préalable pour l'alimentation des batteries selon cette norme, on exige du fabricant qu'il obtienne l'homologation de sa batterie conformément à ce qui suit.

On exige du fabricant:

- a) que son site de fabrication soit adapté pour le type de batterie pour lequel l'homologation est recherchée;
- b) qu'il établisse une liste des données de fabrication qui doit définir précisément toutes les pièces élémentaires par rapport aux dessins individuels, les matériaux en fonction des spécifications d'achat, les éléments et procédés utilisés dans la construction de la batterie. Les documents et spécifications correspondants doivent être soumis à des contrôles de configuration, selon la déclaration du système de qualité du fabricant et doivent être détaillés dans un plan de qualité;
- c) qu'il fournisse et soumette à essai les batteries conformément au programme d'essai présenté au Tableau 3, en utilisant ses propres installations d'essai homologuées ou celles d'un laboratoire d'essai indépendant dûment qualifié;
- d) qu'il rédige un rapport d'essai et le mette à la disposition des acheteurs ou de son représentant. Il doit être également référencé dans la DDP et la formule de la déclaration de performance complétée;
- e) qu'il précise toutes modifications par rapport à la norme de construction qui interviennent une fois que les essais d'homologation ont été menés à bien. Cela est nécessaire pour maintenir l'homologation.

7.2.6 Conformité de la qualité

7.2.6.1 Généralités

Procédure utilisée pour démontrer la conformité aux exigences de l'acheteur. Le fabricant doit produire un plan d'essai, en tant que partie de son processus de revue de contrat, et incorporer les exigences dans le plan de qualité de la batterie. Le plan doit inclure 3 catégories d'essai désignées groupes A, B et C, dont les résultats démontrent si oui ou non les batteries proposées pour la mise sur le marché ont atteint la qualité exigée.

Les exigences pour l'inspection de conformité de la qualité doivent être effectuées par rapport aux essais spécifiques sur des échantillons sélectionnés en utilisant un plan d'échantillonnage statistique (série ISO 2859).

Les essais identifiés du groupe A doivent être appliqués à tous les échantillons dans le lot, soit à la fin de la fabrication ou pendant le processus de fabrication. Les essais du groupe B doivent être effectués sur l'échantillon statistique sélectionné dans le lot de fabrication et les résultats doivent être utilisés pour juger le lot en vue de la mise en circulation et la livraison. Les échantillons du groupe C doivent être sélectionnés, soumis à essai et utilisés pour le maintien de l'homologation.

Si une batterie doit échouer à un essai du groupe A, elle doit être rejetée et ne pas être utilisée pour les essais du groupe B ou C. Toutes les batteries additionnelles nécessaires pour les essais des groupes B et C, du fait d'un dysfonctionnement d'équipement ou d'une erreur de l'opérateur, doivent être prélevées du même lot de fabrication et doivent avoir satisfait aux exigences du groupe A.

- a) Les essais du groupe A comprennent normalement les essais non destructifs qui doivent être appliqués à tous les échantillons du lot pour examiner les caractéristiques principales visuelles, électriques et dimensionnelles de la batterie.
- b) Les essais du groupe B sont effectués sur un échantillon du lot de fabrication sélectionné conformément à la fiche technique, les essais de type comprenant la capacité, la rétention de charge et le domaine environnemental à court terme, dont les résultats sont utilisés pour la mise en circulation du lot.
- c) Les essais du groupe C (maintien des essais d'homologation) sont normalement de longue durée et comprennent le stockage, la durée de vie et les essais d'environnement, dont les données sont utilisées pour le maintien de l'homologation. Le nombre d'échantillons sera normalement sélectionné aléatoirement à partir de chaque lot de fabrication et affecté, en séquence, à un sous-groupe du programme d'essai (voir Tableau 3) et soumis à ses exigences. L'objet est de renouveler les exigences d'essai de chaque sous-groupe dans un processus planifié et surveillé. Dans les cas de lots en petites quantités, ce processus n'est pas économique. À condition qu'aucune modification ne soit intervenue dans la conception homologuée, un plan d'échantillonnage réduit doit être déterminé entre le client et le fabricant et il doit être formalisé dans le plan d'essai.

Le fabricant doit consigner ces essais en vue de références et d'analyses de tendance futures.

7.2.6.2 Modification aux batteries homologuées

Une fois que la conception de la batterie a été soumise aux essais exigés et homologuée, toutes les modifications de conception doivent être validées pour s'assurer que l'homologation originale et la DDP peuvent être satisfaites. À cet effet, on peut effectuer des calculs de conception, des essais de similarité ou physiques, selon le cas. Un manquement à cette exigence peut aboutir au retrait de l'homologation.

7.2.6.3 Plans de qualité

Le plan de qualité est un outil important dans l'assurance et l'accomplissement de la qualité. Il doit identifier les éléments clés de la production de la batterie et déterminer les mesures utilisées pour atteindre la conformité exigée. Le fabricant doit produire un plan de qualité qui doit être suffisamment abouti pour couvrir tous les aspects de la fabrication de la batterie concernée.

7.2.6.4 Procédure dans le cas d'un équipement d'essai défectueux ou d'une erreur de la part de l'opérateur

Toute batterie dont la défaillance en cours d'essai peut être attribuée à un défaut de l'équipement d'essai vérifié ou à une erreur de l'opérateur doit si possible être remplacée par une autre batterie du même lot de fabrication. La batterie de remplacement doit être soumise à tous les essais auxquels la batterie éliminée a été soumise avant sa défaillance et à tous les essais restants spécifiés auxquels la batterie éliminée n'a pas été soumise.

7.2.6.5 Procédure dans l'éventualité de défaillances

La procédure suivante s'applique:

- a) La défaillance d'une batterie dans un ou plusieurs des essais exigés doit être comptée comme un seul rebut.
- b) Le fabricant doit consigner ces défauts des échantillons observés au cours des essais périodiques.
- c) Si la défaillance peut être attribuée à une erreur de méthode d'essai, alors le lot peut être mis en circulation et l'action corrective correspondante entreprise.
- d) Si la défaillance est due à une faute de fabrication identifiée qui peut être immédiatement corrigée, alors une fois corrigé et soumis à essai de façon satisfaisante, le lot peut être mis en circulation.
- e) Si on conclut que la défaillance est due à une faute de fabrication identifiée qui ne peut être corrigée immédiatement mais que des batteries défectueuses peuvent être identifiées et rejetées par une méthode de sélection adaptée, alors les batteries acceptables du lot peuvent être mises en circulation.

Bibliographie

CEI 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*

ISO 266:1997, *Acoustique – Fréquences normales*

ISO 9000:2005, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

RTCA DO-293 *Minimum Operational Performance Standards for Nickel-Cadmium, Nickel Metal-Hydride, and Lead-Acid Batteries* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch