

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fuel cell technologies –
Part 6-200: Micro fuel cell power systems – Performance test methods**

**Technologies des piles à combustible –
Partie 6-200: Systèmes à micro-piles à combustible – Méthodes d'essai des
performances**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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 Varembe
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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fuel cell technologies –
Part 6-200: Micro fuel cell power systems – Performance test methods**

**Technologies des piles à combustible –
Partie 6-200: Systèmes à micro-piles à combustible – Méthodes d'essai des performances**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 27.070

ISBN 978-2-83220-260-90

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 General principles	8
4.1 Testing environment.....	8
4.2 Minimum required measurement accuracy.....	8
4.3 Measuring instruments	8
4.3.1 General	8
4.3.2 Voltage.....	8
4.3.3 Current.....	8
4.3.4 Time.....	8
4.3.5 Weight.....	9
4.3.6 Temperature.....	9
4.3.7 Humidity.....	9
4.3.8 Pressure.....	9
4.3.9 Vibration frequency.....	9
4.3.10 Volume.....	9
5 Tests.....	9
5.1 Test procedure.....	9
5.2 Power generation characteristics.....	9
5.2.1 Starting duration.....	9
5.2.2 Rated power test and rated voltage test.....	10
5.2.3 Power generation test after disuse.....	10
5.2.4 Power generation test at low and high temperatures.....	10
5.2.5 Power generation test under low and high humidity conditions.....	10
5.2.6 Altitude test.....	10
5.3 Fuel consumption test	11
5.4 Mechanical durability tests	11
5.4.1 Drop test	11
5.4.2 Vibration test	12
6 Labelling and marking	13
7 Test report.....	13
Figure 1 – Typical example of a functional arrangement of a micro fuel cell power system.....	6
Table 1 – Drop height	12
Table 2 – Vibration condition	12
Table 3 – Test report of micro fuel cell power system – Performance test	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

**Part 6-200: Micro fuel cell power systems –
Performance test methods**

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 62282-6-200 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2007, and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- a) changes have been incorporated to make this edition fuel independent:
 - the definition of "fuel" is now consistent with that of IEC/TS 62282-1:2010;
 - the restriction on specific fuels (methanol or methanol/water solution, formic acid, hydrogen, methanol clathrate compound, borohydride compound, butane, etc.) has been lifted;
- b) modification of definition of "off-state" to "standby state";

c) in Clause 3, Terms and definitions, for the purposes of this document, IEC/TS 62282-1:2010 applies except for the following terms:

- conditioning;
- micro fuel cell power system;
- standby state; and
- starting duration.

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

FDIS	Report on voting
105/394/FDIS	105/401/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 62282 series, under the general title *Fuel cell technologies*, 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62282-6-200:2012

INTRODUCTION

With advancements in technology, the expectation or demand for the commercial introduction of fuel cells has increased dramatically in recent years. It is especially strong for micro fuel cell power systems intended for applications in laptop computers, mobile phones, personal digital assistants (PDAs), cordless home appliances, TV broadcast cameras, autonomous robots, etc. The essential component of a micro fuel cell power system is its power unit. Some micro fuel cell power systems have built-in power units and others have external power units.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62282-6-200:2012

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 6-200: Micro fuel cell power systems – Performance test methods

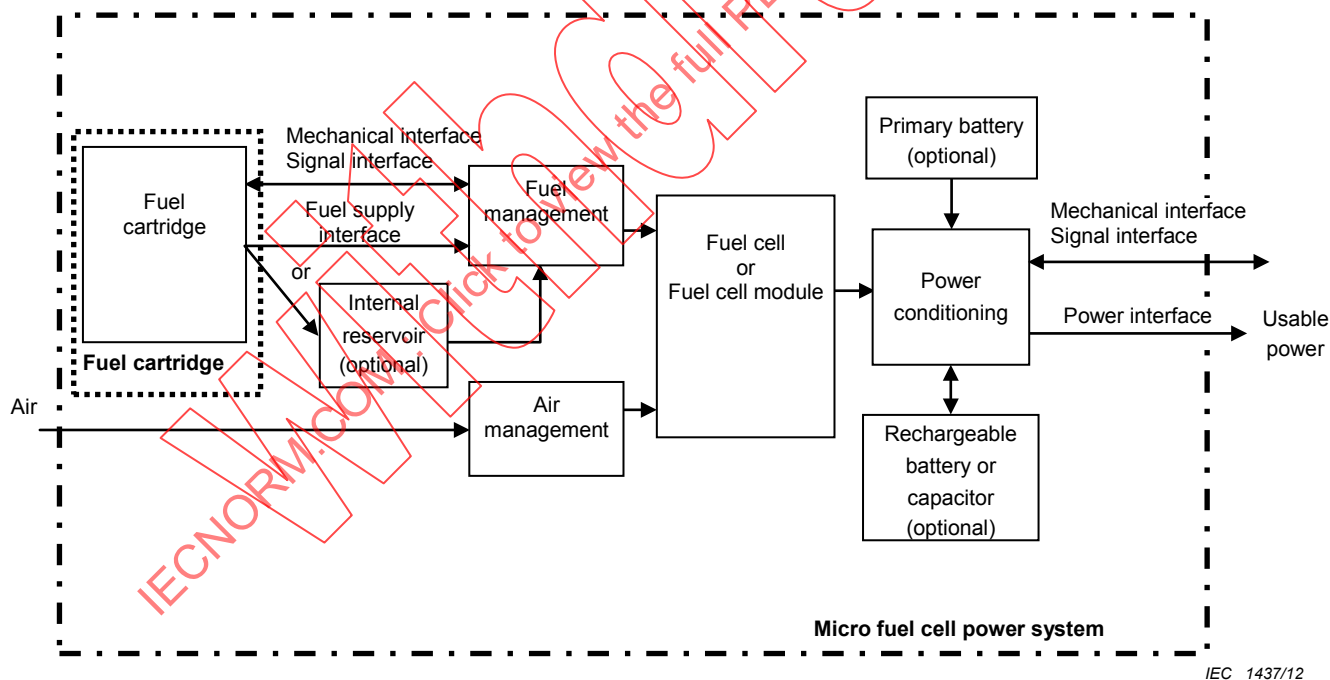
1 Scope

This part of IEC 62282 provides test methods which are required for the performance evaluation of micro fuel cell power systems for laptop computers, mobile phones, personal digital assistants (PDAs), cordless home appliances, TV broadcast cameras, autonomous robots, etc.

This standard describes the performance test methods for power characteristics, fuel consumption and mechanical durability for micro fuel cell power systems with output up to 60 V d.c. and 240 VA. The functional arrangement of a typical example of a micro fuel cell power system, evaluated according to this part of IEC 62282, is shown in Figure 1.

This standard does not address the safety of micro fuel cell power systems.

This standard does not address the interchangeability of micro fuel cell power systems.



IEC 1437/12

NOTE Dotted lines represent conceptual boundaries rather than physical ones.

**Figure 1 – Typical example of a functional arrangement
of a micro fuel cell power system**

2 Normative references

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

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60721-3-7, *Classification of environmental conditions – Part 3-7: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Portable and non-stationary use*

IEC/TS 62282-1:2010, *Fuel cell technologies – Part 1: Terminology*

ISO 4677-1, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 1: Aspirated psychrometer method*

ISO 4677-2, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 2: Whirling psychrometer method*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, IEC/TS 62282-1:2010 applies except as follows:

3.1

conditioning

operation involving placing the micro fuel cell power system in the standby state in the testing environment for a period of time to make the system adjusted to the environment under the prescribed test conditions, prior to a performance test

3.2

micro fuel cell power system

DC power source providing electric power from a fuel cell that includes a fuel cartridge, provides not more than 60 V d.c. output voltage and 240 VA output power, and is connected to a hand-held or wearable electronic device such as a laptop computer, mobile phone, PDA, cordless home appliance, TV broadcast camera, autonomous robot, etc., by flexible cord(s) and plug arrangement or termination connectors integrated into the casing of the portable DC electric device

3.3

standby state

state of a micro fuel cell power system with zero electrical output power yet capable of being promptly switched to a state with substantial electric active output power

3.4

starting duration

period required for transitioning from the standby state to reach within $\pm 10\%$ of rated voltage of the micro fuel cell power system after connection to the specified constant resistance

4 General principles

4.1 Testing environment

Unless otherwise specified, performance shall be tested in a controlled environment as specified in this standard. The controlled ambient test conditions shall be as follows:

- temperature: $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- pressure: between 83 kPa and 106 kPa;
- humidity: $60\% \pm 15\%$ relative humidity;
- volumetric oxygen concentration: $18\% \leq O_2 \leq 21\%$.

Measurement shall be conducted in a space with no substantial air movement specified by the manufacturer. The ambient test conditions shall be kept as constant as possible during the test. The parameters of the testing environment shall be recorded in the test report.

4.2 Minimum required measurement accuracy

The measurement parameters and minimum measurement accuracies shall be as follows:

- voltage: $\pm 1\%$;
- current: $\pm 1\%$;
- time: $\pm 1\%$;
- weight: $\pm 1\%$;
- temperature: $\pm 2\text{ °C}$;
- humidity: ± 5 percentage points;
- pressure: $\pm 5\%$;
- vibration frequency: $\pm 1\text{ Hz}$ ($5\text{ Hz} < \text{frequency} \leq 50\text{ Hz}$) or $\pm 2\%$ (frequency $> 50\text{ Hz}$);
- volume: $\pm 2\%$.

4.3 Measuring instruments

4.3.1 General

The measuring instruments shall be selected in accordance with the required accuracies and the range of values to be measured. The instruments shall be calibrated regularly in order to maintain the levels of accuracy described in 4.2. Refer to IEC/ISO 17025. Calibration information shall be described in the test report. Voltage and current instruments shall be capable of continuous recording for the entire duration of the measurements.

4.3.2 Voltage

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. Internal resistance of the voltage measurement instruments shall be more than or equal to 1 M Ω .

4.3.3 Current

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained.

4.3.4 Time

Time measurement instruments shall have an accuracy margin of within $\pm 1\text{ s/h}$ or better in order to maintain the measurement accuracy specified in 4.2.

4.3.5 Weight

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. Weight measurement shall be performed in accordance with the relevant government standard, the industry guideline, or the guideline of the relevant organization of each country.

4.3.6 Temperature

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. Recommended instruments for direct measurements of ambient temperatures are as follows:

- a) thermocouples with transducer; or
- b) resistance thermometer with transducer.

4.3.7 Humidity

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. Refer to ISO 4677-1 and ISO 4677-2 for ambient humidity measurements.

4.3.8 Pressure

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. Pressure measurement shall be performed in accordance with the relevant government standard, industry guidelines or guidelines of the relevant organization of each country. If such is not available, a relevant organization shall create a pressure measurement standard or guidelines for the performance tests.

4.3.9 Vibration frequency

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained. For frequency measurement, refer to IEC 60068-2-6.

4.3.10 Volume

The accuracy specified in 4.2 shall be maintained.

5 Tests

5.1 Test procedure

Each test shall be carried out on three samples. Conditioning of samples shall be conducted for a minimum of 2 h prior to the test measurement in order to adjust the samples to the testing environment. The test shall be started immediately following conditioning. Unless otherwise indicated, a voltmeter and a load specified by the manufacturer shall be connected so as to operate the micro fuel cell power system at the rated power or with the rated current, and measurements shall be taken for 1 h or for the duration specified by the manufacturer in order to observe the characteristics of the micro fuel cell power system during its actual operation. The data shall be recorded at a sampling frequency specified by the manufacturer for the entire duration of the measurement. The measured values reported shall be the mean value of the three measured values obtained by averaging the recorded data sample. The tests may be executed in series, using one sample group, or in parallel using different sample groups. Electrical measurements shall be taken at the power interface.

5.2 Power generation characteristics

5.2.1 Starting duration

- a) The purpose of this test is to verify the starting duration of micro fuel cell power systems.
- b) After the conditioning in accordance with 5.1, the time to reach within $\pm 10\%$ of the rated voltage defined by the manufacturer shall be measured from the time when the power interface circuit is electrically connected to the constant resistance specified by the

manufacturer. For micro fuel cell power systems with a starting duration shorter than 100 ms, precise measurement may be skipped. If the output voltage is within $\pm 10\%$ of the rated voltage defined by the manufacturer when connected, the measurement can be skipped. The value of the resistance shall be recorded in the test report.

5.2.2 Rated power test and rated voltage test

- a) The purpose of this test is to verify the rated power and the rated voltage of micro fuel cell power systems.
- b) The test shall start with the sample with its internal reservoir filled or a full fuel cartridge. Conditioning and measurement shall be performed in accordance with 5.1. If the system cannot deliver the rated power, terminate the test.
- c) Data collection and recording shall be performed in accordance with 5.1. The output voltage shall be monitored to see whether it is within the upper and lower limits of the rated voltage range specified by the manufacturer. The rated voltage range specified by the manufacturer shall be indicated in the test report. The load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

5.2.3 Power generation test after disuse

- a) The purpose of this test is to verify the performance of micro fuel cell power systems after a period of disuse.
- b) Rechargeable batteries or capacitors (optional) shall be in the fully charged state at the beginning of the test. Samples shall be conditioned by subjecting them to a period of pre-use, during which they are operated in accordance with 5.1, then put on standby. The minimum duration of pre-use shall be 1 h and the duration of disuse shall be 24 h. The internal reservoir or the fuel cartridge shall be full at the beginning of disuse, and full again at the beginning of the measurement. The output voltage after disuse shall be measured and recorded in accordance with 5.1. The load connected at the measurement and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

5.2.4 Power generation test at low and high temperatures

- a) The purpose of this test is to verify the performance of micro fuel cell power systems at low and high temperatures.
- b) The test temperatures shall be the minimum operating temperature and maximum operating temperature specified by the manufacturer. Rechargeable batteries or capacitors (optional) shall be in the fully charged state at the beginning of the test. The test shall start with the sample with its internal reservoir filled or a full fuel cartridge. The samples shall be conditioned at the test temperature and then measured for output voltage in accordance with 5.1. The test temperatures, the load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

5.2.5 Power generation test under low and high humidity conditions

- a) The purpose of this test is to verify the performance of micro fuel cell power systems under low and high humidity conditions.
- b) The test humidity shall be specified by the manufacturer at a humidity level lower than 20 % relative humidity and at a humidity level higher than 80 % relative humidity. Rechargeable batteries or capacitors (optional) shall be in the fully charged state at the beginning of the test. The test shall start with the sample with its internal reservoir filled or a full fuel cartridge. The samples shall be conditioned at the test humidity and then measured for output voltage in accordance with 5.1. The test humidity, the load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

5.2.6 Altitude test

- a) The purpose of this test is to verify the performance of micro fuel cell power systems under reduced atmospheric pressure.
- b) The test pressure shall be 68 kPa or 10 kPa less, but as close to 68 kPa as possible. Rechargeable batteries or capacitors (optional) shall be in the fully charged state at the beginning of the test. The test shall start with the sample having its internal reservoir full

or a full fuel cartridge. The samples shall be conditioned at the test pressure and then measured for output voltage in accordance with 5.1. The test pressure, the load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

NOTE 68 kPa is the minimum standard pressure in an aircraft cabin.

5.3 Fuel consumption test

- a) The purpose of this test is to measure the quantity of fuel supplied by a fuel cartridge and consumed by a micro fuel cell power system when it is operated continuously at the rated current or at the rated power.
- b) A micro fuel cell power system shall be operated either at the rated current or at the rated power. If operated at the rated current, the total fuel consumption, micro fuel cell power system voltage and duration of power generation shall be measured in accordance with 5.1. If operated at the rated power, the total fuel consumption and duration of power generation shall be measured. The total fuel consumption shall be measured as the weight or volume of the fuel consumed during the electrical measurement. The electrical measurements shall be taken with the system operating continuously in the steady state for a minimum of 2 h. The sample may be operated for a longer period of time as specified by the manufacturer for such measurements, if desired, or required to increase accuracy of measurement. The fuel consumption per unit time and the electrical energy per unit fuel amount shall be calculated using the measured values by the following equations:

Fuel consumption rate:

$$\text{Fuel consumption per unit hour (g/h or ml/h)} = \frac{\text{Amount of fuel consumed (g or ml)}}{h}$$

$$\text{Delivered electrical energy per unit fuel amount (Wh/g or Wh/ml)} = \frac{P \times h}{\text{Amount of fuel consumed (g or ml)}}$$

where

$P = U \times I$ (the rated current operation);

I is the rated current;

U is the average of the measured voltage;

or

P is the rated power (the rated power operation);

h is the hours of generation.

Specifications of the fuel shall be recorded in the test report.

5.4 Mechanical durability tests

5.4.1 Drop test

- a) The purpose of this test is to evaluate how the performance of micro fuel cell power systems is affected by the impact of a drop.
- b) The test sample shall be dropped onto a horizontal surface that consists of hardwood at least 13 mm thick, mounted on two layers of plywood, each with a thickness of 18 mm to 20 mm, all supported on a concrete or equivalent non-resilient floor from a predetermined height. The height of the drop shall be determined as shown in Table 1 (in compliance with IEC 60721-3-7). The micro fuel cell power system shall be held in its intended operating position and oriented parallel to the surface of the floor when being dropped.

Table 1 – Drop height

Sample	Class		
	7M1 ^a m	7M2 ^b m	7M3 ^c m
Mass < 1 kg	0,025	0,25	1,0
1 kg ≤ mass < 10 kg	0,025	0,1	0,5
10 kg ≤ mass < 50 kg	0,025	0,05	0,25
^a Class 7M1 applies to use at, and direct transfer between locations with only low level vibrations, or with medium level shocks. The handling and transfer of products is done with care. ^b In addition to the conditions covered by class 7M1, class 7M2 applies to use at, and direct transfer between locations with high level shocks. The handling and transfer of products is with less care. ^c In addition to the conditions covered by class 7M2, class 7M3 applies to use at, and direct transfer between locations with significant vibrations, or with high level shocks. The handling and transfer of products is rough.			

- c) After the drop procedure, the output voltage shall be measured and recorded in accordance with 5.1. The measurement shall start with the sample with its internal reservoir filled or a full fuel cartridge. The height of the drop test, the load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

5.4.2 Vibration test

- a) The purpose of this test is to evaluate how the performance of micro fuel cell power systems is affected by vibration.
- b) A micro fuel cell power system shall be mounted on a shake table in its intended operating position. Sine-wave form vibration shall be applied with a logarithmic sweep from 7 Hz to 200 Hz and back to 7 Hz in 15 min. Repeat this cycle 12 times. The vibration direction shall be perpendicular to the fixed horizontal plane of the micro fuel cell power system. The vibration condition shall be determined as shown in Table 2 (in compliance with IEC 60721-3-7).

Table 2 – Vibration condition

Sample	Class		
	7M1 ^a	7M2 ^b	7M3 ^c
Displacement amplitude	3,5 mm	3,5 mm	7,5 mm
Acceleration amplitude	10 m/s ²	10 m/s ²	20 m/s ²
Frequency range	7 – 9 Hz; 9 – 200 Hz	7 – 9 Hz; 9 – 200 Hz	7 – 8 Hz; 8 – 200 Hz
^a Class 7M1 applies to use at, and direct transfer between, locations with only low level vibrations or with medium level shocks. The handling and transfer of products is done with care. ^b In addition to the conditions covered by class 7M1, class 7M2 applies to use at, and direct transfer between, locations with high level shocks. The handling and transfer of products is with less care. ^c In addition to the conditions covered by class 7M2, class 7M3 applies to use at, and direct transfer between, locations with significant vibrations, or with high level shocks. The handling and transfer of products is rough.			

- c) After the vibration procedure, the output voltage shall be measured and recorded in accordance with 5.1. The measurement shall start with the sample with its internal reservoir filled or a full fuel cartridge. The vibration conditions of the test, the load connected and the duration of measurement shall be recorded in the test report.

6 Labelling and marking

As a self-declaration, the manufacturer shall clearly label his micro fuel cell power system to indicate conformance with this standard. The label shall include the following information and be marked as per the manufacturer's specification:

- Name of manufacturer
- Year and month of manufacture
- Reference standard number (IEC 62282-6-200)
- Rated voltage and rated power

7 Test report

Manufacturers of micro fuel cell power systems shall use this standard in order to evaluate the performance of their products for commercial purposes. The format of test reports shall be as given in Table 3.

Table 3 – Test report of micro fuel cell power system – Performance test (1 of 3)

Name of manufacturer and type of micro fuel cell power system:			
Year and month of manufacture:		Month	Year
Reference standard number: IEC 62282-6-200			
Rated voltage range and rated power range:		Rated voltage: $V \pm V$	Rated power: $W \pm W$
Existence of primary battery, rechargeable battery or capacitor ^a ☐ Yes ☐ No			
Report for calibration information described in 4.3:			
4.1	Testing environment	Temperature °C Relative humidity %	Pressure kPa Oxygen concentration %
5.2.1	Starting duration	[Test condition] Constant resistance connected at the measurement: Ω [Test result] Hour(s) Minute(s) Second(s) ☐ The starting duration is shorter than 100 ms. ☐ The output voltage remains within $\pm 10\%$ of the rated voltage when connected to the constant resistance in accordance with 5.2.1	
5.2.2	Rated power test and rated voltage test	[Test conditions] Load connected at the measurement: Ω , A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] ☐ The rated power was delivered by the micro fuel cell power system. ☐ The measured output voltage remained within the specified limits of the rated voltage	
5.2.3	Power generation test after disuse	[Test conditions] Duration of pre-use: hour(s) (more than 1 h) Period of disuse: 24 h Load connected at the measurement: Ω , A or W Duration of measurement: 1 h [Test result] Measured voltage: V	

Table 3 (2 of 3)

5.2.4	Power generation test at low and high temperatures	(1) Power generation test at low temperature [Test conditions] Temperature (low): °C Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V (2) Power generation test at high temperature [Test conditions] Temperature (high): °C Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V
5.2.5	Power generation test under low and high humidity conditions	(1) Power generation test under low humidity condition [Test conditions] Relative humidity (low): % Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V (2) Power generation test under high humidity condition [Test conditions] Relative humidity (high): % Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V
5.2.6	Altitude test	[Test conditions] Pressure: kPa Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V
5.3	Fuel consumption test	[Test conditions] Operation: □ at the rated current ,□ at the rated power Output power during the measurement: W Duration of power generation: hour(s) Fuel specifications (e.g. methanol 98 %): [Test results] Fuel consumption per unit hour: g/h or ml/h Delivered electrical energy per unit fuel amount: Wh/g or Wh/ml

Table 3 (3 of 3)

5.4.1	Drop test	[Test conditions] Height of the drop test: m Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V
5.4.2	Vibration test	[Test conditions] Vibration frequency: 7 Hz – 200 Hz Other conditions, if necessary: Load connected at the measurement: Ω, A or W Duration of measurement: hour(s) [Test result] Measured voltage: V
^a '□' in the table indicates that it should be checked in accordance with the following: 5.2.1 □ The starting duration is shorter than 100 ms: Check the box, if this is the case. 5.2.1 □ The output voltage remains within $\pm 10\%$ of the rated voltage when connected to the constant resistance in accordance with 5.2.1: Check the box if this is the case. 5.2.2 □ The rated power was delivered by the micro fuel cell power system: Check the box, if it is the case. 5.2.2 □ The measured output voltage remained within the specified limits of the rated voltage: In accordance with 5.2.2 b) and 5.2.2 c), the output voltage shall be measured continuously. Check the box, if it was confirmed that the output voltage remained within the upper and lower limits of the rated voltage range specified by the manufacturer. 5.3 □ At the rated current or, □ at the rated power: Check one corresponding to the actual operation in the test.		

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	21
4 Principes généraux	22
4.1 Environnement d'essai	22
4.2 Précision minimale de mesure exigée	22
4.3 Appareils de mesure	22
4.3.1 Généralités	22
4.3.2 Tension	22
4.3.3 Courant	23
4.3.4 Temps	23
4.3.5 Poids	23
4.3.6 Température	23
4.3.7 Humidité	23
4.3.8 Pression	23
4.3.9 Fréquence de vibration	23
4.3.10 Volume	23
5 Essais	23
5.1 Procédure d'essai	23
5.2 Caractéristiques de production de puissance	24
5.2.1 Durée de démarrage	24
5.2.2 Essai de puissance assignée et essai de tension assignée	24
5.2.3 Essai de production de puissance après une absence d'utilisation	24
5.2.4 Essai de production de puissance à des températures basses et hautes	24
5.2.5 Essai de production de puissance dans des conditions de faible et de forte humidité	25
5.2.6 Essai d'altitude	25
5.3 Essai de consommation de combustible	25
5.4 Essais de durabilité mécanique	26
5.4.1 Essai de chute	26
5.4.2 Essai de vibrations	26
6 Marquage et étiquetage	27
7 Rapport d'essai	27
Figure 1 – Exemple type d'une disposition fonctionnelle d'un système à micro-piles à combustible	20
Tableau 1 – Hauteur de chute	26
Tableau 2 – Condition de vibration	27
Tableau 3 – Rapport d'essai du système à micro-piles à combustible – Essai de performance	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

**Partie 6-200: Systèmes à micro-piles à combustible –
Méthodes d'essai des 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 62282-6-200 a été établie par le comité d'études 105 de la CEI: Technologies des piles à combustible.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 2007, et constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- a) des modifications ont été intégrées de façon à rendre la présente édition indépendante du combustible:
 - la définition de «combustible» est désormais cohérente avec celle de la CEI/TS 62282-1:2010;

- la restriction relative aux combustibles spécifiques (méthanol ou solution méthanol/eau, acide formique, hydrogène, composant clathrate de méthanol, composant de borohydrure, butane, etc.) a été levée,
- b) modification de la définition de «état inactif» en «état de veille»;
- c) à l'Article 3, Termes et définitions, pour les besoins du présent document, la CEI/TS 62282-1:2010 s'applique à l'exception des termes suivants:
 - conditionnement;
 - système à micro-piles à combustibles;
 - état de veille; et
 - durée de démarrage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
105/394/FDIS	105/401/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 62282, présentées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, 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

Avec les progrès de la technologie, l'attente ou la demande en faveur de l'introduction sur le marché des piles à combustible a considérablement augmenté au cours de ces dernières années. Elle est particulièrement forte pour ce qui est des systèmes à micro-piles à combustible pour des applications dans les ordinateurs portables, les téléphones mobiles, les assistants numériques personnels (PDA)¹, les appareils électroménagers sans fil, les caméras de télédiffusion, les robots autonomes, etc. Le composant essentiel d'un système à micro-piles à combustible est son bloc d'alimentation. Certains systèmes à micro-piles à combustible ont des blocs d'alimentation intégrés et d'autres possèdent des blocs d'alimentation extérieurs.

¹ PDA *en anglais*: personal digital assistants.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 6-200: Systèmes à micro-piles à combustible – Méthodes d'essai des performances

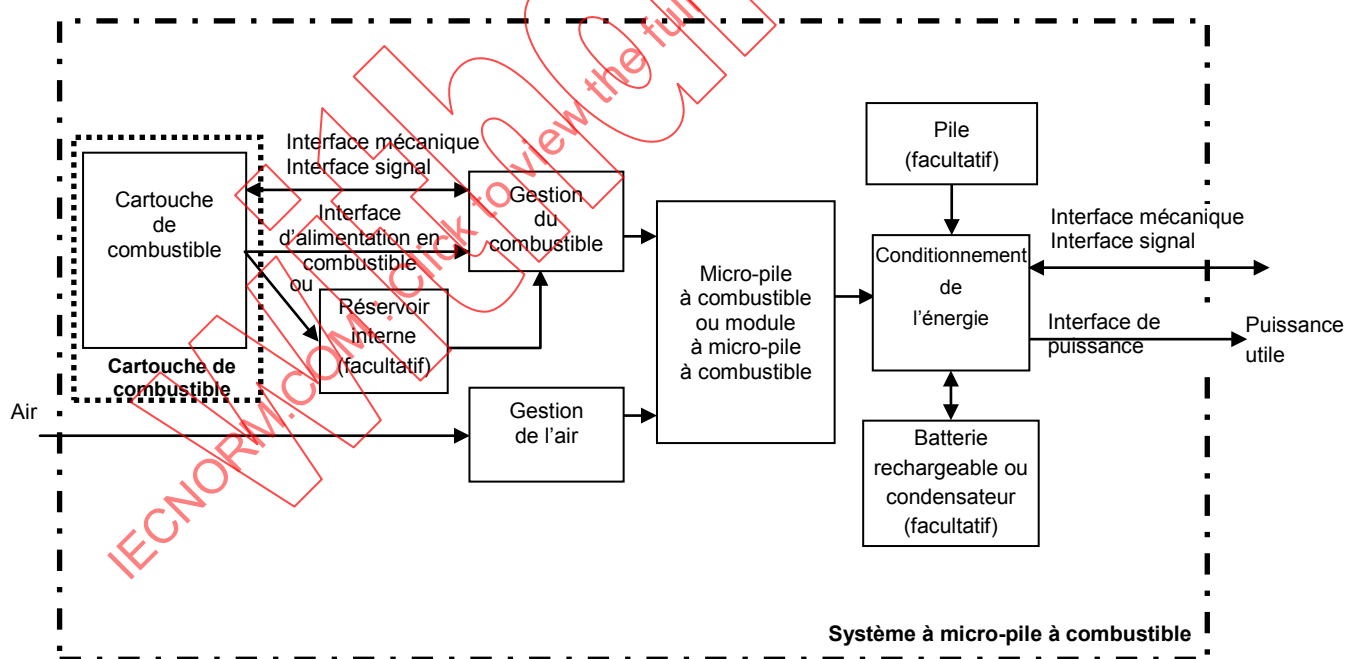
1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62282 fournit des méthodes d'essai qui sont exigées pour l'évaluation des performances des systèmes à micro-piles à combustible pour les ordinateurs portables, les téléphones mobiles, les assistants numériques personnels (PDA), les appareils électroménagers sans fil, les caméras de télédiffusion, les robots autonomes, etc.

La présente norme décrit les méthodes d'essai de performance pour les caractéristiques d'alimentation, la consommation de combustible et la durabilité mécanique pour les systèmes à micro-piles à combustible avec sortie jusqu'à 60 V c.c. et 240 VA. Les systèmes à micro-piles à combustible évalués selon la présente partie de la CEI 62282 comportent une disposition fonctionnelle comme l'illustre l'exemple type de la Figure 1.

La présente norme n'aborde pas la sécurité des systèmes à micro-piles à combustible.

La présente norme n'aborde pas l'interchangeabilité des systèmes à micro-piles à combustible.



IEC 1437/12

NOTE Les lignes en pointillés représentent les limites conceptuelles plutôt que physiques.

**Figure 1 – Exemple type d'une disposition fonctionnelle
d'un système à micro-piles à combustible**

2 Références normatives

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

CEI 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60721-3-7, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-7: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation en déplacement*

CEI/TS 62282-1:2010, *Technologies des piles à combustible – Partie 1: Terminologie*

ISO 4677-1, *Atmosphères de conditionnement et d'essai – Détermination de l'humidité relative – Partie 1: Méthode utilisant un psychromètre à aspiration*

ISO 4677-2, *Atmosphères de conditionnement et d'essai – Détermination de l'humidité relative – Partie 2: Méthode utilisant un psychromètre fronde*

ISO/CEI 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, la CEI/TS 62282-1:2010 s'applique à l'exception de ce qui suit:

3.1

conditionnement

fonctionnement impliquant la mise en état de veille du système à micro-piles à combustible dans l'environnement d'essai, pendant une période permettant au système de s'ajuster à l'environnement dans les conditions d'essai requises, avant de réaliser un essai de performance

3.2

systèmes à micro-piles à combustible

source d'énergie en courant continu fournissant une puissance électrique à partir d'une pile à combustible comprenant une cartouche de combustible, qui fournit une tension de sortie non supérieure à 60 V c.c. et une puissance de sortie de 240 VA, et qui est connectée à un dispositif électronique portatif tel qu'un ordinateur portable, un téléphone mobile, un assistant numérique personnel (PDA), un appareil électroménager sans fil, une caméra de télédiffusion, un robot autonome, etc., par un (des) câble(s) souple(s) et un système de prises ou des connecteurs de raccordement intégrés dans le boîtier du dispositif électrique portable en courant continu

3.3

état de veille

état d'un système à micro-piles à combustible avec une puissance de sortie électrique nulle, pourtant capable d'être rapidement commuté dans un état avec une puissance électrique active importante en sortie

3.4

durée de démarrage

période de temps nécessaire pour, à partir de l'état de veille, atteindre à $\pm 10\%$ la tension assignée du système à micro-piles à combustible après connexion à la résistance constante spécifiée

4 Principes généraux

4.1 Environnement d'essai

Sauf indication contraire, la performance doit être mesurée dans un environnement contrôlé tel que spécifié dans la présente norme. Les conditions d'essai en ambiance contrôlée doivent être les suivantes:

- température: $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- pression: entre 83 kPa et 106 kPa;
- humidité: humidité relative de $60\% \pm 15\%$;
- concentration volumétrique en oxygène: $18\% \leq O_2 \leq 21\%$.

La mesure doit être effectuée dans un espace sans mouvement d'air important spécifié par le fabricant. Les conditions d'essai ambiantes doivent être maintenues aussi constantes que possible pendant l'essai. Les paramètres de l'environnement d'essai doivent être consignés dans le rapport d'essai.

4.2 Précision minimale de mesure exigée

Les paramètres de mesure et les précisions de mesure minimales doivent être les suivants:

- tension: $\pm 1\%$;
- courant: $\pm 1\%$;
- temps: $\pm 1\%$;
- poids: $\pm 1\%$;
- température: $\pm 2\text{ °C}$;
- humidité: points de pourcentage ± 5 ;
- pression: $\pm 5\%$;
- fréquence de vibration: $\pm 1\text{ Hz}$ ($5\text{ Hz} < \text{fréquence} \leq 50\text{ Hz}$) ou $\pm 2\%$ (fréquence $> 50\text{ Hz}$);
- volume: $\pm 2\%$.

4.3 Appareils de mesure

4.3.1 Généralités

Les appareils de mesure doivent être choisis conformément aux précisions exigées et à la plage des valeurs à mesurer. Les appareils doivent être régulièrement étalonnés afin de maintenir les niveaux de précision décrits en 4.2. Se référer à l'ISO/CEI 17025. Les informations d'étalonnage doivent être décrites dans le rapport d'essai. Les voltmètres et ampèremètres doivent être capables d'enregistrer en continu pendant toute la durée des mesures.

4.3.2 Tension

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. La résistance interne des appareils de mesure de tension doit être supérieure ou égale à $1\text{ M}\Omega$.

4.3.3 Courant

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue.

4.3.4 Temps

Les appareils de mesure du temps doivent avoir une marge de précision à ± 1 s/h ou supérieure afin de maintenir la précision de mesure spécifiée en 4.2.

4.3.5 Poids

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. La mesure du poids doit être réalisée conformément à la norme gouvernementale correspondante, aux lignes directrices de l'industrie ou aux lignes directrices de l'organisation concernée de chaque pays.

4.3.6 Température

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. Les appareils recommandés pour les mesures directes des températures ambiantes sont les suivants:

- a) thermocouples avec transducteur; ou
- b) thermomètre à résistance avec transducteur.

4.3.7 Humidité

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. Voir l'ISO 4677-1 et l'ISO 4677-2 pour les mesures de l'humidité ambiante.

4.3.8 Pression

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. La mesure de la pression doit être réalisée conformément à la norme gouvernementale correspondante, aux lignes directrices de l'industrie ou aux lignes directrices de l'organisation professionnelle correspondante de chaque pays. Si de tels documents ne sont pas disponibles, une organisation appropriée doit créer une norme de mesure de la pression ou des lignes directrices pour les essais de performance.

4.3.9 Fréquence de vibration

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue. Pour la mesure de la fréquence, se référer à la CEI 60068-2-6.

4.3.10 Volume

La précision spécifiée en 4.2 doit être maintenue.

5 Essais

5.1 Procédure d'essai

Chaque essai doit être effectué sur trois échantillons. Le conditionnement des échantillons doit être effectué pendant au moins 2 h avant les mesures pour ajuster les échantillons à l'essai d'environnement. L'essai doit débuter immédiatement après le conditionnement. Sauf indication contraire, un voltmètre et une charge spécifiée par le fabricant doivent être connectés de façon à faire fonctionner le système à micro-piles à combustible à la puissance assignée ou avec le courant assigné, et des mesures doivent être prises pendant 1 h ou pendant la durée spécifiée par le fabricant pour observer les caractéristiques du système à micro-piles à combustible pendant son fonctionnement réel. Les données doivent être enregistrées à une fréquence d'échantillonnage spécifiée par le fabricant pendant toute la durée des mesures. Les valeurs mesurées reportées doivent être la valeur moyenne des trois

valeurs mesurées obtenues en moyennant l'échantillon de données enregistrées. Les essais peuvent être exécutés en série, en utilisant un seul groupe d'échantillons, ou en parallèle en utilisant des groupes d'échantillons différents. Les mesures électriques doivent être réalisées au niveau de l'interface de puissance.

5.2 Caractéristiques de production de puissance

5.2.1 Durée de démarrage

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la durée de démarrage des systèmes à micro-piles à combustible.
- b) Après conditionnement conformément à 5.1, le temps nécessaire pour atteindre à $\pm 10 \%$ la tension assignée définie par le fabricant doit être mesuré à partir du moment où le circuit d'interface de puissance est relié électriquement à la résistance constante spécifiée par le fabricant. Pour des systèmes à micro-piles à combustible avec une durée de démarrage inférieure à 100 ms, la mesure précise peut être abandonnée. Si la tension de sortie est à $\pm 10 \%$ de la tension assignée définie par le fabricant lorsqu'il est connecté, la mesure peut être abandonnée. La valeur de la résistance doit être enregistrée dans le rapport d'essai.

5.2.2 Essai de puissance assignée et essai de tension assignée

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la puissance assignée et la tension assignée des systèmes à micro-piles à combustible.
- b) L'essai doit commencer avec un échantillon ayant son réservoir interne rempli ou une cartouche de combustible pleine. Le conditionnement et la mesure doivent être réalisés conformément à 5.1. Si le système ne peut pas fournir la puissance assignée, finir l'essai.
- c) La collecte et l'enregistrement de données doivent être réalisés conformément à 5.1. La tension de sortie doit être surveillée pour déterminer si elle se situe dans les limites supérieures et inférieures de la gamme de tensions assignées spécifiée par le fabricant. La gamme de tensions assignées spécifiée par le fabricant doit être indiquée dans le rapport d'essai. La charge connectée et la durée de mesure doivent être consignées dans le rapport d'essai.

5.2.3 Essai de production de puissance après une absence d'utilisation

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la performance des systèmes à micro-piles à combustible après une période sans utilisation.
- b) Les batteries ou les condensateurs (facultatifs) rechargeables doivent être en état de charge complète au début de l'essai. Des échantillons doivent être conditionnés en les soumettant à une période de pré-utilisation, au cours de laquelle ils sont mis en fonctionnement conformément à 5.1, puis sont mis en veille. La durée minimale de pré-utilisation doit être de 1 h et la durée de non-utilisation doit être de 24 h. Le réservoir interne ou la cartouche de combustible doit être rempli au début de la non-utilisation, et de nouveau rempli au début de la mesure. La tension de sortie après non-utilisation doit être mesurée et enregistrée conformément à 5.1. La charge connectée pendant la mesure et la durée de la mesure doivent être consignées dans le rapport d'essai.

5.2.4 Essai de production de puissance à des températures basses et hautes

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la performance des systèmes à micro-piles à combustible à hautes et basses températures.
- b) Les températures d'essai doivent être les températures de fonctionnement minimale et maximale spécifiées par le fabricant. Les batteries ou les condensateurs (facultatifs) rechargeables doivent être en état de charge complète au début de l'essai. L'essai doit débuter avec l'échantillon ayant son réservoir interne rempli ou une cartouche de combustible pleine. Les échantillons doivent être conditionnés à la température d'essai et à la tension de sortie mesurée conformément à 5.1. Les températures d'essai, la charge connectée et la durée de la mesure doivent être consignées dans le rapport d'essai.

5.2.5 Essai de production de puissance dans des conditions de faible et de forte humidité

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la performance des systèmes à micro-piles à combustible dans des conditions de faible et de forte humidité.
- b) Le niveau d'humidité doit être spécifié par le fabricant à un niveau d'humidité inférieur à l'humidité relative de 20 % et à un niveau d'humidité supérieur à l'humidité relative de 80 %. Les batteries ou les condensateurs (facultatifs) rechargeables doivent être en état de charge complète au début de l'essai. L'essai doit débuter avec l'échantillon ayant son réservoir interne rempli ou une cartouche de combustible pleine. Les échantillons doivent être conditionnés au niveau d'humidité de l'essai et la tension de sortie mesurée conformément à 5.1. Le niveau d'humidité, la charge connectée et la durée de la mesure doivent être consignés dans le rapport d'essai.

5.2.6 Essai d'altitude

- a) L'objet de cet essai est de vérifier la performance des systèmes à micro-piles à combustible à une pression atmosphérique réduite.
- b) La pression d'essai doit être entre 68 kPa et 68 kPa moins 10 kPa, mais aussi proche de 68 kPa que possible. Les batteries ou les condensateurs (facultatifs) rechargeables doivent être en état de charge complète au début de l'essai. L'essai doit débuter avec l'échantillon ayant son réservoir interne rempli ou une cartouche de combustible pleine. Les échantillons doivent être conditionnés à la pression d'essai et la tension de sortie mesurée conformément à 5.1. La pression d'essai, la charge connectée et la durée de la mesure doivent être consignées dans le rapport d'essai.

NOTE 68 kPa est la pression normale minimale dans une aéronef.

5.3 Essai de consommation de combustible

- a) L'objet de cet essai est de mesurer la quantité de combustible fourni par une cartouche de combustible et consommé par un système à micro-piles à combustible lorsqu'il est mis en fonctionnement en continu au courant assigné ou à la puissance assignée.
- b) Un système à micro-piles à combustible doit être mis en fonctionnement soit au courant assigné, soit à la puissance assignée. S'il s'agit du courant assigné, la consommation totale de combustible, la tension du système à micro-piles à combustible et la durée de la production de puissance doivent être mesurées conformément à 5.1. S'il s'agit de la puissance assignée, la consommation totale de combustible et la durée de production de puissance doivent être mesurées. La consommation totale de combustible doit être mesurée comme le poids ou le volume du combustible consommé pendant la mesure électrique. Les mesures électriques doivent être relevées en faisant fonctionner le système en continu en régime continu pendant au moins 2 h. L'échantillon peut être mis en fonctionnement pendant une période de temps plus longue spécifiée par le fabricant pour de telles mesures, si cela est souhaité ou nécessaire pour augmenter la précision de la mesure. La consommation de combustible par unité de temps et l'énergie électrique par unité de quantité de combustible doivent être calculées en utilisant les valeurs mesurées par les équations suivantes:

Vitesse de consommation du combustible:

$$\text{Consommation de combustible par unité-heure (g/h ou ml/h)} = \frac{\text{Quantité de combustible consommé (g ou ml)}}{h}$$

$$\text{Energie électrique produite par unité de quantité de combustible (Wh/g ou Wh/ml)} = \frac{P \times h}{\text{Quantité de combustible consommé (g ou ml)}}$$

où

$P = U \times I$ (le fonctionnement en courant assigné);

I est le courant assigné;

U est la moyenne de la tension mesurée;