

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fuel cell technologies –
Part 6-100: Micro fuel cell power systems – Safety**

**Technologies des piles à combustible –
Partie 6-100: Systèmes à micropiles à combustible – Sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-5565-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	9
1 Scope.....	11
1.1 General.....	11
1.2 Fuels and technologies covered	11
1.3 Equivalent level of safety.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
4 Materials and construction of micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges	18
4.1 General.....	18
4.2 FMEA / hazard analysis.....	18
4.3 General materials.....	18
4.4 Selection of materials.....	18
4.5 General construction	19
4.6 Fuel valves.....	19
4.7 Materials and construction – system.....	20
4.8 Ignition sources	20
4.9 Enclosures and acceptance strategies.....	21
4.9.1 Parts requiring a fire enclosure.....	21
4.9.2 Parts not requiring a fire enclosure.....	21
4.9.3 Materials for components and other parts outside fire enclosures	22
4.9.4 Materials for components and other parts inside fire enclosures	23
4.9.5 Mechanical enclosures	24
4.10 Protection against fire, explosion, corrosivity and toxicity hazard.....	24
4.11 Protection against electrical hazards	25
4.12 Fuel supply construction.....	25
4.12.1 Fuel cartridge construction	25
4.12.2 Fuel cartridge fill requirement.....	26
4.13 Protection against mechanical hazards.....	26
4.13.1 Piping and tubing other than fuel lines.....	26
4.13.2 Exterior surface and component temperature limits	26
4.13.3 Motors	27
4.14 Construction of electric device components.....	28
4.14.1 Limited power sources.....	28
4.14.2 Devices that use electronic controllers.....	29
4.14.3 Electrical conductors/wiring	29
4.14.4 Output terminal area.....	30
4.14.5 Electric components and attachments.....	30
4.14.6 Protection.....	30
5 Abnormal operating and fault conditions testing and requirements.....	31
5.1 General.....	31
5.2 Compliance testing.....	31
5.3 Passing criteria	32
5.4 Simulated faults and abnormal conditions for limited power and SELV circuits	32
5.5 Abnormal operation – electromechanical components	32
5.6 Abnormal operation of micro fuel cell power systems or units with integrated batteries	33

5.7	Abnormal operation – simulation of faults based on hazard analysis.....	33
6	Instructions and warnings for micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges	34
6.1	General.....	34
6.2	Minimum markings required on the fuel cartridge.....	34
6.3	Minimum markings required on the micro fuel cell power system	34
6.4	Additional information required either on the fuel cartridge or on accompanying written information or on the micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit.....	35
6.5	Technical documentation.....	35
7	Type tests for micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges	36
7.1	General.....	36
7.2	Leakage measurement of methanol and the measuring procedure.....	37
7.3	Type tests	44
7.3.1	Pressure differential tests.....	44
7.3.2	Vibration test.....	46
7.3.3	Temperature cycling test	47
7.3.4	High temperature exposure test.....	48
7.3.5	Drop test	48
7.3.6	Compressive loading test	49
7.3.7	External short-circuit test.....	50
7.3.8	Surface, component and exhaust gas temperature test.....	51
7.3.9	Long-term storage test	51
7.3.10	High-temperature connection test.....	56
7.3.11	Connection cycling tests.....	56
7.3.12	Emission test.....	59
Annex A (normative)	Formic acid micro fuel cell power systems.....	64
Annex B (normative)	Hydrogen stored in hydrogen absorbing metal alloy and micro fuel cell power systems.....	96
Annex C (normative)	Reformed methanol micro fuel cell power systems	145
Annex D (normative)	Methanol clathrate compound micro fuel cell power systems.....	159
Annex E (normative)	Borohydride micro fuel cell power systems: Class 8 (corrosive) compounds in indirect borohydride fuel cells.....	183
Annex F (normative)	Borohydride micro fuel cell power systems: Class 4.3 (water reactive) compounds in indirect borohydride fuel cells	234
Annex G (normative)	Borohydride micro fuel cell power systems: Class 8 (corrosive) compounds in direct borohydride fuel cells.....	284
Annex H (normative)	Butane solid oxide micro fuel cell power systems.....	331
Bibliography.....		370
Figure 1 –	Micro fuel cell power system block diagram.....	12
Figure 2 –	Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests.....	38
Figure 3 –	Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test	39
Figure 4 –	Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop and compressive loading tests.....	40

Figure 5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test	41
Figure 6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test	42
Figure 7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test	43
Figure 8 – Temperature cycling.....	48
Figure 9 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test ..	55
Figure 10 – Operational emission rate testing apparatus.....	60
Figure 11 – Operational emission concentration testing apparatus.....	60
Figure A.1 – Formic acid micro fuel cell power system block diagram – Replaces Figure 1	64
Figure A.2 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 2	70
Figure A.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	71
Figure A.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling test, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 4	72
Figure A.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	73
Figure A.6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test – Replaces Figure 6.....	74
Figure A.7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test – Replaces Figure 7	75
Figure A.9 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	82
Figure A.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	83
Figure A.11 – Operational emission concentration testing apparatus – Replaces Figure 11	84
Figure A.12 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system.....	92
Figure B.2 – Fuel cartridge leakage test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 2	107
Figure B.3 – Fuel cartridge leakage test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	108
Figure B.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 4.....	109
Figure B.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	110
Figure B.8 – Temperature cycling – Replaces Figure 8	120
Figure B.9 – Fuel cartridge hydrogen leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	131
Figure B.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	137
Figure B.12 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system.....	141
Figure C.1 – General block diagram of a reformed methanol micro fuel cell power system – Replaces Figure 1.....	145
Figure C.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	149

Figure C.11 – Operational emission concentration testing apparatus – Replaces Figure 11	150
Figure C.12 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system	155
Figure D.1 – Methanol clathrate compound micro fuel cell power system block diagram – Replaces Figure 1	159
Figure D.2 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 2	165
Figure D.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	166
Figure D.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop and compressive loading tests – Replaces Figure 4	167
Figure D.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	168
Figure D.9 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	179
Figure D.12 – Fuel cartridge of methanol clathrate compound	160
Figure D.13 – Usage of methanol clathrate compound with micro fuel cell power unit	160
Figure E.1 – Micro fuel cell power system block diagram for liquid Class 8 (corrosive) borohydride compound fuel with onboard fuel processing – Replaces Figure 1	183
Figure E.2 – Fuel cartridge leakage test flow chart for vibration, drop, compressive loading – Replaces Figure 2	197
Figure E.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	198
Figure E.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop and compressive loading tests – Replaces Figure 4	199
Figure E.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	200
Figure E.6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test – Replaces Figure 6	201
Figure E.7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test – Replaces Figure 7	202
Figure E.8 – Temperature cycling – Replaces Figure 8	207
Figure E.9 – Fuel cartridge hydrogen leakage and mass loss test flowchart for long-term storage test – Replaces Figure 9	213
Figure E.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	223
Figure E.11 – Operational emission concentration testing apparatus – Replaces Figure 11	223
Figure E.12 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system – Replaces Figure 12	230
Figure E.13 – Micro fuel cell power system block diagram for liquid Class 8 (corrosive) borohydride compound fuel with fuel cartridge fuel processing	184
Figure E.14 – Micro fuel cell power system block diagram for solid Class 8 (corrosive) borohydride compound fuel with fuel cartridge fuel processing and cartridge fuel management	185
Figure E.15 – Micro fuel cell power system block diagram for solid Class 8 (corrosive) compound fuel with cartridge fuel processing and fuel management internal to the micro fuel cell power unit	186
Figure E.16 – Fuel cartridge leakage test flow chart for external pressure test	231

Figure F.1 – Borohydride micro fuel cell power system block diagram for Class 4.3 (water reactive) compound fuel in indirect borohydride fuel cell system; fuel management in micro fuel cell power unit – Replaces Figure 1	235
Figure F.2 – Fuel cartridge leakage test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 2	247
Figure F.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	248
Figure F.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop and compressive loading tests – Replaces Figure 4	249
Figure F.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	250
Figure F.6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test – Replaces Figure 6	251
Figure F.7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test – Replaces Figure 7	252
Figure F.8 – Temperature cycling – Replaces Figure 8	257
Figure F.9 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	263
Figure F.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	273
Figure F.11 – Operational emission concentration testing apparatus – Replaces Figure 11	273
Figure F.12 – Borohydride micro fuel cell power system block diagram for Class 4.3 (water reactive) compound fuel in indirect borohydride fuel cell system; fuel management in fuel cartridge	236
Figure F.13 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system	280
Figure F.14 – Fuel cartridge leakage test flow chart for low external pressure test	281
Figure G.1 – Direct borohydride micro fuel cell power system block diagram – Replaces Figure 1	284
Figure G.2 – Fuel cartridge leakage test flow chart for pressure differential, vibration, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 2	295
Figure G.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	296
Figure G.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop, and compressive loading tests – Replaces Figure 4	297
Figure G.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	298
Figure G.6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test – Replaces Figure 6	299
Figure G.7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test – Replaces Figure 7	300
Figure G.8 – Temperature cycling – Replaces Figure 8	306
Figure G.9 – Fuel cartridge hydrogen leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	311
Figure G.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	320
Figure G.11 – Operational emission concentration testing apparatus – Replaces Figure 11	321
Figure G.12 – Hydrogen emission test procedure for operating micro fuel cell power system	328

Figure G.13 – Fuel cartridge leakage test flow chart for low external pressure test	301
Figure H.1 – Butane solid oxide micro fuel cell power system block diagram – Replaces Figure 1.....	331
Figure H.2 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for vibration, drop and compressive loading tests – Replaces Figure 2.....	338
Figure H.3 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for temperature cycling test and high temperature exposure test – Replaces Figure 3	339
Figure H.4 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for pressure differential, vibration, temperature cycling, drop and compressive loading tests – Replaces Figure 4.....	340
Figure H.5 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for external short-circuit test – Replaces Figure 5	341
Figure H.6 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 68 kPa low external pressure test – Replaces Figure 6.....	342
Figure H.7 – Micro fuel cell power system or micro fuel cell power unit leakage and mass loss test flow chart for 11,6 kPa low external pressure test – Replaces Figure 7.....	343
Figure H.8 – Temperature cycling – Replaces Figure 8	349
Figure H.9 – Fuel cartridge leakage and mass loss test flow chart for long-term storage test – Replaces Figure 9	356
Figure H.10 – Operational emission rate testing apparatus – Replaces Figure 10	361
Figure H.11 – Operational emission concentration testing apparatus	362
Table 1 – Summary of material flammability requirements.....	22
Table 2 – Temperature limits	27
Table 3 – Limits for inherently limited power sources	28
Table 4 – Limits for power sources not inherently limited (Over-current protection required).....	29
Table 5 – List of type tests.....	36
Table 6 – Laboratory standard conditions	37
Table 7 – Emission limits	63
Table A.5 – List of type tests – Replaces Table 5.....	68
Table A.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	69
Table A.7 – Emission limits – Replaces Table 7	93
Table A.8 – Occupational exposure limits	93
Table B.5 – List of type tests – Replaces Table 5.....	105
Table B.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	106
Table B.7 – Emission limits – Replaces Table 7	142
Table C.5 – List of type tests – Replaces Table 5	148
Table C.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	149
Table C.7 – Emission limits – Replaces Table 7.....	156
Table C.8 – Occupational exposure limits	156
Table D.5 – List of type tests – Replaces Table 5	163
Table D.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	164
Table E.5 – List of type tests – Replaces table 5.....	194
Table E.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	195
Table E.7 – Emission limits – Replaces Table 7	229

Table F.5 – List of type tests – Replaces Table 5	244
Table F.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	245
Table F.7 – Emission limits – Replaces Table 7	279
Table G.5 – List of type tests – Replaces Table 5	292
Table G.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	293
Table G.7 – Emission limits – Replaces Table 7	327
Table H.5 – List of type tests – Replaces Table 5	336
Table H.6 – Laboratory standard conditions – Replaces Table 6	337
Table H.7 – Emission Limits – Replaces Table 7	365
Table H.8 – Occupational exposure limits	366

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FUEL CELL TECHNOLOGIES –**Part 6-100: Micro fuel cell power systems –
Safety**

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 62282-6-100 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies

This standard cancels and replaces IEC/PAS 62282-6-1 published in 2006. This first edition constitutes a technical revision.

This bilingual version (2019-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2010-03.

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

FDIS	Report on voting
105/255/FDIS	105/261/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

How to use this standard:

The subclauses and clauses of the main body of the text are modified, replaced or applied as they are in each of the annexes, which applies to a different technology. Instructions are written in *Italic type*.

- a) For the methanol, and methanol and water fuels covered by Clauses 1 through 7, all requirements are given in Clauses 1 through 7 and the annexes should not be used for these fuels.
- b) For the specific fuels and technologies covered by Annexes A through H, each annex outlines the additional or modified requirements with respect to the requirements contained in Clauses 1 through 7 for certification of such micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and their respective fuel cartridges covered by the specific annex.
- c) Where possible, the numbering system of the annexes corresponds to the numbering of Clauses 1 through 7 and their subclauses. Requirements from Clauses 1 through 7 and their subclauses not specifically addressed in an annex apply to the fuels and technologies covered by that particular annex as written in Clauses 1 through 7.
- d) Where an annex gives specific subclause direction – preceded by the annex letter designator – those specific subclauses in the annex reflect the additional or modified requirements for the fuels and technologies covered by the particular annex and shall be followed for that annex. Any additional subclauses have been assigned new numbers and shall be followed.
- e) Modified or replacement figures or tables have been given modified table or figure designators – based on the figure or table number in Clauses 1 through 7 preceded by the annex letter designator. New figures or tables in the annexes have been given new figure or table designators and shall also be used.

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.

NOTE The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC publication or one that replaces an existing Publicly Available Specification (PAS) in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests.

It is the recommendation of the committee that the content of this publication be adopted for implementation nationally not earlier than 12 months from the date of publication.

In the meantime, IEC/PAS 62282-6-1 can still be ordered by contacting the local IEC member National Committee or the IEC Central Office.

The contents of the corrigendum of December 2011 have been included in this copy.

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

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 6-100: Micro fuel cell power systems – Safety

1 Scope

1.1 General

- a) This consumer safety standard covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that are wearable or easily carried by hand, providing d.c. outputs that do not exceed 60 V d.c. and power outputs that do not exceed 240 VA. Portable fuel cell power systems that provide output levels that exceed these electrical limits are covered by IEC 62282-5-1.
- b) Externally accessible circuitry is therefore considered to be safety extra low voltage (SELV) circuitry as defined in IEC 60950-1:2005, and as limited power circuits if further compliance with 2.5 of IEC 60950-1:2005 is demonstrated. Micro fuel cell power systems or units that have internal circuitry exceeding 60 V d.c. or 240 VA should be appropriately evaluated in accordance with the separate criteria of IEC 60950-1:2005.
- c) This consumer safety standard covers all micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges. This standard establishes requirements for all micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges to ensure a reasonable degree of safety for normal use, reasonably foreseeable misuse, and consumer transportation of such items. The fuel cartridges covered by this standard are not intended to be refilled by the consumer. Fuel cartridges refilled by the manufacturer or by trained technicians shall meet all requirements of this standard.
- d) These products are not intended for use in hazardous areas as defined by IEC 426-03-01.

1.2 Fuels and technologies covered

- a) A micro fuel cell power system block diagram is shown in Figure 1.
- b) All portions of this standard, including all annexes, apply to micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges as defined in Subclause 1.1 above.
- c) Clauses 1 through 7 of this standard cover direct methanol fuel cells using methanol or methanol and water solutions as fuel. Clauses 1 through 7 cover specific requirements for direct methanol fuel cells using proton exchange membrane technologies. Clauses 1 through 7 also cover general requirements applicable to all fuel cell technologies and all fuels covered in Annexes A through H.
- d) Annexes A through H cover fuels and fuel cell technologies as follows.
 - 1) Annex A covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that use formic acid in water solutions – that are comprised of less than 85 % formic acid by weight – as fuel. These systems and units use direct formic acid fuel cell technologies.
 - 2) Annex B covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that use hydrogen gas – that has been stored in a hydrogen absorbing metal alloy – as fuel. These systems and units use proton exchange membrane fuel cell technologies.
 - 3) Annex C covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that convert methanol or methanol and water solutions through a reformer into hydrogen rich methanol reformat – which is then immediately fed to the fuel cell or fuel cell stack – as fuel. These systems and units use proton exchange membrane fuel cell technologies.

- 4) Annex D covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that use methanol or methanol and water solutions – derived from methanol clathrate compounds – as fuel. These systems and units use direct methanol fuel cell technologies.
- 5) Annex E covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges using hydrogen produced from Class 8 (corrosive) borohydride compounds as fuel. These systems and units use proton exchange membrane fuel cell technologies. The designs may include fuel processing subsystems to derive hydrogen gas from the borohydride compound fuel.
- 6) Annex F covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges using hydrogen produced from Class 4.3 (water reactive) borohydride compounds as fuel. These systems and units use proton exchange membrane fuel cell technologies. The designs may include fuel processing subsystems to derive hydrogen gas from the borohydride compound fuel.
- 7) Annex G covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that use Class 8 (corrosive) borohydride compounds as fuel. These systems and units use direct borohydride fuel cell technologies.
- 8) Annex H covers micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges that use butane and butane/propane mixtures – consisting of at least 75 % butane by mass – as fuel. These systems and units use solid oxide fuel cell technologies.

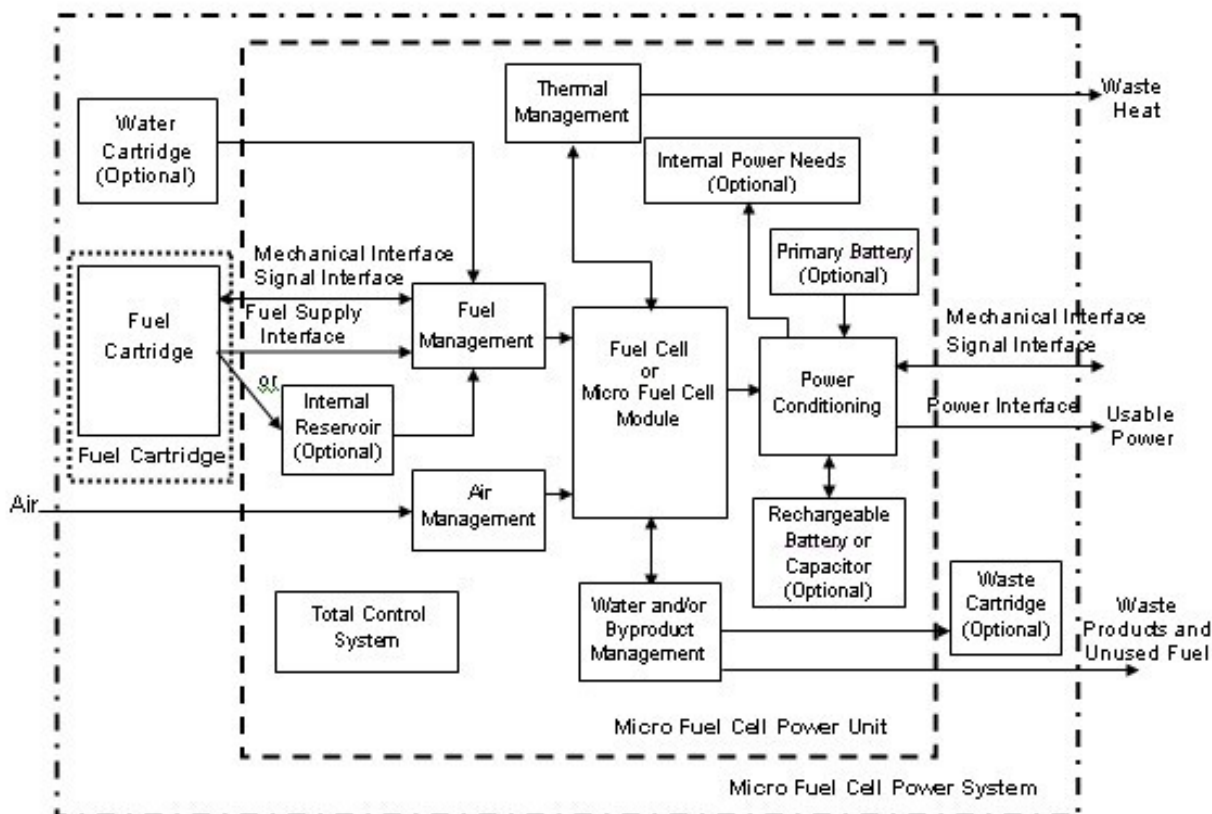


Figure 1 – Micro fuel cell power system block diagram

1.3 Equivalent level of safety

- a) The requirements of this standard are not intended to constrain innovation. The manufacturer may consider fuels, materials, designs or constructions not specifically dealt with in this standard. These alternatives should be evaluated as to their ability to yield levels of safety equivalent to those prescribed by this standard.
- b) It is understood that all micro fuel cell power systems, micro fuel cell power units and fuel cartridges shall comply with applicable country and local requirements including, but not limited to, those concerning transportation, child-resistance and storage, where required.

2 Normative references

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

IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60079-15:2005, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection 'n' electrical apparatus*

IEC 60086-4, *Primary batteries – Part 4: Safety of lithium batteries*

IEC 60086-5, *Primary batteries – Part 5: Safety of batteries with aqueous electrolyte*

IEC 60695-1-1: *Fire hazard testing – Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines*

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60730-1:1999, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

Amendment 1 (2003)

Amendment 2 (2007)¹⁾

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 62133:2002, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications*

IEC 62281:2004, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

ISO 175, *Plastics – Methods of test for determination of the effects of immersion in liquid chemicals*

ISO 188, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Accelerated ageing and heat resistance tests*

ISO 1817, *Rubber, vulcanized – Determination of the effect of liquids*

¹⁾ There exists a consolidated edition 3.2 (2007) that comprises IEC 60730-1 (1999), its Amendment 1 (2003) and its Amendment 2 (2007).

ISO 9772, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries – Piping*

ISO 16000-3, *Indoor air – Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds – Active sampling method*

ISO 16000-6, *Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID*

ISO 16017-1, *Indoor, ambient and workplace air – Part 1: Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 1: Pumped sampling*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	380
1 Domaine d'application	382
1.1 Généralités	382
1.2 Combustibles et technologies	382
1.3 Niveau de sécurité équivalent	385
2 Références normatives	385
3 Termes et définitions	386
4 Matériaux et construction des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et des cartouches de combustible	390
4.1 Généralités	390
4.2 AMDE / analyse des dangers	390
4.3 Matériaux généraux	391
4.4 Sélection des matériaux	391
4.5 Construction générale	392
4.6 Vannes de combustibles	392
4.7 Matériaux et construction – système	393
4.8 Sources d'inflammation	393
4.9 Enveloppes et stratégies d'acceptation	394
4.9.1 Parties nécessitant une enveloppe contre le feu	394
4.9.2 Parties ne nécessitant pas d'enveloppe contre le feu	394
4.9.3 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'extérieur des enveloppes contre le feu	395
4.9.4 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'intérieur des enveloppes contre le feu	396
4.9.5 Enveloppes mécaniques	397
4.10 Protection contre les dangers d'incendie, d'explosion, de corrosivité et de toxicité	398
4.11 Protection contre les dangers électriques	398
4.12 Construction de l'alimentation en combustible	398
4.12.1 Construction de la cartouche de combustible	398
4.12.2 Exigences de remplissage de la cartouche de combustible	399
4.13 Protection contre les dangers mécaniques	400
4.13.1 Tuyauterie et canalisation autres que les conduites de combustible	400
4.13.2 Surface externe et limites de températures des composants	400
4.13.3 Moteurs	401
4.14 Construction des composants du dispositif électrique	401
4.14.1 Sources à puissance limitée	401
4.14.2 Dispositifs utilisant des régulateurs électroniques	403
4.14.3 Conducteurs/câblage électriques	403
4.14.4 Zone de la borne de sortie	404
4.14.5 Composants électriques et fixations	404
4.14.6 Protection	405
5 Exigences et essais de fonctionnement anormal et de conditions de défaut	405
5.1 Généralités	405
5.2 Essais de conformité	405
5.3 Critères de réussite	406

5.4	Défauts simulés et conditions anormales pour les circuits à puissance limitée et les circuits TBTS.....	406
5.5	Fonctionnement anormal – composants électromécaniques	407
5.6	Fonctionnement anormal des systèmes à micropile à combustible ou des blocs d'alimentation électrique de micropile à combustible avec batteries intégrées.....	407
5.7	Fonctionnement anormal – simulation de défauts d'après l'analyse des dangers	408
6	Instructions et avertissements pour les systèmes à micropiles à combustible, les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et les cartouches de combustible	408
6.1	Généralités	408
6.2	Marquages minimaux exigés sur la cartouche de combustible.....	408
6.3	Marquages minimaux exigés sur le système à micropile à combustible	409
6.4	Informations supplémentaires exigées sur la cartouche de combustible, ou sur les informations écrites d'accompagnement, ou sur le système à micropile à combustible ou le bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible	409
6.5	Documentation technique.....	409
7	Essais de type pour les systèmes à micropile à combustible, les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et les cartouches de combustible	410
7.1	Généralités	410
7.2	Mesurage des fuites de méthanol et procédure de mesure.....	412
7.3	Essais de type	419
7.3.1	Essais de pression différentielle.....	419
7.3.2	Essai de vibrations.....	421
7.3.3	Essai de cycles de températures.....	422
7.3.4	Essai d'exposition à température élevée	423
7.3.5	Essai de chute	424
7.3.6	Essai de charge de compression.....	425
7.3.7	Essai de court-circuit externe	426
7.3.8	Essai de température de surface, de composant et de gaz d'échappement	427
7.3.9	Essai de stockage de longue durée.....	428
7.3.10	Essai de connexion à température élevée	431
7.3.11	Essais de cycles de connexion.....	432
7.3.12	Essai d'émission	436
	Annexe A (normative) Systèmes à micropiles à combustible à l'acide formique.....	442
	Annexe B (normative) Hydrogène stocké dans un alliage métallique absorbant l'hydrogène et systèmes à micropiles à combustible	479
	Annexe C (normative) Systèmes à micropile à combustible à méthanol reformé	535
	Annexe D (normative) Systèmes à micropiles à combustible au clathrate de méthanol	553
	Annexe E (normative) Systèmes à micropiles à combustible à borohydrure: Composés de classe 8 (corrosifs) dans les piles à combustible à borohydrure indirect.....	580
	Annexe F (normative) Systèmes à micropiles à combustible à borohydrure: Composés de classe 4.3 (hydrosélectifs) dans les piles à combustible à borohydrure indirect	647
	Annexe G (normative) Systèmes à micropiles à combustible à borohydrure: Composés de classe 8 (corrosifs) dans les piles à combustible à borohydrure direct.....	709
	Annexe H (normative) Systèmes à micropiles à combustible à oxyde solide de butane	765
	Bibliographie.....	812

Figure 1 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible.....	385
Figure 2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chutes et de charge de compression	413
Figure 3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée.....	414
Figure 4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de températures, de chute et de charge de compression.....	415
Figure 5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe	416
Figure 6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa.....	417
Figure 7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa.....	418
Figure 8 – Cycles de températures	423
Figure 9 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée	431
Figure 10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel	437
Figure 11 – Appareillage d'essai de la concentration d'émission opérationnel	438
Figure A.1 – Schéma de principe du système à micropile à combustible à l'acide formique – Remplace la Figure 1	443
Figure A.2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chutes et de charge de compression – Remplace la Figure 2	449
Figure A.3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3.....	450
Figure A.4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de température, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	451
Figure A.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace l'essai de court-circuit de la Figure 5.....	452
Figure A.6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa – Remplace la Figure 6.....	453
Figure A.7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa – Remplace la Figure 7.....	454
Figure A.9 – Diagramme de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9	462
Figure A.10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10	464
Figure A.11 – Appareillage d'essai de concentration d'émission opérationnel – Remplace la Figure 11	465

Figure A.12 – Procédure pour l'essai d'émission d'hydrogène pour le système à micropile à combustible en fonctionnement.....	475
Figure B.2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 2.....	492
Figure B.3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3.....	493
Figure B.4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycle de températures, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	494
Figure B.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5.....	496
Figure B.8 – Cycles de température – Remplace la Figure 8.....	507
Figure B.9 – Diagramme d'essai de fuite d'hydrogène de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9.....	518
Figure B.10 – Appareillage d'essai: de taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10.....	525
Figure B.12 – Procédure pour l'essai d'émission d'hydrogène pour le système à micropile à combustible en fonctionnement.....	530
Figure C.1 – Schéma de principe général d'un système à micropile à combustible à méthanol reformé – Remplace la Figure 1.....	536
Figure C.10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10.....	541
Figure C.11 – Appareillage d'essai de concentration d'émission opérationnel – Remplace la Figure 11.....	542
Figure C.12 – Procédure pour l'essai d'émission d'hydrogène pour le système à micropile à combustible en fonctionnement.....	548
Figure D.1 – Schéma de principe des systèmes à micropiles à combustible au clathrate de méthanol – Remplace la Figure 1.....	554
Figure D.12 – Cartouche de combustible composée de clathrate de méthanol.....	555
Figure D.13 — Utilisation du clathrate de méthanol avec un bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible.....	555
Figure D.2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chutes et de charge de compression – Remplace la Figure 2.....	560
Figure D.3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3.....	561
Figure D.4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de température, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	562
Figure D.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5.....	563
Figure D.9 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9.....	575
Figure E.1 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible pour les combustibles liquides à base de composés à borohydrure indirect de classe 8	

(corrosifs) avec système intégré de traitement des combustibles – Remplace la Figure 1	581
Figure E.13 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible pour les combustibles liquides à base de composés à borohydrure indirect de classe 8 (corrosifs) avec traitement des combustibles de la cartouche de combustible	582
Figure E.14 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible pour les combustibles solides à base de composés à borohydrure indirect de classe 8 (corrosifs) avec traitement des combustibles de la cartouche de combustible et gestion des combustibles de la cartouche	584
Figure E.15 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible pour les combustibles solides à base de composés à borohydrure de classe 8 (corrosifs) avec système de traitement des combustibles de la cartouche et de gestion des combustibles intégré au bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible	585
Figure E.2 – Diagramme d'essai de fuite des cartouches de combustible pour les essais de vibrations, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 2	597
Figure E.3 – Diagramme d'essai de fuite et de perte de masse de la cartouche de combustible pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3	599
Figure E.4 – Diagramme d'essai de fuite et de perte de masse du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de températures, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4	601
Figure E.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5	603
Figure E.6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa – Remplace la Figure 6	605
Figure E.7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa – Remplace la Figure 7	607
Figure E.8 – Cycles de températures – Remplace la Figure 8	613
Figure E.9 – Diagramme d'essai de fuite d'hydrogène et de perte de masse de la cartouche de combustible pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9	621
Figure E.10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10	632
Figure E.11 – Appareillage d'essai de concentration d'émission opérationnel – Remplace la Figure 11	633
Figure E.12 – Procédure d'essai d'émissions d'hydrogène pour système à micropile à combustible en fonctionnement – Remplace la Figure 12	642
Figure E.16 – Diagramme d'essai de fuite de cartouche de combustible pour l'essai de pression externe	644
Figure F.1 – Schéma de principe du système à micropile à combustible à borohydrure pour un composé de classe 4.3 (hydroréactif) dans un système à pile à combustible à borohydrure indirect; gestion du combustible dans un bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible – Remplace la Figure 1	649
Figure F.12 – Schéma de principe du système à micropile à combustible à borohydrure pour un composé de classe 4.3 (hydroréactif) dans un système à pile à combustible à borohydrure indirect; gestion du combustible dans la cartouche de combustible	650
Figure F.2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 2	662

Figure F.3 – Diagramme d'essai de fuite et de perte de masse de la cartouche de combustible pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3	664
Figure F.4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de cycles de température, de vibrations, de pression différentielle, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	666
Figure F.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5	668
Figure F.6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa – Remplace la Figure 6.....	669
Figure F.7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa – Remplace la Figure 7.....	670
Figure F.8 – Cycles de température – Remplace la Figure 8	676
Figure F.9 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9	684
Figure F.10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10	695
Figure F.11 – Appareillage d'essai de concentration d'émission opérationnel – Remplace la Figure 11	696
Figure F.13 – Procédure pour l'essai d'émission d'hydrogène pour le système à micropile à combustible en fonctionnement.....	704
Figure F.14 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour l'essai à basse pression externe	706
Figure G.1 – Schéma de principe du système à micropile à combustible à borohydrure direct – Remplace la Figure 1	710
Figure G.2 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 2.....	722
Figure G.3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3.....	723
Figure G.4 – Schéma de principe de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de températures, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	725
Figure G.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5	727
Figure G.6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa – Remplace la Figure 6.....	728
Figure G.7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa – Remplace la Figure 7.....	729
Figure G.13 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible pour l'essai à basse pression externe	731
Figure G.8 – Cycles de température – Remplace la Figure 8.....	736

Figure G.9 – Diagramme d'essai de fuite d'hydrogène de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9	742
Figure G.10 – Appareillage d'essai du taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10	753
Figure G.11 – Appareillage d'essai de concentration d'émission opérationnel – Remplace la Figure 11	754
Figure G.12 – Procédure pour l'essai d'émission d'hydrogène pour le système à micropile à combustible en fonctionnement.....	762
Figure H.1 – Schéma de principe du système à micropile à combustible à oxyde solide de butane – Remplace la Figure 1	766
Figure H.2 – Diagramme d'essai de fuite et de perte de masse de la cartouche de combustible pour les essais de vibrations, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 2.....	773
Figure H.3 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de cycles de températures et l'essai d'exposition à température élevée – Remplace la Figure 3.....	775
Figure H.4 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour les essais de pression différentielle, de vibrations, de cycles de températures, de chute et de charge de compression – Remplace la Figure 4.....	776
Figure H.5 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai de court-circuit externe – Remplace la Figure 5	777
Figure H.6 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 68 kPa – Remplace la Figure 6.....	779
Figure H.7 – Diagramme d'essai de fuite du système à micropile à combustible ou du bloc d'alimentation électrique de la micropile à combustible, et de perte de masse pour l'essai à basse pression externe à 11,6 kPa – Remplace la Figure 7.....	781
Figure H.8 – Cycles de températures – Remplace la Figure 8	788
Figure H.9 – Diagramme d'essai de fuite de la cartouche de combustible et de perte de masse pour l'essai de stockage de longue durée – Remplace la Figure 9	795
Figure H.10 – Appareillage d'essai de taux d'émission opérationnel – Remplace la Figure 10	801
Figure H.11 – Appareillage d'essai de la concentration d'émission opérationnel	802
Tableau 1 – Résumé des exigences d'inflammabilité des matériaux.....	395
Tableau 2 – Limites de températures	401
Tableau 3 – Limites des sources à puissance limitée par construction	402
Tableau 4 – Limites des sources à puissance non limitée par construction (Protection contre les surintensités exigée).....	403
Tableau 5 – Liste des essais de type	411
Tableau 6 – Conditions normalisées de laboratoire	412
Tableau 7 – Limites d'émissions	441
Tableau A.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	447
Tableau A.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	448
Tableau A.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	476
Tableau A.8 – Limites d'exposition en milieu professionnel	476
Tableau B.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	489

Tableau B.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	490
Tableau B.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	531
Tableau C.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	539
Tableau C.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	540
Tableau C.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	549
Tableau C.8 – Limites d'exposition en milieu professionnel	549
Tableau D.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	558
Tableau D.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	559
Tableau E.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	593
Tableau E.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	594
Tableau E.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	641
Tableau F.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	657
Tableau F.6 – Conditions normalisées de laboratoire – Remplace le Tableau 6	659
Tableau F.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	703
Tableau G.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	718
Tableau G.6 – Condition normalisée de laboratoire – Remplace le Tableau 6	719
Tableau G.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	761
Tableau H.5 – Liste des essais de type – Remplace le Tableau 5	771
Tableau H.6 – Condition normalisée de laboratoire – Remplace le Tableau 6	772
Tableau H.7 – Limites d'émissions – Remplace le Tableau 7	806
Tableau H.8 – Limites d'exposition en milieu professionnel	807

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES DES PILES A COMBUSTIBLE –

Partie 6-100: Systèmes à micropiles à combustible – Sécurité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62282-6-100 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible.

Cette norme annule et remplace le document IEC/PAS 62282-6-1 paru en 2006. Cette première édition constitue une révision technique.

La présente version bilingue (2019-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-03.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 105/255/FDIS et 105/261/RVD.

Le rapport de vote 105/261/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Mode d'emploi de la présente norme:

Les articles et paragraphes du corps du texte sont modifiés, remplacés ou appliqués tel qu'ils apparaissent dans chacune des annexes, qui s'applique à une technologie différente. Les instructions figurent en italique.

- a) Pour les combustibles au méthanol ou au méthanol et eau qui font l'objet des Articles 1 à 7, toutes les exigences sont données dans ces mêmes articles, et il convient de ne pas se référer aux annexes pour ces combustibles.
- b) Pour les combustibles et technologies spécifiques qui font l'objet des Annexes A à H, chaque annexe met en évidence les exigences additionnelles ou les modifications par rapport aux exigences des Articles 1 à 7 pour la certification de tels systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et leurs cartouches de combustible respectives qui font l'objet de l'annexe spécifique.
- c) Dans la mesure du possible, la hiérarchisation des annexes correspond à la numérotation des Articles 1 à 7 et de leurs paragraphes. Les exigences des Articles 1 à 7 et de leurs paragraphes auxquelles il n'est pas spécifiquement fait référence dans une annexe, s'appliquent aux combustibles et technologies qui font l'objet de cette annexe particulière tel que spécifié dans les Articles 1 à 7.
- d) Lorsqu'une annexe se réfère à un paragraphe spécifique – précédé de la lettre qui désigne l'annexe (ces paragraphes spécifiques de l'annexe rendent compte des exigences additionnelles ou des modifications pour les combustibles et technologies qui font l'objet de cette annexe particulière) et doivent être appliqués pour cette annexe. Tous les paragraphes additionnels se sont vu attribuer de nouveaux numéros et doivent être appliqués.
- e) Les figures ou tableaux modifiés ou de remplacement se sont vu attribuer des désignations modifiées (basées sur les numéros de figure ou de tableau des Articles 1 à 7 précédés par la lettre qui désigne l'annexe). Les nouvelles figures ou nouveaux tableaux des annexes se sont vu attribuer des désignations nouvelles et doivent également être utilisés.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62282, publiées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

NOTE L'attention des Comités Nationaux est attirée sur le fait que les fabricants d'appareils et les organismes d'essai peuvent avoir besoin d'une période transitoire après la publication d'une nouvelle publication IEC, ou d'une publication amendée ou révisée, voire d'une publication qui remplace une Spécification accessible au public (PAS) existante, pour fabriquer des produits conformes aux nouvelles exigences et se doter des moyens nécessaires pour procéder à des essais selon des méthodes nouvelles ou révisées.

Le comité recommande que le contenu de cette publication soit entériné au niveau national au plus tôt 12 mois après la date de publication.

Avant cette date, le document IEC/PAS 62282-6-1 peut toujours être commandé auprès du Comité National membre de l'IEC ou du Bureau Central de l'IEC.

Le contenu du corrigendum de décembre 2011 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

TECHNOLOGIES DES PILES A COMBUSTIBLE –

Partie 6-100: Systèmes à micropiles à combustible – Sécurité

1 Domaine d'application

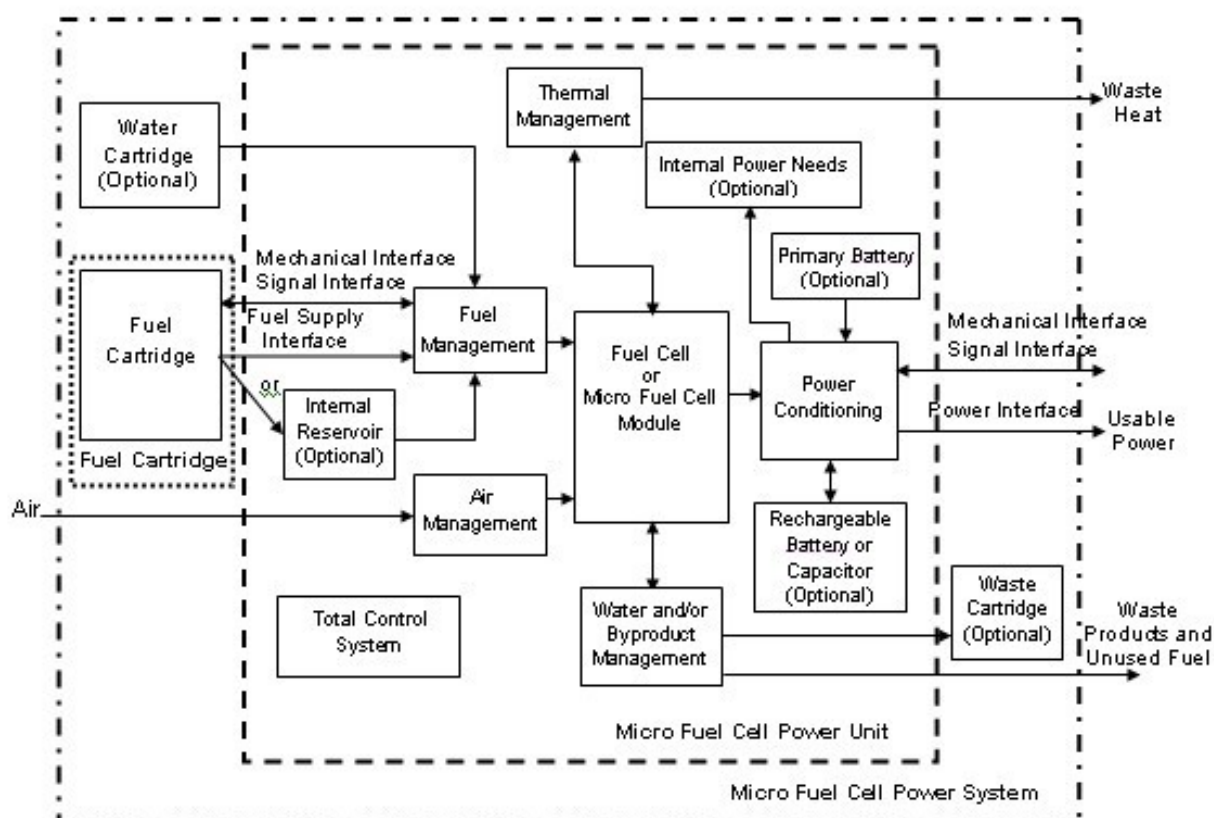
1.1 Généralités

- a) Cette norme de sécurité pour les consommateurs traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et des cartouches de combustible, qui sont portatifs ou qui peuvent être facilement portés à la main, fournissant une tension de sortie en courant continu ne dépassant pas 60 V et une puissance de sortie ne dépassant pas 240 VA. Les systèmes à piles à combustible portatifs qui fournissent des tensions de sortie supérieures à ces limites électriques relèvent de l'IEC 62282-5-1.
- b) Les circuits accessibles de l'extérieur sont alors considérés comme des circuits à très basse tension de sécurité (TBTS), tels que définis dans l'IEC 60950-1:2005, et comme des circuits à puissance limitée, si la conformité à 2.5 de l'IEC 60950-1:2005 est démontrée par la suite. Il convient que les systèmes à micropiles à combustible ou les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible ayant des circuits internes dépassant 60 V en courant continu ou 240 VA soient évalués de façon appropriée, conformément aux critères distincts de l'IEC 60950-1:2005.
- c) Cette norme de sécurité pour les consommateurs traite de tous les systèmes à micropiles à combustible, les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et les cartouches de combustible. La présente norme établit des exigences pour tous les systèmes à micropiles à combustible, les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et les cartouches de combustible, afin d'assurer un degré de sécurité raisonnable pour l'utilisation normale, le mauvais usage raisonnablement prévisible, et le transport pour la vente de tels éléments. Les cartouches de combustible couvertes par la présente norme ne sont pas destinées à être rechargées par le consommateur. Les cartouches de combustible rechargées par le fabricant ou par des techniciens formés doivent satisfaire à toutes les exigences de la présente norme.
- d) Ces produits ne sont pas destinés à une utilisation dans des emplacements dangereux au sens de l'IEV 426-03-01.

1.2 Combustibles et technologies

- a) Un schéma de principe de système à micropile à combustible est représenté à la Figure 1.
- b) Toutes les parties de cette norme, y compris les annexes, s'appliquent aux systèmes à micropiles à combustible, aux blocs d'alimentation électriques des micropiles à combustible et aux cartouches de combustible tels que définis au 1.1 ci-dessus.
- c) Les Articles 1 à 7 de la présente norme traitent des piles à combustible au méthanol qui utilisent des solutions composées de méthanol ou de méthanol et d'eau. Les Articles 1 à 7 traitent des exigences spécifiques pour les piles à combustible au méthanol qui utilisent des technologies de membrane à échange de protons. Les Articles 1 à 7 traitent également des exigences générales applicables à toutes les technologies de piles à combustible et à toutes les piles à combustible relevant des Annexes A à H.
- d) Les Annexes A à H traitent des combustibles et technologies de piles à combustible comme suit.
 - 1) L'Annexe A traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible de l'acide formique en solutions aqueuses (à une concentration en acide formique inférieure à 85 % en poids). Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à l'acide formique direct.

- 2) L'Annexe B traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible de l'hydrogène (contenu dans un récipient en alliage métallique absorbant l'hydrogène). Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à membrane à échange de protons.
- 3) L'Annexe C traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui convertissent en utilisant un reformeur et utilisent comme combustible des solutions de méthanol ou de méthanol et d'eau en hydrogène reformé riche en méthanol, lequel est immédiatement injecté dans la pile à combustible ou le bloc de piles à combustible. Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à membrane à échange de proton.
- 4) L'Annexe D traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible des solutions de méthanol ou de méthanol et d'eau (dérivées de composés de clathrate de méthanol). Ces systèmes et blocs d'alimentations utilisent des technologies de piles à combustible au méthanol direct.
- 5) L'Annexe E traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible l'hydrogène produit à partir de composés de borohydrure de classe 8 (corrosifs). Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à membrane à échange de proton. Les conceptions peuvent inclure des sous-systèmes de traitement de combustibles pour obtenir un gaz hydrogène à partir du combustible à base de composés à borohydrure.
- 6) L'Annexe F traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible l'hydrogène produit à partir de composés de borohydrure de classe 4.3 (hydroréactifs). Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à membrane à échange de proton. Les conceptions peuvent inclure des sous-systèmes de traitement de combustibles pour obtenir un gaz hydrogène à partir du combustible à base de composés à borohydrure.
- 7) L'Annexe G traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible des composés de borohydrure de classe 8 (corrosifs). Ces systèmes et blocs d'alimentation utilisent des technologies de piles à combustible à borohydrure direct.
- 8) L'Annexe H traite des systèmes à micropiles à combustible, des blocs d'alimentation des micropiles à combustible et des cartouches de combustible qui utilisent comme combustible le butane et des mélanges butane/propane (contenant au moins 75 % de butane). Ces systèmes et blocs d'alimentations utilisent des technologies de piles à combustible à oxyde solide.



Anglais	Français
Water cartridge (optional)	Cartouche d'eau (facultatif)
Thermal management	Gestion thermique
Waste heat	Chaleur résiduelle
Internal power needs (optional)	Besoins internes en énergie (facultatif)
Fuel cartridge	Cartouche de combustible
Mechanical interface	Interface mécanique
Signal interface	Interface de signal
Fuel supply interface	Interface de l'alimentation en combustible
Fuel management	Gestion du combustible
Primary battery (optional)	Pile électrique (facultatif)
Fuel cell or micro fuel cell module	Micropile à combustible ou module à micropiles à combustible
Power conditioning	Conditionnement de l'énergie
Power interface	Interface de puissance
Or	ou
Usable power	Puissance utile
Internal reservoir (optional)	Réservoir interne (facultative)
Air	Air
Air management	Gestion de l'air
Rechargeable battery or capacitor (optional)	Batterie rechargeable ou condensateur (facultatif)
Total control system	Système global de commande
Water and/or by-product management	Gestion de l'eau et/ou des sous-produits
Waste cartridge (optional)	Cartouche usagée (facultatif)

Anglais	Français
Waste products and unused fuel	Déchets et combustible inutilisé
Micro fuel cell power unit	Bloc d'alimentation électrique de micropiles à combustible
Micro fuel cell power system	Système à micropile à combustible

Figure 1 – Schéma de principe d'un système à micropile à combustible

1.3 Niveau de sécurité équivalent

- a) Les exigences de la présente norme ne sont pas destinées à limiter l'innovation. Le fabricant peut prendre en considération des combustibles, des matériaux, des conceptions ou des constructions qui ne sont pas spécifiquement traités dans la présente norme. Il convient d'évaluer ces alternatives selon leur aptitude à fournir des niveaux de sécurité équivalents à ceux définis dans la présente norme.
- b) Il est évident que tous les systèmes à micropiles à combustible, les blocs d'alimentation électrique des micropiles à combustible et cartouches de combustible doivent être conformes aux exigences locales et nationales, y compris, entre autres, à celles relatives au transport, la protection des enfants et le stockage, le cas échéant.

2 Références normatives

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

IEC 60050-426:2008, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

IEC 60079-15:2005, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection*

IEC 60086-4, *Piles électriques – Partie 4: Sécurité des piles au lithium*

IEC 60086-5, *Piles électriques – Partie 5: Sécurité des piles à électrolyte aqueux*

IEC 60695-1-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-1: Guide pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Directives générales*

IEC 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

IEC 60730-1:1999, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

Amendement 1 (2003)

Amendement 2 (2007)¹

IEC 60950-1:2005, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Règles générales*

¹ Il existe une édition consolidée 3.2 (2007) qui comprend l'IEC 60730-1 (1999), son Amendement 1 (2003) et son Amendement 2 (2007).

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 62133:2002, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables*

IEC 62281:2004, *Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport*

ISO 175, *Plastiques – Méthodes d'essai pour la détermination des effets de l'immersion dans des produits chimiques liquides*

ISO 188, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Essais de résistance au vieillissement accéléré et à la chaleur*

ISO 1817, *Caoutchouc vulcanisé – Détermination de l'action des liquides*

ISO 9772, *Plastiques alvéolaires – Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme*

ISO 15649, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Tuyauterie*

ISO 16000-3, *Air intérieur – Partie 3: Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés – Méthode par échantillonnage actif*

ISO 16000-6, *Air intérieur – Partie 6: Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID*

ISO 16017-1, *Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail – Partie 1: Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire – Partie 1: Échantillonnage par pompage*