

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fuel cell technologies –
Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety**

**Technologies des piles à combustible –
Partie 3-100: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-6256-6

**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..... | 6 |
| INTRODUCTION..... | 8 |
| 1 Scope..... | 10 |
| 2 Normative references | 11 |
| 3 Terms and definitions | 13 |
| 4 Safety requirements and protective measures | 19 |
| 4.1 General safety strategy..... | 19 |
| 4.2 Physical environment and operating conditions..... | 20 |
| 4.2.1 General | 20 |
| 4.2.2 Electrical power input | 20 |
| 4.2.3 Physical environment..... | 20 |
| 4.2.4 Fuel input | 20 |
| 4.2.5 Water input..... | 20 |
| 4.2.6 Vibration, shock and bump | 20 |
| 4.2.7 Handling, transportation, and storage | 20 |
| 4.2.8 System purging..... | 21 |
| 4.3 Selection of materials | 21 |
| 4.4 General requirements | 22 |
| 4.5 Pressure equipment and piping..... | 24 |
| 4.5.1 Pressure equipment..... | 24 |
| 4.5.2 Piping systems | 24 |
| 4.5.3 Flue gas venting systems | 25 |
| 4.5.4 Gas-conveying parts..... | 25 |
| 4.6 Protection against fire or explosion hazards..... | 26 |
| 4.6.1 Prevention against fire and explosion hazards in fuel cell power systems provided with enclosures..... | 26 |
| 4.6.2 Prevention of fire and explosion hazards in burners..... | 28 |
| 4.6.3 Prevention of fire and explosion hazards in catalytic fuel oxidation systems (catalytic burners)..... | 30 |
| 4.7 Electrical safety | 31 |
| 4.8 Electromagnetic compatibility (EMC)..... | 31 |
| 4.9 Control systems and protective components | 31 |
| 4.9.1 General requirements | 31 |
| 4.9.2 Control systems..... | 32 |
| 4.9.3 Protective components | 34 |
| 4.10 Pneumatic and hydraulic powered equipment | 35 |
| 4.11 Valves..... | 35 |
| 4.11.1 Shut-off valves..... | 35 |
| 4.11.2 Fuel valves | 35 |
| 4.12 Rotating equipment..... | 36 |
| 4.12.1 General requirements | 36 |
| 4.12.2 Compressors | 36 |
| 4.12.3 Pumps | 37 |
| 4.13 Enclosures..... | 37 |
| 4.14 Thermal insulating materials | 38 |
| 4.15 Utilities | 38 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.15.1 | General requirements | 38 |
| 4.15.2 | Water supply | 38 |
| 4.15.3 | Fuel gas supply | 38 |
| 4.15.4 | Electrical connections | 38 |
| 4.16 | Installation and maintenance..... | 40 |
| 4.16.1 | Installation | 40 |
| 4.16.2 | Maintenance | 40 |
| 4.17 | Equivalent safety | 40 |
| 5 | Type tests | 41 |
| 5.1 | General requirements | 41 |
| 5.1.1 | General | 41 |
| 5.1.2 | Operating parameters for tests | 41 |
| 5.2 | Test fuels..... | 42 |
| 5.3 | Basic test arrangements | 43 |
| 5.4 | Leakage tests | 43 |
| 5.4.1 | General | 43 |
| 5.4.2 | Pneumatic leakage tests..... | 43 |
| 5.4.3 | Hydrostatic leakage tests..... | 47 |
| 5.5 | Strength tests | 47 |
| 5.5.1 | General | 47 |
| 5.5.2 | Pneumatic strength tests | 47 |
| 5.5.3 | Hydrostatic strength test..... | 49 |
| 5.6 | Normal operation type test..... | 49 |
| 5.7 | Electrical overload test..... | 50 |
| 5.8 | Shutdown parameters | 50 |
| 5.9 | Burner operating characteristics tests | 50 |
| 5.9.1 | General | 50 |
| 5.9.2 | General testing | 50 |
| 5.9.3 | Limit testing..... | 50 |
| 5.10 | Automatic control of burners and catalytic oxidation reactors | 51 |
| 5.10.1 | General | 51 |
| 5.10.2 | Automatic ignition control burners..... | 51 |
| 5.10.3 | Automated control of catalytic oxidation reactors | 53 |
| 5.11 | Exhaust gas temperature test | 54 |
| 5.12 | Surface and component temperatures..... | 54 |
| 5.13 | Wind tests..... | 55 |
| 5.13.1 | General | 55 |
| 5.13.2 | Wind source calibration procedure for winds directed perpendicular to the wall..... | 55 |
| 5.13.3 | Verification of operation of outdoor fuel cell power systems under wind conditions | 56 |
| 5.13.4 | Verification of operation of indoor fuel cell power systems vented horizontally through an outside wall | 57 |
| 5.13.5 | Carbon monoxide (CO) and flammable gas components emissions under wind – Indoor units | 59 |
| 5.13.6 | Carbon monoxide (CO) and flammable gas components emissions under wind – Outdoor units..... | 59 |
| 5.14 | Rain test | 60 |
| 5.14.1 | Outdoor units..... | 60 |
| 5.14.2 | Indoor units supplied with horizontal venting hardware | 60 |

| | | |
|---|---|----|
| 5.14.3 | Test method | 60 |
| 5.15 | Emissions | 60 |
| 5.15.1 | General | 60 |
| 5.15.2 | Carbon monoxide (CO) and flammable gas emissions | 60 |
| 5.15.3 | Normal conditions | 61 |
| 5.16 | Blocked condensate line test | 61 |
| 5.17 | Condensate discharge test..... | 61 |
| 5.18 | Electrical safety tests | 62 |
| 5.19 | EMC test..... | 62 |
| 5.20 | Venting system leakage test | 62 |
| 5.21 | Leakage tests (repeat) | 63 |
| 6 | Routine tests | 63 |
| 6.1 | General requirements | 63 |
| 6.2 | Leakage test | 63 |
| 6.3 | Dielectric strength test | 64 |
| 6.4 | Burner operation test | 64 |
| 7 | Marking, labelling and packaging..... | 64 |
| 7.1 | General requirements | 64 |
| 7.2 | Fuel cell power system marking | 64 |
| 7.3 | Marking of components | 65 |
| 7.4 | Technical documentation | 65 |
| 7.4.1 | General | 65 |
| 7.4.2 | Installation manual | 66 |
| 7.4.3 | User's information manual | 66 |
| 7.4.4 | Operating manual | 69 |
| 7.4.5 | Maintenance manual..... | 70 |
| Annex A (informative) Significant hazards, hazardous situations and events dealt with in this document | | 71 |
| Annex B (informative) Carburization and material compatibility for hydrogen service | | 73 |
| B.1 | Carburization | 73 |
| B.2 | Material compatibility for hydrogen service..... | 73 |
| B.2.1 | General | 73 |
| B.2.2 | Metals and metallic materials..... | 73 |
| B.2.3 | Polymers, elastomers, and other non-metallic materials..... | 75 |
| B.2.4 | Reference documents | 75 |
| Annex C (normative) Normative replacement subclauses for small fuel cell power systems with rated electrical output less than 10 kW, and maximum pressure of less than 0,1 MPa (gauge) for fuel and oxidant passages..... | | 79 |
| Bibliography..... | | 81 |
| Figure 1 – Typical stationary fuel cell power system | | 8 |
| Figure 2 – Minimum test pressures | | 49 |
| Figure 3 – Test wall with static pressure ports and vent terminal locations | | 56 |
| Figure 4 – Vent test wall | | 57 |
| Figure 5 – Piezo ring and details of typical construction..... | | 58 |
| Figure 6 – Safety precautions for odorized gas-fuelled systems | | 67 |
| Figure 7 – Safety precautions for odorant-free gas fuelled systems | | 68 |
| Figure 8 – Safety precautions for liquid fuelled systems..... | | 68 |

Table 1 – Allowable surface temperature rises 23

Table 2 – Leakage test requirements 46

Table 3 – Ultimate strength test requirements 48

Table 4 – Wind calibration 56

Table A.1 – Hazardous situations and events..... 71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 3-100: Stationary 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 62282-3-100 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) recognition that fuel carrying components qualified to leakage standards (soundness) need not be considered as potential flammable leak sources;
- b) new Annex C for small power systems; and
- c) clarifications for numerous requirements and tests.

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

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 105/695/FDIS | 105/705/RVD |

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

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

A list of all parts in the IEC 62282 series, published under the general title *Fuel cell technologies*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

A typical stationary fuel cell power system is shown in Figure 1.

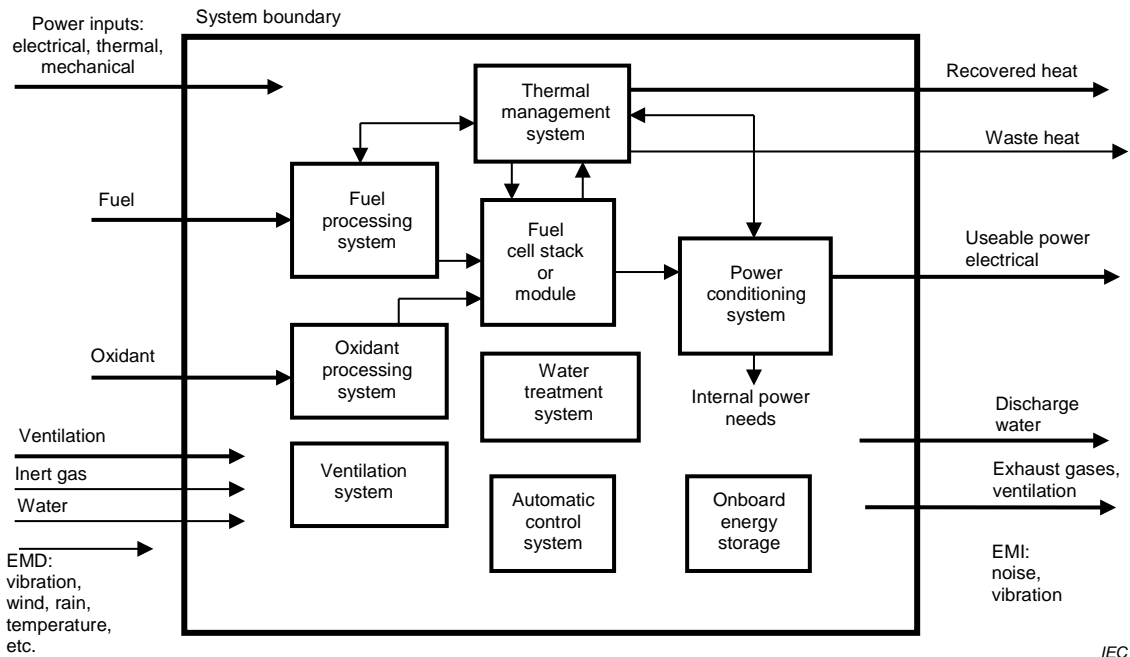


Figure 1 – Typical stationary fuel cell power system

The overall design of the power system anticipated by this document forms an assembly of integrated systems, as necessary, intended to perform designated functions, as follows.

- Fuel processing system – System of chemical and/or physical processing equipment plus associated heat exchangers and controls required to prepare, and if necessary, pressurize, the fuel for utilization within a fuel cell power system.
- Oxidant processing system – System that meters, conditions, processes and may pressurize the incoming supply for use within the fuel cell power system.
- Thermal management system – System that provides heating or cooling and heat rejection to maintain the fuel cell power system in the operating temperature range, and may provide for the recovery of excess heat and assist in heating the power train during start-up.
- Water treatment system – System that provides all the necessary purification treatment of the recovered or added water for use within the fuel cell power system.
- Power conditioning system – Equipment that is used to adapt the electrical energy produced by the fuel cell stack(s) to application requirements as specified by the manufacturer.
- Automatic control system – System(s) that is composed of sensors, actuators, valves, switches and logic components that maintain the fuel cell power system parameters within the manufacturer’s specified limits including moving to safe states without manual intervention.
- Ventilation system – System that provides air through mechanical or natural means to the fuel cell power system’s enclosure.
- Fuel cell modules – Equipment assembly of one or more fuel cell stacks which electrochemically converts chemical energy to electric energy and thermal energy intended to be integrated into a power generation system.

- Fuel cell stack – Equipment assembly of cells, separators, cooling plates, manifolds and a support structure that electrochemically converts, typically, hydrogen rich gas and air reactants to DC power, heat and other reactant bi-products.
- Onboard energy storage – System of internal electric energy storage devices intended to aid or complement the fuel cell module in providing power to internal or external loads.

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety

1 Scope

This part of IEC 62282 applies to stationary packaged, self-contained fuel cell power systems or fuel cell power systems comprised of factory matched packages of integrated systems which generate electricity through electrochemical reactions.

This document applies to systems

- a) intended for electrical connection to mains direct, or with a transfer switch, or to a stand-alone power distribution system;
- b) intended to provide AC or DC power;
- c) with or without the ability to recover useful heat;
- d) intended for operation on the following input fuels:
 - 1) natural gas and other methane rich gases derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, for example, landfill gas, digester gas, coal mine gas;
 - 2) fuels derived from oil refining, for example, diesel, gasoline, kerosene, liquefied petroleum gases such as propane and butane;
 - 3) alcohols, esters, ethers, aldehydes, ketones, Fischer-Tropsch liquids and other suitable hydrogen-rich organic compounds derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, for example, methanol, ethanol, di-methyl ether, biodiesel;
 - 4) hydrogen, gaseous mixtures containing hydrogen gas, for example, synthesis gas, town gas.

This document does not cover:

- micro fuel cell power systems;
- portable fuel cell power systems;
- propulsion fuel cell power systems.

NOTE For special applications such as “marine auxiliary power”, additional requirements can be given by the relevant marine ship register standard.

This document is applicable to stationary fuel cell power systems intended for indoor and outdoor commercial, industrial and residential use in non-hazardous areas.

This document contemplates all significant hazards, hazardous situations and events, with the exception of those associated with environmental compatibility (installation conditions), relevant to fuel cell power systems, when they are used as intended and under the conditions foreseen by the manufacturer.

This document deals with conditions that can yield hazards on the one hand to persons, and on the other to damage outside the fuel cell power system only. Protection against damage to the fuel cell power system internals is not addressed in this document, provided it does not lead to hazards outside the fuel cell power system.

2 Normative references

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

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-29-1, *Explosive atmospheres – Part 29-1: Gas detectors – Performance requirements of detectors for flammable gases*

IEC/IEEE 60079-30-1, *Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60335-1:2016, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60335-2-51, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-51: Particular requirements for stationary circulation pumps for heating and service water installations*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60730-2-5, *Automatic electrical controls – Part 2-5: Particular requirements for automatic electrical burner control systems*

IEC 60730-2-6, *Automatic electrical controls – Part 2-6: Particular requirements for automatic electrical pressure sensing controls including mechanical requirements*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing control*

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

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC TS 61000-3-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC TS 61000-3-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-5: Limits – Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 75 A*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61511-1, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements*

IEC 62040-1, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: Safety requirements*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62368-1, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

ISO 4413, *Hydraulic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 4414, *Pneumatic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 5388, *Stationary air compressors – Safety rules and code of practice*

ISO 10439 (all parts), *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Axial and centrifugal compressors and expander-compressors*

ISO 10440-1, *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 1: Process compressors*

ISO 10440-2, *Petroleum and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 2: Packaged air compressors (oil-free)*

ISO 10442, *Petroleum, chemical and gas service industries – Packaged, integrally geared centrifugal air compressors*

ISO 12499, *Industrial fans – Mechanical safety of fans – Guarding*

ISO 13631, *Petroleum and natural gas industries – Packaged reciprocating gas compressors*

ISO 13707, *Petroleum and natural gas industries – Reciprocating compressors*

ISO 13709, *Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13850, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

ISO 14847, *Rotary positive displacement pumps – Technical requirements*

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

ISO 16111, *Transportable gas storage devices – Hydrogen absorbed in reversible metal hydride*

ISO 23550, *Safety and control devices for gas and/or oil burners and appliances – General requirements*

ISO 23551-1, *Safety and control devices for gas burners and gas-burning appliances – Particular requirements – Part 1: Automatic and semi-automatic valves*

ISO 23553-1, *Safety and control devices for oil burners and oil-burning appliances – Particular requirements – Part 1: Automatic and semi-automatic valves*

ISO 26142, *Hydrogen detection apparatus – Stationary applications*

SOMMAIRE

| | |
|---|-----|
| AVANT-PROPOS | 86 |
| INTRODUCTION | 88 |
| 1 Domaine d'application | 90 |
| 2 Références normatives | 91 |
| 3 Termes et définitions | 93 |
| 4 Exigences de sécurité et mesures de protection | 99 |
| 4.1 Stratégie de sécurité générale | 99 |
| 4.2 Environnement physique et conditions de fonctionnement..... | 100 |
| 4.2.1 Généralités | 100 |
| 4.2.2 Énergie électrique à l'arrivée | 100 |
| 4.2.3 Environnement physique..... | 100 |
| 4.2.4 Arrivée de combustible | 101 |
| 4.2.5 Arrivée d'eau | 101 |
| 4.2.6 Vibrations, chocs et secousses..... | 101 |
| 4.2.7 Manutention, transport et stockage | 101 |
| 4.2.8 Système de purge..... | 101 |
| 4.3 Sélection des matériaux..... | 101 |
| 4.4 Exigences générales..... | 102 |
| 4.5 Équipement sous pression et tuyauteries | 104 |
| 4.5.1 Équipement sous pression..... | 104 |
| 4.5.2 Réseaux de tuyauteries | 105 |
| 4.5.3 Systèmes d'évacuation de fumées..... | 105 |
| 4.5.4 Parties servant à transporter du gaz | 106 |
| 4.6 Protection contre les dangers d'incendie ou d'explosion | 107 |
| 4.6.1 Prévention des dangers d'incendie et d'explosion dans les systèmes à piles à combustible équipés d'enveloppes | 107 |
| 4.6.2 Prévention des dangers d'incendie et d'explosion dans les brûleurs | 109 |
| 4.6.3 Prévention des dangers d'incendie et d'explosion dans les systèmes d'oxydation catalytique de combustible (brûleurs catalytiques) | 111 |
| 4.7 Sécurité électrique | 112 |
| 4.8 Compatibilité électromagnétique (CEM) | 113 |
| 4.9 Systèmes de commande et composants de protection | 113 |
| 4.9.1 Exigences générales | 113 |
| 4.9.2 Systèmes de commande..... | 113 |
| 4.9.3 Composants de protection | 116 |
| 4.10 Équipement à énergie pneumatique et hydraulique | 117 |
| 4.11 Vannes | 117 |
| 4.11.1 Soupapes d'arrêt | 117 |
| 4.11.2 Vannes de combustible..... | 117 |
| 4.12 Équipement rotatif..... | 118 |
| 4.12.1 Exigences générales | 118 |
| 4.12.2 Compresseurs | 118 |
| 4.12.3 Pompes | 119 |
| 4.13 Enveloppes..... | 119 |
| 4.14 Matériaux d'isolation thermique..... | 120 |
| 4.15 Services publics..... | 120 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.15.1 | Exigences générales | 120 |
| 4.15.2 | Alimentation en eau | 120 |
| 4.15.3 | Alimentation en gaz combustible..... | 121 |
| 4.15.4 | Connexions électriques | 121 |
| 4.16 | Installation et maintenance | 122 |
| 4.16.1 | Installation | 122 |
| 4.16.2 | Maintenance | 123 |
| 4.17 | Sécurité équivalente | 123 |
| 5 | Essais de type | 123 |
| 5.1 | Exigences générales..... | 123 |
| 5.1.1 | Généralités | 123 |
| 5.1.2 | Paramètres de fonctionnement des essais..... | 123 |
| 5.2 | Combustibles d'essai | 125 |
| 5.3 | Aménagements des essais de base | 126 |
| 5.4 | Essais de fuite | 126 |
| 5.4.1 | Généralités | 126 |
| 5.4.2 | Essais de fuite pneumatique | 126 |
| 5.4.3 | Essais de fuite hydrostatique | 129 |
| 5.5 | Essais de résistance | 130 |
| 5.5.1 | Généralités | 130 |
| 5.5.2 | Essais de résistance pneumatique | 130 |
| 5.5.3 | Essai de résistance hydrostatique | 132 |
| 5.6 | Essais de type en fonctionnement normal | 133 |
| 5.7 | Essai de surcharge électrique | 133 |
| 5.8 | Paramètres d'arrêt | 133 |
| 5.9 | Essais de caractéristiques de fonctionnement du brûleur | 133 |
| 5.9.1 | Généralités | 133 |
| 5.9.2 | Essais généraux | 133 |
| 5.9.3 | Essais de limite | 134 |
| 5.10 | Commande automatique des brûleurs et réacteurs d'oxydation catalytique | 134 |
| 5.10.1 | Généralités | 134 |
| 5.10.2 | Brûleur à commande d'allumage automatique | 134 |
| 5.10.3 | Commande automatique des réacteurs d'oxydation catalytique..... | 137 |
| 5.11 | Essai de température de gaz d'échappement | 137 |
| 5.12 | Températures de la surface et des composants | 138 |
| 5.13 | Essais en soufflerie..... | 139 |
| 5.13.1 | Généralités | 139 |
| 5.13.2 | Mode opératoire d'étalonnage de la source de vent pour les vents dirigés perpendiculairement à la paroi | 139 |
| 5.13.3 | Vérification du fonctionnement des systèmes à piles à combustible en extérieur dans des conditions de soufflerie | 140 |
| 5.13.4 | Vérification du fonctionnement des systèmes à piles à combustible d'intérieur ventilés horizontalement à travers une paroi extérieure | 140 |
| 5.13.5 | Émissions de monoxyde de carbone (CO) et de composants de gaz inflammables au vent – Unités intérieures..... | 143 |
| 5.13.6 | Émissions de monoxyde de carbone (CO) et de composants de gaz inflammables au vent – Unités extérieures..... | 143 |
| 5.14 | Essai de pluie | 144 |
| 5.14.1 | Unités extérieures | 144 |
| 5.14.2 | Unités intérieures équipées d'une ventilation horizontale | 144 |

| | | |
|--|---|-----|
| 5.14.3 | Méthode d'essai | 144 |
| 5.15 | Émissions | 144 |
| 5.15.1 | Généralités | 144 |
| 5.15.2 | Émissions de monoxyde de carbone (CO) et de gaz inflammables..... | 144 |
| 5.15.3 | Conditions normales | 145 |
| 5.16 | Essai de conduite de condensat bloquée | 145 |
| 5.17 | Essai de décharge des condensats | 146 |
| 5.18 | Essais de sécurité électrique | 146 |
| 5.19 | Essai CEM | 146 |
| 5.20 | Essai de fuite du système de ventilation | 146 |
| 5.21 | Essais de fuite (répétition) | 147 |
| 6 | Essais individuels de série | 147 |
| 6.1 | Exigences générales..... | 147 |
| 6.2 | Essai de fuite | 148 |
| 6.3 | Essai de rigidité diélectrique | 148 |
| 6.4 | Essai de fonctionnement du brûleur | 148 |
| 7 | Marquage, étiquetage et emballage..... | 148 |
| 7.1 | Exigences générales..... | 148 |
| 7.2 | Marquage des systèmes à piles à combustible..... | 148 |
| 7.3 | Marquage des composants | 149 |
| 7.4 | Documentation technique..... | 149 |
| 7.4.1 | Généralités | 149 |
| 7.4.2 | Manuel d'installation | 150 |
| 7.4.3 | Manuel d'information de l'utilisateur | 151 |
| 7.4.4 | Manuel d'exploitation | 154 |
| 7.4.5 | Manuel de maintenance..... | 154 |
| Annexe A (informative) Dangers significatifs, situations et événements dangereux traités dans le présent document | | 156 |
| Annexe B (informative) Carburation et compatibilité du matériau pour l'utilisation de l'hydrogène | | 158 |
| B.1 | Carburation..... | 158 |
| B.2 | Compatibilité du matériau pour l'utilisation de l'hydrogène | 158 |
| B.2.1 | Généralités | 158 |
| B.2.2 | Métaux et matériaux métalliques..... | 158 |
| B.2.3 | Polymères, élastomères et autres matériaux non métalliques | 160 |
| B.2.4 | Documents de référence..... | 160 |
| Annexe C (normative) Paragraphes normatifs de remplacement relatifs aux petits systèmes à piles à combustible de puissance en sortie assignée inférieure à 10 kW et de pression maximale inférieure à 0,1 MPa (manométrique) pour les passages de combustible et d'oxydant | | 164 |
| Bibliographie..... | | 166 |
| Figure 1 – Système à pile à combustible stationnaire typique | | 88 |
| Figure 2 – Pressions d'essai minimales | | 132 |
| Figure 3 – Paroi d'essai avec orifices de pression statique et emplacements de la borne de ventilation | | 139 |
| Figure 4 – Paroi d'essai de ventilation | | 141 |
| Figure 5 – Anneau piezo et détails relatifs à la construction type | | 142 |
| Figure 6 – Précautions de sécurité pour les systèmes à gaz odorisés | | 152 |

| | |
|--|-----|
| Figure 7 – Précautions de sécurité pour les systèmes à gaz non odorisés | 152 |
| Figure 8 – Précautions de sécurité pour les systèmes à combustible liquide | 153 |
| Tableau 1 – Augmentations admissibles des températures de surface | 103 |
| Tableau 2 – Exigences d'essai de fuite | 128 |
| Tableau 3 – Exigences essentielles d'essai de résistance..... | 131 |
| Tableau 4 – Étalonnage du vent..... | 140 |
| Tableau A.1 – Situations et événements dangereux..... | 156 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 3-100: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Sécurité

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62282-3-100 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) il n'est pas nécessaire de tenir compte des composants transportant le combustible qui sont qualifiés par rapport aux normes de fuite (intégrité) comme des sources potentielles de fuites inflammables;
- b) nouvelle Annexe C relative aux petits systèmes à piles à combustible; et
- c) éclaircissements relatifs à de nombreux essais et exigences.

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

| FDIS | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 105/695/FDIS | 105/705/RVD |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 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. À cette date, le document sera

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

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

INTRODUCTION

Un système à pile à combustible stationnaire typique est représenté à la Figure 1.

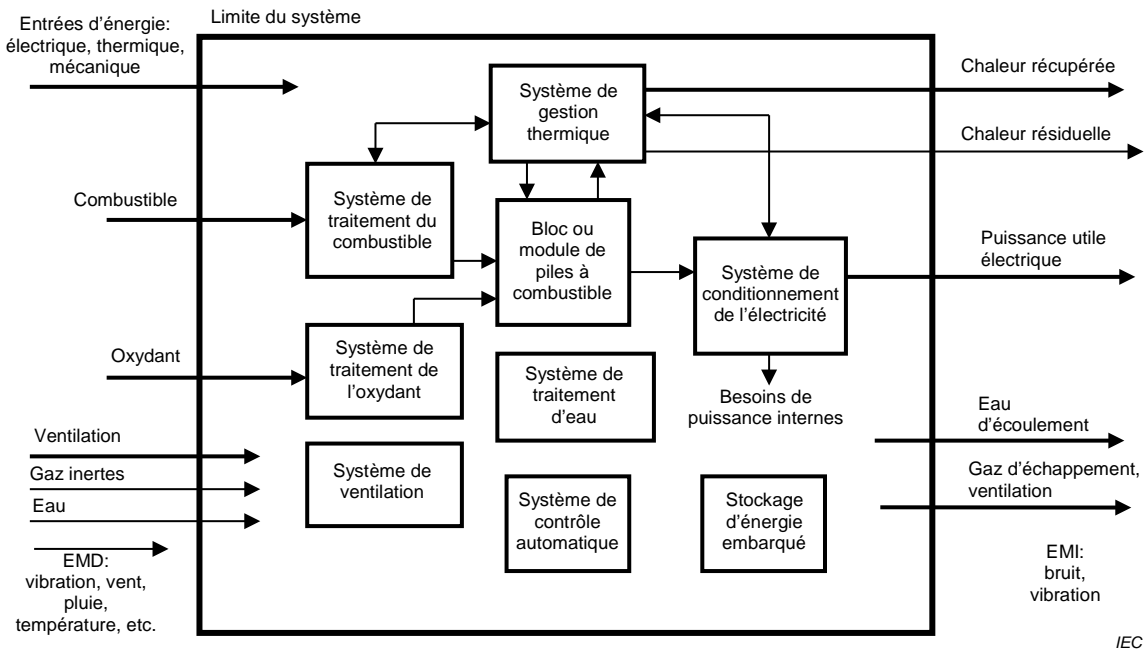


Figure 1 – Système à pile à combustible stationnaire typique

La conception globale du système qui est présenté dans le présent document constitue un assemblage de systèmes intégrés, si nécessaire, pour assurer les fonctions désignées, à savoir:

- Système de traitement du combustible – Système d'équipement de traitement chimique et/ou physique associé aux échangeurs de chaleur et aux commandes exigés pour préparer et, si nécessaire, pressuriser le combustible destiné à être utilisé dans un système à pile à combustible.
- Système de traitement de l'oxydant – Système qui mesure, conditionne, traite et peut pressuriser l'alimentation entrante destinée à être utilisée à l'intérieur du système à pile à combustible.
- Système de gestion thermique – Système qui assure le chauffage ou le refroidissement et le rejet de chaleur pour maintenir le système à pile à combustible dans la plage de températures de fonctionnement, et peut récupérer l'excès de chaleur produite pour chauffer le système en période de démarrage.
- Système de traitement d'eau – Système qui fournit le traitement de purification nécessaire de l'eau récupérée ou ajoutée, de manière à pouvoir l'utiliser dans les systèmes à piles à combustible.
- Système de conditionnement de l'électricité – Équipement utilisé pour adapter l'énergie électrique produite par le ou les blocs de piles à combustible aux exigences d'application spécifiées par le fabricant.
- Système de contrôle automatique – Système(s) composé(s) de capteurs, servomoteurs, vannes, commutateurs et composants logiques qui maintiennent les paramètres de fonctionnement du système à pile à combustible dans les limites définies par le fabricant, y compris la mise en état sécurisé, sans intervention manuelle.
- Système de ventilation – Système qui fournit de l'air à l'enveloppe du système à pile à combustible, par des moyens mécaniques ou naturels.
- Modules à piles à combustible – Système d'un ou de plusieurs blocs de piles à combustible qui convertit, par un procédé électrochimique, l'énergie chimique en énergie

électrique et en énergie thermique, et qui est destiné à être intégré dans un système de génération d'alimentation électrique.

- Bloc de piles à combustible – Assemblage de cellules, de séparateurs, de plaques de refroidissement, de collecteurs et d'une structure de support qui convertit, par un procédé électrochimique, un gaz riche en hydrogène et des réactifs de l'air en courant continu, en chaleur, en eau et en d'autres sous-produits de réaction.
- Stockage d'énergie embarqué – Système de dispositifs de stockage interne de l'énergie électrique dont le but est d'aider le module à pile à combustible à fournir la puissance aux charges internes ou externes.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 3-100: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Sécurité

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62282 s'applique aux systèmes à piles à combustible autonomes assemblés pour être stationnaires ou aux systèmes à piles à combustible d'un ensemble assemblé en usine de systèmes intégrés qui génèrent de l'électricité par réactions électrochimiques.

Le présent document s'applique aux systèmes

- a) destinés à être connectés au réseau électrique directement ou via un interrupteur de transfert, ou destinés à être un système de distribution d'énergie autonome;
- b) destinés à fournir de l'alimentation en courant continu ou alternatif;
- c) avec ou sans la capacité de récupérer la chaleur utile;
- d) destinés à fonctionner avec les combustibles suivants en entrée:
 - 1) gaz naturel et autres gaz riches en méthane dérivés de sources à combustible renouvelable (biomasse) ou de sources à énergie fossile, par exemple le gaz des décharges, le gaz de digestion, le gaz des mines de charbon;
 - 2) combustibles dérivant du raffinage de l'huile (le diesel, l'essence, le kérosène, les gaz de pétrole liquéfiés tels que le propane et le butane, par exemple);
 - 3) alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, liquides de Fischer-Tropsch et autres composants organiques riches en hydrogène appropriés dérivés de sources à combustible renouvelable (biomasse) ou de sources à énergie fossile, par exemple le méthanol, l'éthanol, l'éther diméthylque, le biodiesel;
 - 4) hydrogène, mélanges gazeux contenant du gaz hydrogène (le gaz de synthèse, le gaz de ville, par exemple).

Le présent document ne couvre pas:

- les systèmes à micropiles à combustible;
- les systèmes à piles à combustible portables;
- les systèmes à piles à combustible pour la propulsion.

NOTE Pour les applications particulières (l'alimentation auxiliaire marine, par exemple), des exigences supplémentaires peuvent être données par la norme de registre d'immatriculation des bateaux correspondante.

Le présent document s'applique aux systèmes à piles à combustibles stationnaires destinés à un usage à l'intérieur et à l'extérieur, commercial, industriel ou d'habitation, dans des zones non dangereuses.

Le présent document traite de tous les dangers significatifs, situations et événements dangereux, à l'exception de ceux associés à la compatibilité environnementale (conditions d'installation), relatifs aux systèmes à piles à combustible, lorsqu'ils sont utilisés comme prévu et selon les conditions prévues par le fabricant.

Le présent document couvre uniquement les conditions qui peuvent générer d'une part des dangers pour les personnes, et d'autre part des dommages à l'extérieur du système à pile à combustible. La protection contre les dommages affectant l'intérieur des systèmes à piles à combustible n'est pas traitée dans le présent document, pour autant que ceux-ci ne suscitent pas de dangers à l'extérieur du système à pile à combustible.

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 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne «p»*

IEC 60079-10-1, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60079-29-1, *Atmosphères explosives – Partie 29-1: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables*

IEC/IEEE 60079-30-1, *Atmosphères explosives – Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais*

IEC 60204-1, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60335-1:2016, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60335-2-51, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-51: Règles particulières pour les pompes de circulation fixes pour installations de chauffage et de distribution d'eau*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60730-2-5, *Automatic electrical controls – Part 2-5: Exigences particulières pour les systèmes de commande électrique automatiques des brûleurs*

IEC 60730-2-6, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 2-6: Exigences particulières pour les dispositifs de commande électrique automatiques sensibles à la pression y compris les exigences mécaniques*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing control (disponible en anglais seulement)*

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

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤16 A par phase)*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC TS 61000-3-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-4: Limites – Limitation des émissions de courants harmoniques dans les réseaux basse tension pour les matériels ayant un courant assigné supérieur à 16 A*

IEC TS 61000-3-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-5: Limites – Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé supérieur à 75 A*

IEC 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Équipements ayant un courant assigné ≤ 75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61511-1, *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation – Partie 1: Cadre, définitions, exigences pour le système, le matériel et la programmation d'application*

IEC 62040-1, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 1: Exigences de sécurité*

IEC 62061, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 62368-1, *Équipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*

ISO 4413, *Transmissions hydrauliques – Règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants*

ISO 4414, *Transmissions pneumatiques – Règles générales et exigences de sécurité pour les systèmes et leurs composants*

ISO 5388, *Compresseurs d'air fixes – Règles de sécurité et code d'exploitation*

ISO 10439 (toutes les parties), *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel – Compresseurs axiaux et centrifuges et compresseurs-détenteurs*

ISO 10440-1, *Industries du pétrole, pétrochimique et du gaz naturel – Compresseurs volumétriques de type rotatif – Partie 1: Compresseurs de procédé*

ISO 10440-2, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Compresseurs volumétriques de type rotatif – Partie 2: Compresseurs à air assemblé (sans huile)*

ISO 10442, *Industries du pétrole, de la chimie et du gaz naturel – Compresseurs d'air centrifuges assemblés à multiplicateur intégré*

ISO 12499, *Ventilateurs industriels – Sécurité mécanique des ventilateurs – Protecteurs*

ISO 13631, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Unités de compresseurs alternatifs à gaz*

ISO 13707, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Compresseurs alternatifs*

ISO 13709, *Pompes centrifuges pour les industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel*

ISO 13849-1, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

ISO 13850, *Sécurité des machines – Fonction d'arrêt d'urgence – Principes de conception*

ISO 14847, *Pompes volumétriques à mouvement rotatif – Prescriptions techniques*

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

ISO 16111, *Appareils de stockage de gaz transportables – Hydrogène absorbé dans un hydrure métallique réversible*

ISO 23550, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences générales*

ISO 23551-1, *Safety and control devices for gas burners and gas-burning appliances – Particular requirements – Part 1: Automatic and semi-automatic valves (disponible en anglais seulement)*

ISO 23553-1, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à combustible liquide et pour appareils à combustible liquide – Exigences particulières – Partie 1: Robinets automatiques et semi-automatiques*

ISO 26142, *Hydrogen detection apparatus – Stationary applications (disponible en anglais seulement)*