

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Explosive atmospheres –

Part 29-4: Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases

Atmosphères explosives –

Partie 29-4: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60079-29-4

Edition 1.0 2009-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Explosive atmospheres –

Part 29-4: Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases

Atmosphères explosives –

Partie 29-4: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.260.20

ISBN 2-8318-1067-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
3.1 Equipment.....	7
3.2 Alarms.....	8
3.3 Signals and indications.....	8
3.4 Gaseous atmospheres.....	8
3.5 Optical equipment	9
3.6 Performance characteristics	10
4 General requirements	11
4.1 Detection equipment	11
4.1.1 Components	11
4.1.2 Electrical assemblies and components	11
4.1.3 Optical radiation	11
4.2 Construction.....	11
4.2.1 General	11
4.2.2 Indicating devices.....	11
4.2.3 Alarm or output functions.....	12
4.2.4 Fault signals.....	12
4.2.5 Adjustments	12
4.3 Software-controlled equipment	12
4.3.1 Conversion errors	13
4.3.2 Software.....	13
4.3.3 Data transmission.....	13
4.3.4 Self-test routines	13
4.3.5 Functional concept	14
5 Test requirements	14
5.1 Introduction	14
5.2 General requirements for tests	15
5.2.1 Samples and sequence of tests	15
5.2.2 Constructional checks	15
5.2.3 Preparation of samples.....	15
5.2.4 Equipment for calibration and test	16
5.3 Normal conditions for test.....	18
5.3.1 General	18
5.3.2 Operating distance for laboratory tests	18
5.3.3 Test gases.....	18
5.3.4 Test gas integral concentrations	18
5.3.5 Voltage.....	19
5.3.6 Ambient temperature	19
5.3.7 Ambient humidity.....	19
5.3.8 Ambient atmosphere.....	19
5.3.9 Preparation of equipment	19
5.3.10 Stabilization.....	19
5.3.11 Communications options.....	20

5.3.12	Gas detection equipment as part of systems.....	20
5.4	Test methods	20
5.4.1	Initial preparation and procedure	20
5.4.2	Unpowered storage	20
5.4.3	Calibration curve (not applicable to alarm only equipment with fixed settings)	20
5.4.4	Stability	21
5.4.5	Alarm reliability.....	21
5.4.6	Temperature variation	22
5.4.7	Water vapour interference	23
5.4.8	Vibration.....	23
5.4.9	Drop test for portable and transportable equipment	24
5.4.10	Alignment	24
5.4.11	Time of response.....	25
5.4.12	Minimum time to operate (spot-reading equipment)	25
5.4.13	Battery capacity.....	25
5.4.14	Power supply variations (externally powered equipment)	26
5.4.15	Power supply interruptions and transients	27
5.4.16	Recovery from power supply interruption	27
5.4.17	Electromagnetic compatibility (EMC)	27
5.4.18	Beam block fault.....	28
5.4.19	Partial obscuration.....	28
5.4.20	Long range operation	29
5.4.21	Direct solar radiation (applicable for equipment intended for outdoor use).....	29
6	Field verification equipment.....	30
7	Information for use	30
7.1	Labelling and marking	30
7.2	Instruction manual.....	30
Annex A (informative)	Water vapour test apparatus	32
Bibliography.....		33
Figure 1	– Equipment for gas calibration and speed of response test.....	17
Figure A.1	– Water vapour test apparatus	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 29-4: Gas detectors –
Performance requirements of open path
detectors for flammable gases**

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 60079-29-4 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This standard supplements and modifies the general requirements of IEC 60079-0. Where a requirement of this standard conflicts with a requirement of IEC 60079-0, the requirement of this standard shall take precedence.

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

FDIS	Report on voting
31/819/FDIS	31/841/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title: *Explosives atmospheres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

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.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 29-4: Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases

1 Scope

This part of IEC 60079-29 specifies performance requirements of equipment for the detection and measuring of flammable gases or vapours in ambient air by measuring the spectral absorption by the gases or vapours over extended optical paths, ranging typically from one metre to a few kilometres.

Such equipment measures the integral concentration of the absorbing gas over the optical path in units such as LFL metre for flammable gases.

NOTE 1 Actual values of concentration can be deduced only where it can be established that the concentration is uniform over the optical path, for example in very short optical paths (<100 mm). In such cases, the equipment is within the scope of IEC 60079-29-1.

NOTE 2 This standard is based upon present absorption techniques using infrared radiation. Other techniques and applications may require additional test considerations (e.g. pressure test).

Equipment falling within the scope of this standard is classified by the following types:

Type 1: an optical transmitter and receiver, located at either end of a path through the atmosphere to be monitored.

Type 2: an optical transceiver (i.e. combined transmitter and receiver) and a suitable reflector, which may be a topographic feature or a retroreflector, located at either end of a path through the atmosphere to be monitored.

This standard is also applicable when an equipment manufacturer makes any claims regarding any special features of construction or superior performance that exceed the minimum requirements of this standard. All such claims shall be verified and the test procedures should be extended or supplemented, where necessary, to verify the claimed performance. The additional tests shall be agreed between the manufacturer and the test laboratory and identified and described in the test report.

This standard does not apply to any of following:

- a) equipment intended to provide range resolution of gas concentration (e.g. Light direction and ranging (LIDAR));
- b) equipment consisting of a passive optical receiver without a dedicated optical source;
- c) equipment intended to measure the local volumetric concentration of gas (point sensors);
- d) equipment intended for the detection of dusts or mists in air;
- e) equipment for cross stack monitoring;
- f) equipment intended for the detection of explosives; and
- g) equipment intended only for the identification of individual gas or vapour components, (e.g. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)).

This standard is applicable to equipment which is intended for use in hazardous or non-hazardous areas, or both. Equipment for use in hazardous areas is also required to have explosion protection (see 4.1.1).

This standard applies to portable, transportable and fixed equipment intended for commercial and industrial applications.

NOTE 3 This standard is intended to provide for the supply of equipment giving a level of performance suitable for general purpose applications. However, for specific applications a prospective purchaser or an appropriate authority may additionally require equipment to be submitted for particular tests or approval. Such tests or approval are regarded as additional to and separate from the provisions of the standards referred to above.

2 Normative references

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

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61000-4-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-1: Testing and measurement techniques – Overview of IEC 61000-4 series*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 as well as IEC 60079-29-1 and the following apply.

NOTE Additional definitions applicable to explosive atmospheres can be found in IEC 60050-426.

3.1 Equipment

3.1.1

alarm only equipment

equipment which generates an alarm signal but does not have a meter or output giving a measure of the integral concentration

3.1.2

fixed equipment

equipment fastened to a support, or otherwise secured in a specific location

3.1.3

transportable equipment

equipment not intended to be carried by a person nor intended for fixed installation

3.1.4

portable equipment

equipment intended to be carried by a person

NOTE Typically portable equipment will be used as a spot-reading equipment.

3.2 Alarms

3.2.1

alarm set point

fixed or adjustable setting of the equipment that is intended to pre-set the value of integral concentration at which the equipment will automatically initiate an indication, alarm, or other output function

3.2.2

alarm signal

audible, visual, electronic or other signal generated by the equipment when an integral concentration of gas in excess of a preset value is detected

3.2.3

latching alarm

alarm which, once activated, requires a deliberate action to deactivate it

3.3 Signals and indications

3.3.1

fault signal

audible, visual, or other type of output which provides, directly or indirectly, a warning or indication that the equipment is defective

3.3.2

beam blocked signal

audible, visual or other type of output which provides, directly or indirectly, a warning or indication that the optical path is obscured or that the signal detected is too weak to enable the equipment to function normally

3.3.3

inhibition signal

audible, visual, or other type of output which provides, directly or indirectly, a warning or indication that normal operation has been suspended

3.3.4

indicating devices

means for displaying values or states in analogue or digital form

3.3.5

special state

state of the equipment other than those in which monitoring of gas concentration takes place

NOTE For example warm-up, calibration mode or fault condition

3.4 Gaseous atmospheres

3.4.1

ambient air

atmosphere in the area being monitored by the equipment

3.4.2

clean air

air which is free from gases or vapours (flammable, toxic or environmentally harmful gases) to which the equipment is sensitive or which influence the performance of the equipment

3.4.3**flammable atmosphere**

mixture with air, under normal atmospheric conditions, of flammable materials in the form of gas, vapour or mist, in which, after ignition, combustion spreads throughout the unconsumed mixture

NOTE 1 This definition specifically excludes dusts and fibres in suspension in air. Mists, though included in the definition, are not covered by this standard.

NOTE 2 Although a mixture which has a concentration above the upper explosive limit is not a flammable atmosphere, there is a risk of creating a flammable atmosphere by dilution.

NOTE 3 Normal atmospheric conditions include variations above and below reference levels of 101,3 kPa (1013 mbar) and 20 °C provided the variations have negligible effect on the explosion properties of the flammable materials.

NOTE 4 For the purposes of this standard, the terms "explosive", "combustible" and "flammable" are regarded as synonymous.

3.4.4**flammable gas**

gas which, when mixed with air in certain volumetric ratios, forms a flammable atmosphere

3.4.5**integral concentration**

mathematical integral of the gas concentration along the optical path.

NOTE 1 It is expressed in units of concentration multiplied by distance, e.g. LFL.metre for flammable gases or ppm.metre for toxic gases

NOTE 2 $100 \% \text{ LFL} \times 1 \text{ metre} = 1 \text{ LFL.metre}$;

$10 \% \text{ LFL} \times 10 \text{ metre} = 1 \text{ LFL.metre}$.

3.4.6**lower flammable limit****LFL**

volume ratio of flammable gas or vapour in air below which a flammable gas atmosphere will not be formed

3.4.7**upper flammable limit****UFL**

volume ratio of flammable gas or vapour in air above which an explosive gas atmosphere will not be formed

3.4.8**explosion protection**

measures applied in the construction of electrical equipment to prevent ignition of a surrounding explosive gas atmosphere by the equipment

3.4.9**toxic gas**

gas that may be harmful to human health and/or the performance of persons due to its physical or physico-chemical properties

3.5 Optical equipment**3.5.1****open path**

distance in space which traverses the area (or part of the area) in which the atmosphere is being monitored and through which gases in the atmosphere are free to move

3.5.2

optical axis

median line of the optical path

3.5.3

optical path

path traversed by optical radiation from an optical transmitter to an optical receiver.

NOTE The radiation may traverse the open path once, twice or many times depending on the form taken by the instrument

3.5.4

optical radiation

ultra-violet, visible or infra-red regions of the electromagnetic spectrum

3.5.5

albedo

proportion of incident light scattered back from a surface

3.5.6

transmitter

assembly in which the optical transmitting element(s) are housed and which may contain associated optical and electrical components

3.5.7

transceiver

assembly in which the optical detecting element(s) and optical transmitting element(s) are housed and which may contain associated optical and electrical components

3.5.8

receiver

assembly in which the optical detecting element(s) are housed and which may contain associated optical and electrical components

3.5.9

retroreflector

individual or multiple arrangement of reflecting corners of cubes arrayed so that light is reflected back parallel to its incident path

3.5.10

gas cell

sealed enclosure (capable of being filled with test gases) and having transparent ends

3.6 Performance characteristics

3.6.1

drift

variation with time of the indication produced by the equipment under normal conditions when monitoring a fixed distribution of gas concentration in the optical path

3.6.2

time of response

t_x

time interval, with the equipment stabilised, between the time when an instantaneous variation in the integral concentration is produced in the optical path and the time when the indication reaches a stated percentage (x) of its final value

4 General requirements

4.1 Detection equipment

4.1.1 Components

All parts of the open path gas detection equipment intended for use in explosive gas atmospheres shall comply with the appropriate requirements for explosion protection.

The operation and storage temperature limits of this standard could exceed the required temperature limits of these other parts of IEC 60079 series for certain types of equipment. In this case, the examination and testing of the protection technique(s) used for the equipment shall be extended to cover the temperature range. If this extension is not possible due to requirements of the protection techniques used, then the temperature range of this standard shall be reduced to the range specified for the protection technique(s).

4.1.2 Electrical assemblies and components

Electrical assemblies and components shall comply with the appropriate construction and test requirements of 4.2 and of Clause 5 respectively.

4.1.3 Optical radiation

Optical radiation produced by the equipment shall conform to the requirements given in IEC 60825-1.

4.2 Construction

4.2.1 General

The gas detection equipment shall be so designed and manufactured as to avoid physical injury or other harm which might be caused by direct or indirect contact.

All parts of the equipment shall be suitable for its intended use. It shall be capable of withstanding, without damage or impairment of performance, the effects of vibration, dust, corrosive media and climatic conditions to be expected during operational use in environments in which the equipment is intended to be used.

Fine adjustment of the optical beam direction shall be possible and an indication shall be provided to confirm that satisfactory alignment of the optical beam has been achieved. Such equipment need not form a permanent part of the equipment.

All equipment shall be constructed to facilitate, where applicable, regular functional, service, and calibration checks.

4.2.2 Indicating devices

4.2.2.1 Indications and output signals

An indication or output signal shall be provided to show that the equipment is switched on.

The indication or output signal shall be a measure of the actual integral concentration over the open path.

NOTE The open path is independent of the number of times the optical radiation traverses it.

If the equipment enters a special state (eg. inhibition, beam blockage or a fault), a signal shall be provided. For fixed equipment, this shall include a contact or other transmittable output signal. If these conditions are separately indicated, they shall be clearly identified.

Indicating or controlling devices, where provided, need not be an integral part of the equipment.

When the equipment is intended for alarm only, the manufacturers shall provide or identify suitable points for connecting an indicating or recording device for testing the compliance of the equipment with this standard.

4.2.2.2 Individual indicator lights

When individual indicator lights are incorporated in the equipment they shall be coloured as follows:

- a) alarm indicators shall be coloured RED;
- b) fault, inhibition and beam blockage indicators shall be coloured YELLOW;
- c) power supply indicators and normal operation indicators shall be coloured GREEN.

4.2.2.3 Indicator light marking

In addition to the colour requirements, the indicator lights shall be adequately labelled to show their functions.

4.2.3 Alarm or output functions

When non-latching alarm devices, output contacts, or signal outputs are provided to indicate detection of an integral gas concentration in excess of a pre-set alarm level, the fact shall be indicated clearly and prominently in the instruction manual.

The operation of any other output functions shall be clearly stated in the manual.

4.2.4 Fault signals

Equipment shall provide a fault signal if any of the following conditions (as a minimum) occur:

- a) under range indication (below the zero point) between zero and -10 % full scale equivalent;
- b) beam blockage;
- c) low battery indication, if applicable;
- d) a short-circuit or open-circuit in connections to any remote sensor, if applicable.

Such signals shall be differentiated from any alarms.

4.2.5 Adjustments

All means of adjustment shall be designed so as to discourage unauthorised interference with the equipment.

Fixed explosion-protected equipment housed in explosion-protected enclosures shall be designed so that, if any facilities for adjustment are necessary for routine re-calibration and for resetting or like functions, these facilities shall be externally accessible. The means for making adjustments shall not invalidate the type of protection of the equipment.

4.3 Software-controlled equipment

In the design of software-controlled equipment, the risks arising from faults in the programme shall be taken into account.

4.3.1 Conversion errors

The relationship between corresponding analogue and digital values shall be unambiguous. The output range shall be capable of coping with the full range of input values within the instrument specification. A clear indication shall result if the conversion range has been exceeded.

The design shall take into account the maximum possible analogue-to-digital, computational and digital-to-analogue converter errors. The combined effect of digitisation errors shall not be greater than the smallest deviation of indication required by this standard.

4.3.2 Software

Software components shall comply with the following:

- a) It shall be possible for the user to identify the installed software version, for example by marking on the installed memory component, in (if accessible) or on the equipment or by showing it on the display during power up or on user command.
- b) It shall not be possible for the user to modify the program code.
- c) Parameter settings shall be checked for validity. Invalid inputs shall be rejected. An access barrier shall be provided against parameter changing by unauthorised persons, e.g. it may be integrated by an authorisation code in the software or may be realised by a mechanical lock. Parameter settings shall be preserved after removal of power, and while traversing a special state. All user changeable parameters and their valid ranges shall be listed in the manual.
- d) Software shall have a structured design to facilitate testing and maintenance. If used, program modules shall have a clearly defined interface to other modules.
- e) Software documentation shall be included in the technical file of the product. It shall include:
 - 1) the equipment to which the software belongs;
 - 2) unambiguous identification of program version;
 - 3) functional description;
 - 4) software structure (e.g. flow chart, Nassi-Schneidermann diagram);
 - 5) any software modification provided with the date of change and new identification data.

4.3.3 Data transmission

Digital data transmission between spatially separated components of equipment shall be reliable. Delays resulting from transmission errors shall not extend the response time t_{90} or time to alarm for alarm only equipment by more than a third. If they do, the equipment shall pass over to a defined special state. The defined special state shall be documented in the instruction manual.

NOTE Reliability checking of the data transmission may include, but is not limited to, transmission errors, repetition, deletions, insertion, re-sequencing, corruption, delay, and masquerade.

4.3.4 Self-test routines

Computerised digital units shall incorporate self-test routines. On failure detection, the equipment shall pass over to a defined special state. The defined special state shall be documented in the instruction manual.

The following minimum tests shall be performed by the equipment:

- a) power supply of digital units shall be monitored within time intervals of maximum ten times response time t_{90} or time to alarm for alarm only equipment;

- b) all available visible and audible output functions shall be tested. The test shall be carried out automatically after starting operation or on user request. The result may need to be verified by the user;
- c) monitoring equipment with its own time base (e.g. watchdog) shall work independently and separately from the parts of the digital unit which perform the data processing. If a failure is detected by the monitoring equipment the equipment shall enter into a special state;
- d) program and parameter memory shall be monitored by procedures which allow the detection of a single bit error;
- e) volatile memory shall be monitored by procedures that test the readability and writeability of the memory cells.

The tests except for test b) shall be done automatically and be repeated cyclically equal to or less than 24 h and after switching on.

4.3.5 Functional concept

Functional concept analysis and evaluation depend on the documentation from the manufacturer. The verification shall be performed by using the following list:

- measuring sequence (including all possible variations);
- possible special states;
- parameters and their tolerable adjustment range;
- representation of measuring values and indications;
- generation of alarms and signals;
- extent and realisation of test routines;
- extent and realisation of remote data transmission.

5 Test requirements

5.1 Introduction

The general requirements for test, conditions for test and test methods presented in 5.2, 5.3 and 5.4 respectively are intended as a basis for establishing whether the equipment conforms to the particular performance requirements specified in subsequent parts of this standard.

This standard is also applicable when an equipment manufacturer makes any claims regarding any special features of construction or superior performance that exceed the minimum requirements of this standard. This may be increased accuracy or performance within the limits of the standard, or performance beyond the specifications of the standard. All such claims, including environmental claims, shall be verified and the test procedures shall be extended or supplemented, where necessary, to verify the claimed performance.

NOTE 1 Any additional tests should be agreed between the manufacturer and the test laboratory, and identified and described in the test report.

NOTE 2 A manufacturer IP rating claim may not necessarily imply that the equipment will perform under the test conditions of the IP rating. Any performance claims as to dust or particulate water would have to be separately verified by test.

When claiming a superior performance outside these specifications, the measurement accuracy is not required to meet the standard's minimum requirements when outside this specification (e.g. for the normal temperature range of –25 °C to +55 °C the accuracy shall be ±10 % of the measuring range, but an extended temperature range of –40 °C to –25 °C may have a wider tolerance, such as ±15 % of the measuring range).

5.2 General requirements for tests

5.2.1 Samples and sequence of tests

For the purposes of type-testing, the tests shall be carried out on one sample equipment except that an additional sample equipment may be used for long term stability tests.

The equipment shall be subjected to all of the tests applicable to that type of equipment, as described in 5.4. Tests are grouped in the following list but the sequence in which the tests are undertaken shall be agreed between the test authority and the manufacturer.

- a) Initial preparation and procedure (5.4.1)
- b) Unpowered storage (5.4.2)
- c) Preparation and alarm checks
 - Calibration curve (5.4.3)
 - Alarm reliability (5.4.5)
 - Time of response (5.4.11)
 - Minimum time to operate (5.4.12)
 - Field verification equipment (Clause 6)
- d) Stability (5.4.4)
- e) Environmental tests
 - Temperature variation (5.4.6)
 - Water vapour interference (5.4.7)
 - Direct solar radiation (5.4.21)
- f) Optical beam tests
 - Alignment (5.4.10)
 - Beam block fault (5.4.18)
 - Partial obscuration (5.4.19)
 - Long range operation (5.4.20)
- g) Electrical tests
 - Battery capacity (5.4.13)
 - Power supply variations (5.4.14)
 - Power supply interruptions and transients (5.4.15)
 - Recovery from power supply interruptions (5.4.16)
 - Electromagnetic compatibility (EMC) (5.4.17)
- h) Mechanical tests
 - Vibration (5.4.8)
 - Drop test for portable and transportable equipment (5.4.9)

5.2.2 Constructional checks

Equipment shall be checked to ensure that the constructional requirements of 4.2 are satisfied.

5.2.3 Preparation of samples

The sample equipment shall, as nearly as possible, be prepared and mounted as for typical service using the manufacturer's brackets and fittings, including all necessary interconnections and initial adjustments, and in accordance with the manufacturer's written instructions.

For Type 2 equipment designed for use with a natural topographical feature, such as a reflector, that feature shall be represented by a plane diffusing surface set normal to the optical axis of the measured volume.

The surface shall be large enough in extent to intercept the whole of the measured volume and its albedo shall lie between 0,1 and 0,3 over the wavelength range employed by the equipment.

For equipment without an indication of measurement, for example, in alarm only equipment, the output of equipment from a test point shall be connected to a continuously recording output display device.

5.2.4 Equipment for calibration and test

5.2.4.1 Use of gas cells

The test facility shall be designed such that the test gas in individual cells can be changed and that when using the equipment, such as shown in Figure 1, the cells can be exchanged sufficiently quickly in order that transient obscuration during the exchange by the walls or window retaining structure shall not create a "beam blocked" condition. The transverse dimension of the cells shall be large enough not to cause partial blockage of the beam.

NOTE 1 The test described in 5.4.8 and 5.4.21 may require cells of large dimensions or the use of an alternate gas simulation filter.

Cells shall be located as close as possible to the receiving aperture of the equipment having regard to minimizing unwanted effects on the equipment of reflections from the cell on the receiver, and the cells shall not cause partial blockage of the beam.

The characteristics (e.g. material, thickness and flatness) and inclination of the windows of the cells shall be chosen to minimize the effects of reflection, distortion and attenuation of the beam over the effective bandwidth of the measuring radiation. Signal errors arising from variations of attenuation with wavelength in the window material shall be included within the measurement tolerance for the particular test.

The axial length of the cells may be chosen in relation to the concentration of the gas filling the cells to provide standard values of integral gas concentration for use in calibration.

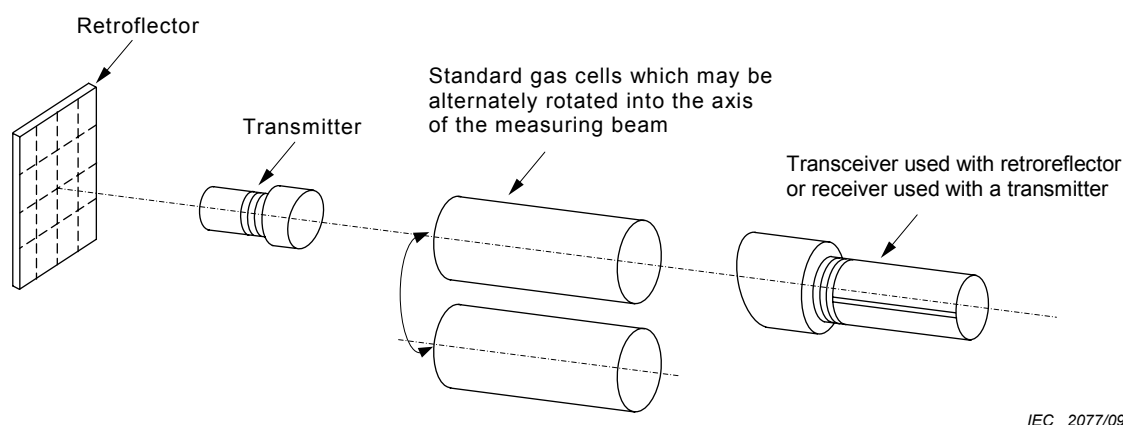
Cells may be filled with test gases including, for example, clean air (for zero setting) and the gas to be measured. Cells used for zero setting shall have minimal effect on equipment calibration. The difference of the reading in ambient air and with the gas cell filled with clean air shall be less than ± 2 % of the measuring range.

Heating may be applied to cells to ensure that vapour, condensable at room temperature, can be maintained in the gaseous state.

NOTE 2 To avoid using large volumes of flammable gas and air mixtures, cells of appropriate length filled with test gas of substantially less than 100 % LFL may be used for small path integral concentrations, (e.g. 0,5 LFL $\times$ 1 m), and either 100 % V/V flammable gas or mixtures of flammable and inert gas may be used for larger integral concentrations.

For the water vapour interference test of 5.4.7, the cell shall be 2 m in length and be capable of containing water vapour with a partial pressure of 50 kPa. To prevent condensation, the cell walls and windows shall be heated to an appropriate temperature.

Gas cells used for tests with flammable gases shall be constructed such that errors in measurement arising from variations of attenuation with wavelength in the windows of the cells shall be less than 2 % of measuring range or 5 % of the measured value, whichever is greater.



IEC 2077/09

Figure 1 – Equipment for gas calibration and speed of response test

5.2.4.2 Mask for beam attenuation

The attenuation produced by fog, precipitation and dust in the optical path, and material deposited on optical surfaces shall be simulated by a mask in the form of an opaque grid inserted into the beam, close (e.g. less than 100 mm) to the receiving aperture of the equipment.

The mask shall be in the form of a mesh with matt black surfaces and, for the tests described in 5.4.16, with proportions chosen to transmit $(10 \pm 1) \%$ of the incident beam. The mesh spacing shall be small compared with the receiving aperture of the equipment and large compared with the wavelength of the measuring radiation. For equipment with a single wavelength, a filter may be used to achieve the same attenuation.

For equipment that uses coherent light sources, the mask shall be chosen such that it does not create interference. The manufacturer may provide an appropriate attenuator.

If the equipment is sensitive to changes in temperature, the temperature shall be recorded within $\pm 2^\circ\text{C}$ and the results corrected as appropriate.

5.2.4.3 Shutter for blockage tests

To test the response of the equipment to controlled blocking of the beam as in 5.4.18, an opaque shutter, sufficiently large to intercept all of the measuring radiation, with matt black absorbing surfaces and a straight leading edge, shall be capable of being driven across the measuring radiation at a uniform speed of approximately 10 mm/s until the beam is completely blocked and then reversed at the same speed until the shutter is completely withdrawn.

For the test described in 5.4.18.2, the facility for driving at 10 cm/s is not required.

5.2.4.4 Environmental tests

For tests concerning variations in temperature (see 5.4.6), individual parts of the equipment, for example transmitter, receiver, transceiver, reflector or control unit, may be placed in an environmental chamber or chambers fitted with a window or aperture so that the equipment may be maintained in operation with an optical path essentially external to the environmental chamber or chambers.

Windows shall be designed and inclined to the optical axis of the equipment to minimize the effects of reflection distortion and attenuation of the beam over the effective bandwidth of the measuring radiation.

Temperature and humidity shall be controllable within the environmental chamber or chambers over the range required by individual tests. Changes of temperature and humidity shall be controlled to ensure that condensation on windows does not occur during such tests.

5.2.4.5 Plane mirror

Calibrations and tests may be carried out using a front metallised plane mirror to fold the beam path, to minimise the space required. The characteristics (e.g. material and flatness) of the mirror shall be chosen to minimize distortion and attenuation of the beam over the effective bandwidth of the measuring radiation. The change in signal strength caused by the introduction of the mirror shall not exceed 5 %.

5.2.4.6 Gas simulation filter

For the tests described in 5.4.8 and 5.4.21, as an alternative to a gas cell, it is permissible to use a gas simulation filter consisting of a thin sheet of appropriate material, for example polypropylene, to produce an attenuation of the beam equivalent to 30 % to 70 % of the full scale gas concentration. The dimensions of the filter shall be greater than the maximum transverse dimensions of the optical beam.

Test filters shall not be used for measurement value. The test filter shall be used as a repeatable value only. At the start of the test, the test filter shall be inserted into the beam path. The initial indicated reading shall be recorded. Subsequent readings shall be referenced to the initial indicating reading.

5.3 Normal conditions for test

5.3.1 General

The test conditions specified in 5.3.2 to 5.3.12 shall be used for all tests unless otherwise stated.

5.3.2 Operating distance for laboratory tests

The distance between source and receiver or between transceiver and reflector for all tests shall be in the range of 5 m to 20 m or the maximum distance if this is shorter. For equipment with a minimum operating distance greater than 20 m, an attenuator may be used to reduce the beam intensity, or the operating distance is to be agreed between the manufacturer and the test laboratory.

5.3.3 Test gases

The test procedure shall be performed with one standard test gas and the calibration curves shall be tested for all other gases for which compliance with this standard is claimed. From the range of these gases that gas shall be taken as the standard test gas where the sensitivity of the equipment is minimum (this will normally be methane or ethylene for IR detectors).

5.3.4 Test gas integral concentrations

5.3.4.1 Mid-range integral concentration

The standard test gas shall be the gas or vapour for which compliance of the equipment with this standard is claimed. Its concentration in the chosen cell shall be such as to provide an integral concentration equivalent to a value in the middle of the instrumental range of measurement of the equipment and known to within ± 5 % of the nominal value.

5.3.4.2 Other path integral concentrations

Other values of standard path integral concentration as required for calibration (see 5.4.3) and alarm reliability (see 5.4.5) are specific to the instrument measuring range and alarm

settings of individual instruments. For each gas the integral concentration shall be known to within ± 5 % of the nominal value.

NOTE The gas mixture may be prepared by any suitable method, e.g. in accordance with the methods outlined in ISO 6142, ISO 6144 and ISO 6145.

5.3.5 Voltage

Mains powered equipment shall be operated at the nominal supply voltage, ± 2 % and frequency, except for tests requiring voltage changes, as 5.4.14 and 5.4.15.

D.C. powered equipment shall be operated at the manufacturer's recommended supply voltage, ± 2 % except for the over-voltage and under-voltage test of 5.4.14 and 5.4.15.3.

Battery operated equipment shall, for short term tests, be fitted with fresh or fully charged batteries at the commencement of each series of tests. For long-term testing it is permissible to energise the equipment from a stabilised power supply.

5.3.6 Ambient temperature

The ambient air shall be at a constant temperature ± 2 °C within the range 15 °C to 25 °C throughout the duration of each test except for the unpowered storage test (5.4.2), long term drift test (5.4.4.2), temperature variation test (5.4.6), long range operation test (5.4.20), and direct solar radiation test (5.4.21).

5.3.7 Ambient humidity

The tests, with the exception of the unpowered storage test (5.4.2), long term drift test (5.4.4.2), the temperature variation test (5.4.6), and the water vapour interference test (5.4.7), shall be performed in ambient air having a relative humidity (r.h.) within the range 20 % to 80 % throughout the duration of each test.

5.3.8 Ambient atmosphere

During tests, the pressure of the ambient atmosphere within the optical path outside the test cell shall be within the range of 86 kPa and 108 kPa. The composition of the ambient atmosphere shall conform to the requirements defined in subsequent parts of this standard.

The test setup shall ensure that the ambient atmosphere remains uniform over the entire optical path and does not significantly influence the measured value.

5.3.9 Preparation of equipment

Before the commencement of any test, the equipment under appraisal shall be prepared in accordance with the manufacturer's recommended procedure, but once the test has begun further adjustments shall not be made, except where specifically permitted by the particular test procedure.

5.3.10 Stabilization

For purposes of the tests in 5.4, where the equipment is subjected to changes in test condition, the equipment shall be allowed to stabilise under these new conditions before measurements are taken for comparison purposes.

Equipment shall be considered to be stabilised when three successive measurements of a fixed concentration of gas taken at $5 \times t_{90}$ of the equipment indicate no changes greater than 1 % of the measuring range.

5.3.11 Communications options

For equipment having serial or parallel communications options used during normal gas detection operation, tests in 5.4.3, 5.4.6 and 5.4.11 shall be performed with all communication ports connected. The maximum transaction rate, cabling characteristics and activity level specified by the instrument's manufacturer shall be employed.

5.3.12 Gas detection equipment as part of systems

For gas detection equipment which are part of systems, tests in 5.4.3, 5.4.6, 5.4.11 and 5.4.14 shall be performed with the maximum system communications transaction rate and activity level. This shall correspond to the largest and most complex system configuration permitted by the manufacturer.

5.4 Test methods

5.4.1 Initial preparation and procedure

The equipment shall be switched on and checked for effective operation using clean air and mid-range concentration, as 5.3.4.1, of standard test gas, as 5.3.3, in gas cells inserted successively into the beam.

Adjustments shall, if needed, be carried out to obtain correct readings in accordance with the manufacturer's instructions.

The equipment shall be calibrated using the manufacturer's calibration fixture and the specified calibration procedures.

5.4.2 Unpowered storage

All parts of the equipment to be tested shall be exposed sequentially to the following conditions in clean air only:

- a) a temperature of $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for at least 24 h;
- b) a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for at least 24 h;
- c) a temperature of $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for at least 24 h;
- d) a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for at least 24 h.

The parts of the equipment shall then be subjected to the appropriate test methods given in 5.4.3 to 5.4.21.

5.4.3 Calibration curve (not applicable to alarm only equipment with fixed settings)

The equipment shall be calibrated for each of the gases specified by the manufacturer for which the equipment is suitable and for which compliance of the equipment with this standard is claimed, as in 7.2 f) 1).

The equipment shall be exposed for each gas to 10 % of range and three selected values of path integral concentration evenly spread over the measurement range (for example, 25 %, 50 % and 75 % of range) or, in the case of alarm instruments with adjustable set points, over the range covered by the alarms. Equipment as described in 5.2.4.1 shall be used.

Measurements shall be made using a cell or cells filled with the selected value of integral concentration of the calibration gas for each selected value starting at the lowest and finishing with the highest. The procedure shall be carried out three times for each gas.

The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

NOTE Where the equipment is not fitted with a meter or other data display, readings may be taken using an external display connected to a suitable test point (see 5.2.3).

5.4.4 Stability

5.4.4.1 Slow increase of gas volume ratio (Equipment with automatic drift compensation only)

Allow the equipment to warm up for 1 h in clean air. Then subject the equipment to test gas at a volume ratio of 1 % of the measuring range for 15 min. Increase the volume ratio of test gas every 15 min in steps of 1 % of the measuring range up to the final volume of 10 % of the measuring range. The deviation of the reading throughout the test shall be less than 5 % of the measuring range.

5.4.4.2 Long-term stability (continuous-duty a.c. or d.c. powered)

The equipment shall be operated in ambient air for a test period of 8 weeks. At approximately one week intervals during this period and at the end of the test, a cell filled with test gas to provide the standard mid-range integral concentration, as in 5.3.4.1, shall be placed in the optical path for 3 min and readings recorded.

The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.4.3 Long-term stability (continuous-duty battery powered)

The equipment shall be operated in clean air continuously for a period of 8 h per working day over a total of 20 working days. The equipment shall be exposed to the standard test gas until stabilized, once during each operating period. Indications shall be taken prior to the application of, after stabilization and prior to removal of the standard test gas.

The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.4.4 Stability (spot-reading equipment only)

The equipment shall be exposed to clean air for 1 min followed by the standard test gas for 1 min. The operation shall be repeated 200 times within an 8 h period. A reading shall be recorded at the conclusion of each operation.

The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

NOTE For these tests, battery-powered equipment should be powered from internal batteries wherever possible, otherwise an external power supply may be used.

5.4.5 Alarm reliability

5.4.5.1 General

The alarm shall operate during every cycle of the test in 5.4.5.2 or 5.4.5.3. If a latching alarm is provided, the operation and manual reset action shall be checked during every cycle.

5.4.5.2 Pre-set alarm equipment

Equipment incorporating single or multiple pre-set alarms shall be tested for each alarm setting by inserting into the optical path a cell containing the test gas for which the equipment is calibrated. Each cell shall contain an integral concentration of 120 % of the nominal value of the respective alarm set point.

The duration of exposure to the test gas shall be at least twice the t_{90} response time of the equipment to the gas and shall be followed by an equal time of exposure to clean air.

The procedure shall be repeated five times. The alarm shall be reset automatically or manually, as applicable on each exposure to clean air.

5.4.5.3 Adjustable alarm equipment

The set point or set points for alarms shall be adjusted to operate in the mid-band (approximately 40 % to 60 % of span) of the range of settings. The test procedure as defined in 5.4.5.2 shall then be applied.

5.4.6 Temperature variation

The equipment shall be exposed to specified temperatures by using a temperature chamber capable of maintaining the specified temperature within ± 2 °C. When the equipment (or the portion under test) has reached the temperature specified in this clause, the equipment shall be exposed to clean air and the standard test gas using the gas cell. At each temperature the equipment shall be allowed to stabilise for at least 3 h or until stabilised within ± 2 °C for a minimum of 1 h. If the equipment in the chamber includes temperature compensation, the gas cell shall be exposed to the same temperature as the equipment. Otherwise, the gas cell shall be located outside the chamber.

- a) The energised transmitter or transceiver shall be placed in a temperature chamber. The reflector or receiver shall be at room temperature. The test shall be performed at -25 °C, $+20$ °C and $+55$ °C. Afterwards, the energised receiver, if applicable, shall be placed in a temperature chamber. The transmitter shall be at room temperature. The test shall be performed at -25 °C, $+20$ °C and $+55$ °C.
- b) Alternatively to a), both transmitter and receiver shall be placed in the chamber together. Either signal attenuation for reduced distance or an external or internal mirror(s) may be used if necessary. The test shall be performed at -25 °C, $+20$ °C and $+55$ °C. Afterwards, the energised transmitter shall be placed in a temperature chamber. The receiver shall be at room temperature. The test shall be performed at room temperature plus 20 K and at room temperature minus 20 K. Following these tests the receiver shall be placed in the temperature chamber and the transmitter shall be placed at room temperature. The test shall be performed at room temperature plus 20 K and at room temperature minus 20 K.
- c) If the indicator or control unit is normally mounted separately from the transmitter and receiver, for example in a control room, the temperature of the indicator or control unit shall be performed at $+5$ °C, $+20$ °C, and $+55$ °C while the transmitter and receiver are maintained at $+20$ °C.
- d) For battery-operated equipment, the equipment shall be placed in a temperature chamber and operated normally at the end of the stabilisation time. The reflector shall be at room temperature. The test shall be performed at -10 °C, $+20$ °C and $+40$ °C.

There shall be no loss of function and any variation of the measured value from the measured value at $+20$ °C shall not exceed ± 10 % of the measuring range or ± 20 % of the measured value, whichever is greater.

5.4.7 Water vapour interference

Cells as described in 5.2.4.1, filled to atmospheric pressure with dry clean air and with water vapour with a partial pressure of 50 kPa, shall be introduced successively into the path of the optical beam.

For equipment incorporating alarms only, the alarm shall not be actuated by a test gas of 14 % to 16 % of full-scale concentration and be actuated by a test gas of 24 % to 26 % of full-scale concentration while exposed to both humidity extremes.

The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of full-scale gas concentration or $\pm 20\%$ of the initial measured value, whichever is greater.

NOTE 1 Care should be taken to prevent moisture from collecting on the windows of the cell.

NOTE 2 Annex A provides an example test setup.

5.4.8 Vibration

5.4.8.1 Test equipment

The vibration test machine shall consist of a vibrating table capable of producing a vibration of variable frequency and variable acceleration peak, with the test equipment mounted in place, as required by the following test procedures.

5.4.8.2 Procedures

5.4.8.2.1 General

The transmitter and receiver or transceiver shall be individually vibrated in clean air in each of three planes parallel to each of the three major axes of the equipment.

The alarm set point shall be set to 20 % of full-scale range.

Before and at the conclusion of the test the equipment shall be exposed to clean air followed by the mid-range signal condition.

The equipment shall be mounted on the vibration table in the same manner as intended for service use including any resilient mounts, carrier or holding devices that are provided as standard parts of the equipment.

The equipment shall be vibrated over the frequency range specified at the excursion or constant acceleration peak specified, for a period of 1 h in each of the three mutually perpendicular planes. The rate of change of frequency shall be 10 Hz/min $\pm$ 2 Hz/min.

5.4.8.2.2 Procedure 1

For portable and transportable equipment, remote sensors, and controllers where the sensor is integral with or directly attached to the controller, the vibration shall be as follows:

- 10 Hz to 30 Hz, 1,0 mm total excursion;
- 30 Hz to 150 Hz, 19,6 m/s² acceleration peak.

5.4.8.2.3 Procedure 2

For control units intended to be installed remotely from the sensor, the vibration shall be as follows:

- 10 Hz to 30 Hz, 1,0 mm total excursion;

- 30 Hz to 100 Hz, 19,6 m/s² acceleration peak.

The equipment shall not suffer any loss of function. False alarms, fault signals, or damage resulting in a hazard shall not occur. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than ± 10 % of the measuring range or ± 20 % of the measured value, whichever is greater.

5.4.9 Drop test for portable and transportable equipment

This test is applicable only to portable equipment and transportable equipment. If the manufacturer recommends that the instrument be used in its carrying case, the test shall be carried out with the case.

NOTE If components of fixed equipment can be used like portable or transportable equipment according to the instruction manual, these components should be considered to be portable or transportable for this test.

Before and at the conclusion of the test the equipment shall be exposed to clean air followed by the standard test gas.

Portable equipment shall be released, while operating, from a height of 1 m above a concrete surface and allowed to free fall.

Transportable equipment with a mass less than 5 kg shall be released, while not operating, from a height of 0,3 m above a concrete surface and allowed to free fall.

Other transportable equipment shall be released, while not operating, from a height of 0,1 m above a concrete surface and allowed to free fall.

The test required above shall be performed three separate times, the portable equipment being released each time with a different side (surface) facing down at the time of release and the transportable equipment to be in an orientation for normal transport.

The equipment shall be considered to have failed this test if there is a loss of function (e.g. alarm, controls, display) after the test. False alarms, fault signals, or damage resulting in a hazard shall not occur. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than ± 10 % of the measuring range or ± 20 % of the measured value, whichever is greater.

5.4.10 Alignment

After initial preparation of the equipment as in 5.4.1 and calibration for the gas to be detected as in 5.4.3, a gas cell containing standard test gas shall be introduced into the beam and the indication of the integral concentration of gas shall be noted.

With the transmitter or reflector remaining in its optimal position, the receiver or transceiver shall then be tilted about two orthogonal axes perpendicular to the beam axis to the maximum stability limit specified by the manufacturer (7.2 c), and in each case the indication of the integral concentration of gas shall be noted.

With the receiver or transceiver restored to its optimal position, the transmitter or reflector shall then be tilted about two orthogonal axes perpendicular to the beam axis to the maximum stability limit specified by the manufacturer (7.2 c), and in each case the indication of the integral concentration of gas shall be noted.

The equipment shall not generate any false alarms and the measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than ± 10 % of the measuring range or ± 20 % of the measured value, whichever is greater.

5.4.11 Time of response

5.4.11.1 Measuring equipment

Using test equipment designed and operated in accordance with 5.2.4, a cell containing mid-range integral concentration, as 5.3.4.1, of standard test gas, as 5.3.3 shall be rapidly inserted into the optical path.

The time (t_{90}) taken to reach 90 % of the final reading of the standard test gas path integral concentration shall be recorded.

A measured value of 90 % of the final value shall be achieved in a time not exceeding 10 s.

The sequence shall then be repeated except that the cell containing test gas shall be rapidly exchanged with cell of the same dimensions containing clean air. The recovery time for the signal to decay to 10 % of the test gas reading shall be recorded.

A measured value shall indicate 10 % of the previous final value in a time not exceeding 10 s.

5.4.11.2 Alarm only equipment

Using test equipment designed and operated in accordance with 5.2.4, a cell containing test gas with integral concentration of (120 ± 10) % of the value of the alarm set point concentration shall be rapidly exposed to the optical path. The time interval from the step change to the initiation of the alarm shall be recorded.

The procedure shall be repeated for other fixed alarm settings.

For equipment with adjustable alarms, the set points shall be adjusted to operate in the mid-band, approximately 40 % to 60 % of the span, of the range of settings.

Following the positive step-change in integral concentration, the time taken to alarm shall not exceed 10 s.

5.4.12 Minimum time to operate (spot-reading equipment)

The standard test gas cell shall be inserted into the optical path and the measurement procedure shall be initiated.

The standard test gas cell shall then be removed from the optical path and the measurement procedure shall be initiated.

A 90 % of the change in reading in both directions shall be reached in less than 30 s.

5.4.13 Battery capacity

5.4.13.1 Battery-powered portable continuous duty equipment

5.4.13.1.1 Battery discharge

The battery shall be fully charged at the beginning of the test. Initial readings shall be taken in clean air and with the standard test gas.

The equipment shall then be operated in clean air for a total period of:

- a) 8 h, if fitted with a user-operable on/off switch;
- b) 10 h, if not so fitted; or
- c) any longer time as specified by the manufacturer.

At the end of the specified period, the equipment is exposed to clean air and then the standard test gas. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the initial values by more than $\pm 5\%$ of the measuring range or $\pm 10\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.13.1.2 Low battery duration

The equipment shall then continue to operate in clean air until an indication that the low battery condition has been reached. The equipment shall continue to operate for an additional 10 min at the end of which a clean air reading and standard test gas reading shall be taken. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the initial values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.13.2 Battery-powered portable spot-reading equipment

5.4.13.2.1 Battery discharge

The battery shall be fully charged at the beginning of the test. Initial readings shall be taken in clean air and with the standard test gas.

The equipment shall then be operated in clean air 200 times. The duration of each operation shall be equal to the minimum time of operation; 1 min shall elapse after each operation.

At the end of the 200 operations, the equipment is exposed to clean air and then the standard test gas. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the initial values by more than $\pm 5\%$ of the measuring range or $\pm 10\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.13.2.2 Low battery duration

The cycle of operations shall then be continued in clean air until an indication that the low battery condition has been reached. The equipment shall be operated for an additional 10 times at the end of which a clean air reading and standard test gas reading shall be taken. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the initial values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.14 Power supply variations (externally powered equipment)

The equipment shall be set up under normal conditions (see 5.3), at nominal supply voltage and, where appropriate, rated frequency. The equipment shall then be subjected to the following tests. The test shall be performed using the mid-range concentration condition.

The equipment calibration shall be checked at both 115 % and 80 % of nominal supply voltage.

Where the manufacturer of the equipment specifies a supply range other than those specified above the equipment shall be tested at the upper and lower limits of the supply voltage specified by the manufacturer.

It shall be verified at the minimum supply voltage that all output functions are working properly even at the maximum load conditions.

NOTE 1 This includes testing of analogue outputs at the maximum load and maximum current.

NOTE 2 This includes testing that relays are able to energise at the minimum supply voltage.

Any variation of the measured value from the measured value at the nominal supply voltage shall not exceed $\pm 5\%$ of the measuring range or $\pm 10\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.15 Power supply interruptions and transients

5.4.15.1 General

Adjustable alarm equipment shall be set so that the lowest alarm level is 20 % of the calibrated measuring range.

The equipment shall be set up under normal conditions, in accordance with 5.3, and shall then be subjected to the tests specified in 5.4.15.2 and 5.4.15.3 in clean air only. The equipment indication and alarms shall be monitored during the tests.

During the testing the equipment shall not generate spurious inhibition, fault or alarm signals. The equipment shall operate throughout the testing with degradation of performance allowed. No change of actual operating state or stored data is allowed.

After the test, the equipment shall continue to operate as intended. The measured value shall return to the original value within $\pm 2\%$ of the measurement range.

5.4.15.2 Short interruption of power supply

The power supply shall be interrupted for 10 ms, repeated ten times at random time intervals having a mean value of 10 s.

5.4.15.3 Step changes of voltage

For mains and d.c. powered equipment the supply voltage shall be increased by 10 %, maintained at this value until stabilised, and then reduced to 15 % below nominal voltage. Each step change shall take place within 10 ms.

5.4.16 Recovery from power supply interruption

The equipment shall be calibrated as in 5.4.1 and then operated with a gas cell in the beam containing an integral concentration of 25 % of the measuring range of the test gas. The power shall be switched off for 30 min and the gas cell replaced by an equivalent optical cell containing an integral concentration of 50 % of the measuring range. The power shall then be restored and after stabilization the measured integral concentration shall be noted.

The measured integral concentration after restoration of the power shall be within $\pm 20\%$ of the nominal value. Alternatively, the equipment shall indicate a latched inhibit condition.

NOTE The test requirement ensures proper start-up operation when gas is present.

5.4.17 Electromagnetic compatibility (EMC)

The equipment shall be subjected to a test method used in conducting EMC radiated immunity tests according to IEC 61000-4-1 and IEC 61000-4-3. The test shall be carried out in clean air.

The test requirements shall be carried out with severity level 2; test field strength 3 V/m.

NOTE 1 More severe electromagnetic immunity test parameters may be required for specific applications or for local regulations.

Adjustable alarm equipment shall be set so that the lowest alarm level is 20 % of the calibrated measuring range.

If there is a separate control unit intended for general purpose rack mounting or its equivalent, the control unit shall be submitted to these tests in an enclosure supplied by the manufacturer. The instruction manual shall inform the user that such a control unit is to be used with the same enclosure to avoid adverse electromagnetic effects.

The equipment shall operate throughout the tests as intended and shall not generate spurious inhibition, fault or alarm signals. The measured values of the integral concentration for each gas shall not differ from the nominal values by more than $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

NOTE 2 For this test the operating distance may be relaxed to suit the requirements of the EMC test facility.

NOTE 3 Electromagnetic emission requirements may be required by other standards.

5.4.18 Beam block fault

5.4.18.1 Spurious alarms

Adjustable alarm equipment shall be set to the lowest alarm level or 10 % of the full-scale gas concentration, whichever is greater.

With the equipment operating in air, the opaque shutter as described in 5.2.4.3 shall be driven across the measuring radiation at a uniform speed of $10 \text{ cm/s} \pm 5 \text{ cm/s}$ until the beam is completely blocked and then completely withdrawn at the same speed.

The shutter shall be driven successively in each of four directions at 90° intervals in a plane perpendicular to the axis of the measuring radiation and at the following positions:

- a) for equipment comprising a separate transmitter and receiver, the positions shall be close (e.g. less than 100 mm) to the transmitter and receiver;
- b) for equipment comprising a transceiver and reflector the positions shall be close (e.g. less than 100 mm) to the transceiver and reflector.

The equipment shall continue to operate without generating spurious alarm signals until a beam blocked or inhibition signal is produced. On withdrawal of the shutter from the position of "beam blocked" or "inhibition" to complete removal, the equipment shall again operate without generating spurious alarm signals.

5.4.18.2 Recovery

With the equipment operating in ambient air introduce a mid-range standard gas cell and record the reading after stabilization. Remove the mid-range standard gas, the opaque shutter shall be rapidly inserted into the beam in any one direction until an inhibition signal due to beam blockage is produced.

While the beam blocked condition is indicated the mid-range standard gas cell shall be introduced into the beam position and the shutter shall then be rapidly removed. The indication or output attained within 30 s of the removal of the shutter shall not differ from the value of initial concentration in the test cell by more than $\pm 10\%$.

5.4.19 Partial obscuration

Adjustable alarm equipment shall be set to the lowest alarm level or 10 % of the full-scale gas concentration, whichever is greater.

Readings shall be taken with clean air and standard test gas.

With the equipment operating in air, an obscuration mask shall be introduced such that 50 % of the receiver aperture is obscured. Perform the test in each of four directions at 90°

intervals in a plane perpendicular to the axis of the measuring radiation, at a distance less than 100 mm, starting in the vertical position. At each orthogonal orientation introduce clean air and standard test gas.

The equipment shall continue to operate without generating spurious alarm signals. In each orientation either a fault signal shall be given, or the variation of the measured values from the initial values shall be within $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.20 Long range operation

The equipment shall be operated over the maximum operating distance in accordance with the manufacturer's instructions 7.2 f) 3) with ambient air and the gas cell with clean air in the optical path.

The mask for beam attenuation (5.2.4.2) shall then be inserted into the beam to attenuate the radiation by at least 90 % (with inclusion of the gas cell attenuation). The gas cell shall then be filled with the standard test gas.

The instrument shall continue to operate and shall not generate inhibition or fault signals or false alarms while exposed to clean air. Although attenuation may produce a more noisy reading, any change in the mean measured value of the integral gas concentration upon inserting the mask shall not exceed $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

5.4.21 Direct solar radiation (applicable for equipment intended for outdoor use)

The transmitter and receiver shall be prepared as in 5.4.1, mounted as indicated in 5.2.3 and positioned as defined in 5.3.2.

Radiation from the sun shall be reflected from a plane front surface mirror or composite mirror arrangement towards the inlet aperture of the equipment. An iris shall be inserted into the beam to ensure that only radiation from within the sun's disc is reflected towards the inlet aperture. The radiation intensity measured in front of the receiver inlet aperture shall be $800 \text{ W/m}^2 \pm 50 \text{ W/m}^2$. Higher values of radiation intensity may be agreed upon by the manufacturer and test laboratory.

NOTE 1 An appropriate mask may be used to attenuate the radiation.

NOTE 2 An inclination greater than 30° above the horizon is generally necessary to achieve a light intensity of 750 W/m^2 .

The intensity of radiation from the transmitter measured at the entrance of the receiver aperture shall be attenuated to the value experienced when operating over maximum range.

A mid-range test cell or gas simulation filter as described in 5.2.4.6 shall be inserted into the beam close to the transceiver or receiver and shall be of sufficient size to ensure that there is no obstruction of the reflected radiation beam.

The mirror shall be orientated so that the inclination of the reflected solar radiation to the optical axis of the equipment is fixed successively at $+10^\circ$, $+3^\circ$, -3° and -10° in two mutually perpendicular planes, the angular tolerance in each case being $\pm 1^\circ$.

NOTE 3 Where it is possible to rotate a receiver or transceiver about its optical axis, an alternative arrangement is for the mirror to be located successively at only two positions providing radiation incident at $10^\circ \pm 1^\circ$ and $3^\circ \pm 1^\circ$ to the optical axis and for the receiver or transceiver to be rotated about the optical axis of the instrument through $0^\circ \pm 1^\circ$, $90^\circ \pm 1^\circ$, $180^\circ \pm 1^\circ$ and $270^\circ \pm 1^\circ$ in each of the cases.

At each inclination, the equipment shall be allowed to stabilise before measurements of the mid-range concentration are recorded.

Throughout the test the equipment shall continue to operate and shall not generate inhibition fault or alarm signals. The measured signal after stabilization at each of the angles of inclination shall not exceed $\pm 10\%$ of the measuring range or $\pm 20\%$ of the measured value, whichever is greater.

6 Field verification equipment

When the equipment is provided with field verification equipment intended to facilitate periodic checks of the performance of the equipment, the effectiveness of such equipment shall be subjected to the following test procedure:

- a) calibrate the equipment in accordance with 5.4.1 using the test conditions given in 5.3;
- b) use the field verification equipment in a manner corresponding to the manufacturer's instructions.

The measured value or output signal observed during the use of the field verification equipment in a manner corresponding to the manufacturer's instruction, shall not differ from the expected response as detailed by the manufacturer by more than $\pm 15\%$ of the measuring range.

7 Information for use

7.1 Labelling and marking

The equipment shall comply with the marking requirements of IEC 60079-0.

NOTE Electrical equipment which does not fully comply with the relevant parts of IEC 60079-0 where equivalent safety is claimed, should be marked with the symbol "s".

In addition, the equipment shall also be marked:

- a) "IEC 60079-29-4" (to represent conformance with this performance standard);
- b) year of construction (may be encoded within the serial number).

7.2 Instruction manual

Each gas detection equipment, or each batch of equipment, shall be accompanied by instructions as required by 60079-0, including the following additional particulars:

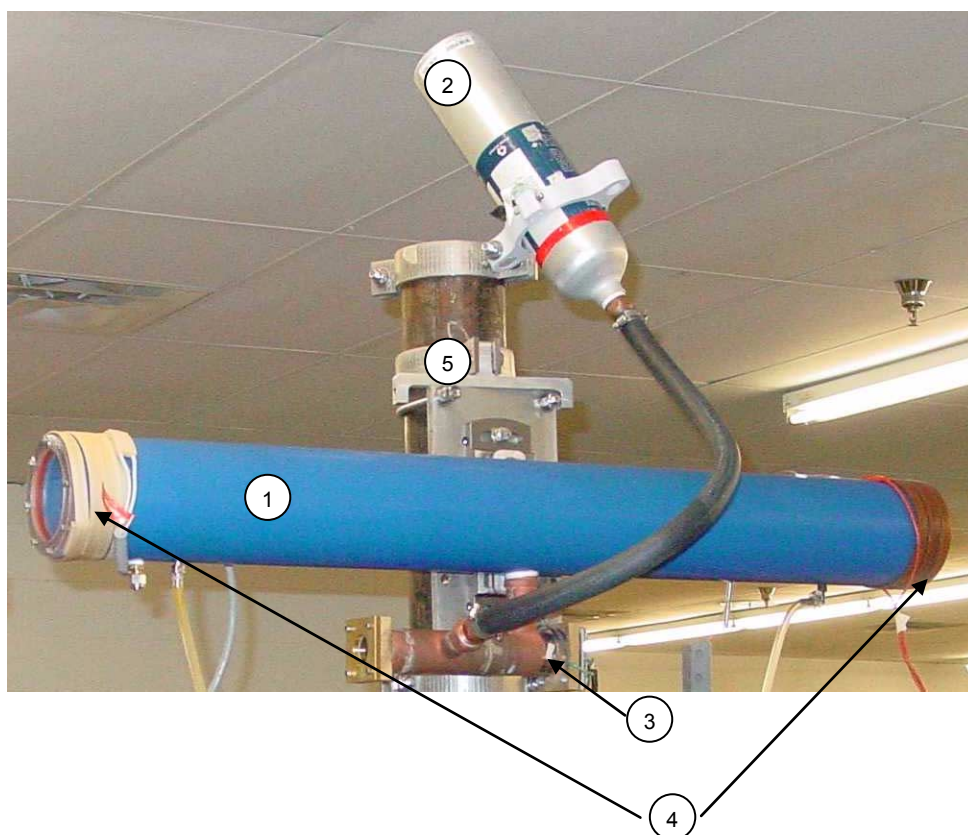
The instruction manual shall contain complete, clear and accurate instructions, drawings and diagrams for safe and proper operation, installation and maintenance of the equipment. It shall include the following information:

- a) details of any safety precautions to be observed during handling, installation, operation, calibration, servicing and storage of the equipment, associated spares, accessories and consumables and also instructions for disposal of any hazardous or toxic items;
- b) relevant characteristics of interconnecting cables and any requirements for shielding or protection of wiring;
- c) complete instructions for installation and initial start-up including the operation of alignment aids and the required accuracy and stability of alignment;
- d) operating instructions and adjustments;
- e) instructions for checking and/or calibrating the equipment on a routine basis, including instructions for the use of any field verification equipment that may be provided;
- f) details of operational limitations including, where applicable, the following:
 - 1) the gases and range of integral concentrations for which the equipment is suitable and for which compliance of the equipment with this standard is claimed, and in the case of pre-set alarm equipment, the value at which the alarm is set;

- 2) the minimum integral path concentration that can be resolved;
 - 3) maximum and minimum operational lengths of the open path;
 - 4) ambient temperature limits, and details of any temperature corrections applied;
 - 5) any influence of atmospheric composition including humidity;
 - 6) ambient pressure limits, and details of any pressure corrections applied;
 - 7) voltage range of the electrical supply, and frequency in the case of a.c. supply;
 - 8) effects and any operational constraints of extraneous optical sources (e.g. sunlight, welding operations etc.);
 - 9) unsuitable environmental conditions (e.g. marine use);
 - 10) response to very slow increases in path integral concentration;
 - 11) warning of any limitation in measuring integral path concentrations of gas that may accumulate during a period of interruption of power supply.
- g) the response characteristics of the equipment for each of the gases or vapours for which the equipment is intended to be used;
 - h) the relative response of gases or vapours that are known to interfere with the detection of each of the gases for which the equipment is intended to be used;
 - i) information on the adverse effects of contamination or other substances, such as rain, snow, fog, fumes, dust and other particulates;
 - j) significance of all indications and output signals;
 - k) details of any method for determining possible sources of a malfunction and of any corrective procedures and any appropriate additional information to facilitate maintenance (e.g. address of importer, repairer, etc.);
 - l) a statement that alarm devices or output contacts are latching or non-latching types;
 - m) a list of recommended replacement parts and consumables;
 - n) the storage life and recommended storage conditions for the equipment, replacement parts, accessories and consumables;
 - o) a list of available optional accessories (e.g. for weather protection) and a statement of the effects they produce on the instrument characteristics;
 - p) recommended procedures for cleaning optical surfaces and replacement of optical components, where applicable;
 - q) any special conditions of service;
 - r) for battery-operated equipment, instructions for installing, maintaining, safely disposing of and, where applicable, recharging the batteries, together with a statement of expected operating time between recharging or, in the case of non-rechargeable batteries, before battery replacement;
 - s) the time taken for the equipment to operate within specification after switching on;
 - t) EMC limitations of equipment (e.g. installation of control unit in a special enclosure).

Annex A (informative)

Water vapour test apparatus



IEC 2078/09

Key

Water vapour test apparatus include the following elements:

- 1 2 m pipe with quartz window material and gasket on each end. Drain tube on each end and thermocouple port
- 2 Distilled water bottle and tubing
- 3 Electric water heater element
- 4 Heat tape with variac control
- 5 Stand or support for test fixture

Figure A.1 – Water vapour test apparatus

Bibliography

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

ISO 6142, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Gravimetric method*

ISO 6144, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Static volumetric method*

ISO 6145 (all parts), *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	39
3.1 Matériel	39
3.2 Alarmes	40
3.3 Signaux et indications	40
3.4 Atmosphères gazeuses	41
3.5 Matériels optiques	42
3.6 Caractéristiques d'aptitude à la fonction	43
4 Exigences générales	43
4.1 Matériel de détection	43
4.1.1 Composants	43
4.1.2 Ensembles et composants électriques	43
4.1.3 Rayonnement optique	43
4.2 Construction	43
4.2.1 Généralités	43
4.2.2 Dispositifs d'indication	44
4.2.3 Alarme ou fonctions de sortie	44
4.2.4 Signaux de panne	44
4.2.5 Réglages	45
4.3 Matériel commandé par logiciel	45
4.3.1 Erreurs de conversion	45
4.3.2 Logiciel	45
4.3.3 Transmission de données	46
4.3.4 Auto-test individuel	46
4.3.5 Concept fonctionnel	46
5 Exigences d'essai	47
5.1 Introduction	47
5.2 Exigences générales pour les essais	47
5.2.1 Échantillons et séquence d'essais	47
5.2.2 Vérifications de la construction	48
5.2.3 Préparation des échantillons	48
5.2.4 Equipement pour étalonnage et essai	48
5.3 Conditions normales d'essai	51
5.3.1 Généralités	51
5.3.2 Distance fonctionnelle pour les essais de laboratoire	51
5.3.3 Gaz d'essai	51
5.3.4 Concentrations intégrales de gaz d'essai	52
5.3.5 Tension	52
5.3.6 Température ambiante	52
5.3.7 Humidité ambiante	52
5.3.8 Atmosphère ambiante	52
5.3.9 Préparation des matériels	53
5.3.10 Stabilisation	53
5.3.11 Options de communications	53

5.3.12	Matériel de détection de gaz constituant une partie de système	53
5.4	Méthodes d'essai	53
5.4.1	Préparation initiale et procédure	53
5.4.2	Stockage non alimenté	53
5.4.3	Courbe d'étalonnage (non applicable aux matériels uniquement d'alarme à réglages fixes)	54
5.4.4	Stabilité	54
5.4.5	Fiabilité de l'alarme	55
5.4.6	Variation de température	55
5.4.7	Interférence de la vapeur d'eau	56
5.4.8	Vibrations	56
5.4.9	Essai de chute pour matériel portable et transportable	57
5.4.10	Alignement	58
5.4.11	Temps de réponse	58
5.4.12	Temps minimal de fonctionnement (matériel à lecture intermittente)	59
5.4.13	Capacité de la batterie	59
5.4.14	Variations de l'alimentation électrique (matériel alimenté en externe)	60
5.4.15	Interruptions de l'alimentation et transitoires	60
5.4.16	Rétablissement après interruption de l'alimentation électrique	61
5.4.17	Compatibilité électromagnétique (CEM)	61
5.4.18	Panne par blocage du faisceau	62
5.4.19	Obscurcissement partiel	62
5.4.20	Fonctionnement à longue portée	63
5.4.21	Rayonnement solaire direct (applicable au matériel destiné à un usage en extérieur)	63
6	Équipement de vérification sur site	64
7	Informations relatives à l'utilisation	64
7.1	Étiquetage et marquage	64
7.2	Manuel d'instructions	64
	Annexe A (informative) Matériel d'essai pour vapeur d'eau	66
	Bibliographie	67
	Figure 1 – Matériel pour l'étalonnage de gaz et la vitesse de la réponse à l'essai	50
	Figure A.1 – Matériel d'essai pour vapeur d'eau	66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 29-4: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60079-29-4 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Equipement pour atmosphères explosives.

Cette norme complète et modifie les exigences générales de la CEI 60079-0. Lorsqu'une exigence de cette norme entre en conflit avec une exigence de la CEI 60079-0, l'exigence de la présente norme prévaut.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/819/FDIS	31/841/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 60079, sous le titre général *Atmosphères explosives*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

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.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 29-4: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079-29 spécifie les exigences d'aptitude à la fonction des matériels de détection et de mesure des gaz ou vapeurs inflammables dans l'air ambiant dont le principe de fonctionnement est basé sur la mesure de l'absorption spectrale par les gaz ou vapeurs sur des chemins optiques étendus, généralement sur une étendue comprise entre un mètre et quelques kilomètres.

Ce type de matériel mesure la concentration intégrale des gaz absorbants sur le chemin optique en unités telles que le LII mètre pour les gaz inflammables.

NOTE 1 Les valeurs réelles de concentration peuvent être déduites uniquement lorsque l'on peut établir que la concentration est uniforme sur le chemin optique, par exemple dans des chemins optiques très courts (<100 mm). Dans de tels cas, les matériels entrent dans le domaine d'application de la CEI 60079-29-1.

NOTE 2 La présente norme est basée sur les techniques d'absorption actuelles du rayonnement infrarouge. D'autres techniques et applications peuvent nécessiter des essais supplémentaires (par exemple l'essai de pression).

Les matériels correspondant au domaine d'application de la présente norme sont classés selon les types suivants:

Type 1: un émetteur et un récepteur optiques, situés à chaque extrémité d'un chemin traversant l'atmosphère surveillée.

Type 2: un émetteur-récepteur optique (c'est-à-dire un émetteur et un récepteur combinés) et un réflecteur adapté, qui peut être une caractéristique topographique ou un réflecteur, situés à chaque extrémité d'un chemin dans l'atmosphère surveillée.

La présente norme s'applique également pour une caractéristique spécifique de construction ou d'aptitude à la fonction supérieure aux exigences minimales de la présente norme, qu'un constructeur de matériel peut déclarer. De telles déclarations doivent être vérifiées et les procédures d'essai doivent être étendues ou complétées lorsque cela est nécessaire, pour vérifier l'aptitude à la fonction déclarée. Les essais complémentaires doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le laboratoire d'essai et être identifiés et décrits dans le rapport d'essai.

La présente norme ne s'applique pas au:

- a) matériel destiné à procurer une distribution spatiale d'une concentration de gaz (par exemple, LIDAR (acronyme anglais pour « Light direction and ranging »);
- b) matériel constitué d'un récepteur optique passif sans source optique dédiée;
- c) matériel destiné à mesurer la concentration volumétrique locale de gaz (capteurs ponctuels);
- d) matériel destiné à la détection de poussières ou brouillards dans l'air;
- e) matériel pour la surveillance d'émission de cheminées par faisceau croisé;
- f) matériel destiné à la détection des explosifs, et
- g) matériel destiné uniquement à l'identification des composants du gaz et de la vapeur (par exemple spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)).

La présente norme s'applique aux matériels destinés à une utilisation aussi bien dans des emplacements dangereux que non dangereux. Les matériels destinés à une utilisation dans des emplacements dangereux doivent également être munis d'une protection contre les explosions (voir 4.1.1).

La présente norme s'applique aux matériels portables, transportables ou fixes destinés à des applications commerciales et industrielles.

NOTE 3 La présente norme est destinée à l'approvisionnement des matériels d'un niveau d'aptitude à la fonction adapté à un usage général. Cependant, pour des applications spécifiques, un acheteur ou une autorité compétente peut en plus prescrire pour les matériels une homologation ou des essais particuliers. De tels essais ou une telle homologation sont à considérer comme complémentaires aux dispositions des normes citées ci-dessus et distinctes de ces dernières.

2 Références normatives

Les documents de références suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour des références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est la dernière édition du document référencé (y compris les éventuels amendements) qui s'applique.

CEI 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

CEI 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

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

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CE 61000-4-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure – Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4*

CEI 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60079-0 et dans la CEI 60079-29-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Des définitions complémentaires applicables aux atmosphères explosives figurent dans la CEI 60050-426.

3.1 Matériel

3.1.1

matériel à alarme uniquement

matériel ayant un signal d'alarme mais ne possédant pas de dispositif de mesure ou de sortie fournissant une mesure de la concentration intégrale

3.1.2

matériel fixe

matériel fixé sur un support ou maintenu en un endroit spécifique de quelque manière que ce soit

3.1.3

matériel transportable

matériel qui n'est pas prévu pour être porté par une personne, ni destiné à une installation fixe

3.1.4

matériel portable

matériel conçu pour être porté par une personne

NOTE Généralement, les matériels portables sont utilisés comme matériels à lecture intermittente.

3.2 Alarmes

3.2.1

point de consigne d'alarme

réglage fixe ou réglable du matériel qui est destiné à prérégler la valeur de la concentration intégrale à laquelle le matériel déclenche automatiquement une indication, une alarme ou toute autre fonction de sortie

3.2.2

signal d'alarme

signal sonore, visuel, électronique ou de toute autre nature produit par le matériel lorsqu'une concentration intégrale de gaz dépassant une valeur préréglée est détectée

3.2.3

alarme à verrouillage

alarme qui, une fois activée, nécessite une action délibérée pour être désactivée

3.3 Signaux et indications

3.3.1

signal de panne

signal de sortie sonore, visuel ou d'autre nature qui fournit, directement ou indirectement, un avertissement ou une indication que le matériel est défectueux

3.3.2

signal de faisceau bloqué

signal de sortie sonore, visuel ou d'autre nature qui fournit, directement ou indirectement, un avertissement ou une indication à la suite de l'obscurcissement du chemin optique ou lorsque le signal détecté est trop faible pour permettre un fonctionnement normal du matériel

3.3.3

signal d'inhibition

signal de sortie sonore, visuel ou d'autre nature qui fournit, directement ou indirectement, un avertissement ou une indication à la suite de la suspension du fonctionnement normal

3.3.4

dispositifs d'indication

moyen d'affichage des valeurs ou états sous forme analogique ou numérique

3.3.5

état spécial

tout état du matériel autre que ceux pour lesquels la surveillance de la concentration de gaz est active

NOTE Par exemple le préchauffage, les modes d'étalonnage ou les états de panne

3.4 Atmosphères gazeuses

3.4.1

air ambiant

atmosphère de la zone surveillée par le matériel

3.4.2

air pur

air exempt de gaz ou vapeurs (gaz inflammables, toxiques ou nocifs pour l'environnement) auxquels le matériel est sensible ou qui influencent son aptitude à la fonction

3.4.3

atmosphère inflammable

mélange avec l'air, dans des conditions atmosphériques normales, de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard, dans lesquels, après inflammation, une combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

NOTE 1 Cette définition exclut spécifiquement les poussières et fibres en suspension dans l'air. Bien que compris dans la définition, les brouillards ne sont pas couverts par la présente norme.

NOTE 2 Bien qu'un mélange ayant une concentration supérieure à la limite supérieure d'explosivité ne soit pas une atmosphère inflammable, sa dilution peut provoquer un risque d'atmosphère inflammable.

NOTE 3 Les conditions normales atmosphériques comprennent les variations au-dessus et au-dessous des niveaux de référence de 101,3 kPa (1013 mbar) et 20 °C à condition que celles-ci aient des effets négligeables sur les propriétés d'explosion des substances inflammables.

NOTE 4 Pour les besoins de la présente norme, les termes « explosif », « combustible » et « inflammable » sont considérés comme des synonymes.

3.4.4

gaz inflammable

gaz, qui, lorsqu'il est mélangé à de l'air dans certaines proportions, forme une atmosphère inflammable

3.4.5

concentration intégrale

intégrale mathématique de la concentration en gaz le long du chemin optique.

NOTE 1 Elle est exprimée en unité de concentration multipliée par la distance, par exemple, le LII mètre pour les gaz inflammables ou le mètre ppm pour les gaz toxiques

NOTE 2 $100 \% \text{ LII} \times 1 \text{ mètre} = 1 \text{ LII mètre};$

$10 \% \text{ LII} \times 10 \text{ mètres} = 1 \text{ LII mètre}.$

3.4.6

limite inférieure d'inflammabilité

LII

titre volumique de gaz ou de vapeur inflammable dans l'air au-dessous duquel une atmosphère inflammable gazeuse ne se forme pas

3.4.7

limite supérieure d'inflammabilité

LSI

titre volumique de gaz ou de vapeur inflammable dans l'air au-dessus duquel une atmosphère inflammable gazeuse ne se forme pas

3.4.8

protection contre l'explosion

mesures appliquées dans le cadre de la construction du matériel électrique pour empêcher l'inflammation d'une atmosphère inflammable environnante par le matériel

3.4.9

gaz toxique

gaz qui peut être nocif pour la santé des personnes et/ou le comportement de celles-ci du fait de ses propriétés physiques ou physico-chimiques

3.5 Matériels optiques

3.5.1

chemin ouvert

distance dans l'espace traversant l'emplacement (ou une partie de celui-ci) dans lequel l'atmosphère est sous surveillance et dans lequel les gaz dans l'atmosphère se déplacent librement

3.5.2

axe optique

ligne médiane du chemin optique

3.5.3

chemin optique

chemin parcouru par le rayonnement optique d'un émetteur optique vers un récepteur optique.

NOTE Le rayonnement peut parcourir le chemin ouvert une fois, deux fois ou plusieurs fois en fonction de la forme que prend le matériel

3.5.4

rayonnement optique

régions des rayonnements ultraviolets, visibles ou à infrarouges du spectre électromagnétique

3.5.5

albédo

proportion de lumière incidente rétrodiffusée par une surface

3.5.6

émetteur

ensemble dans lequel sont logés les éléments d'émission optiques et qui peut contenir des composants optiques et électriques associés

3.5.7

émetteur-récepteur

ensemble dans lequel sont logés les éléments d'émission et les éléments de détection optiques et qui peut contenir des composants optiques et électriques associés

3.5.8

récepteur

ensemble dans lequel sont logés les éléments de détection optiques et qui peut contenir des composants optiques et électriques associés

3.5.9

réflecteur

disposition individuelle ou multiple de dièdres de réflexion groupés de manière à ce que la lumière soit réfléchie parallèlement à son incidence

3.5.10

cellule de gaz

enveloppe étanche aux extrémités transparentes et que l'on peut remplir de gaz d'essai

3.6 Caractéristiques d'aptitude à la fonction

3.6.1 dérive

variation dans le temps de l'indication produite par le matériel dans des conditions normales lorsqu'il surveille une répartition constante de concentration de gaz dans le chemin optique

3.6.2 temps de réponse

t_x

intervalle de temps, après stabilisation du matériel, entre l'instant où est produite une variation instantanée dans la concentration intégrale dans le chemin optique et l'instant où l'indication atteint un pourcentage établi (x) de sa valeur finale

4 Exigences générales

4.1 Matériel de détection

4.1.1 Composants

Toutes les parties du matériel de détection de gaz à chemin ouvert destiné à une utilisation dans des atmosphères potentiellement explosives doivent être conformes aux réglementations appropriées concernant la protection contre l'explosion.

Les limites de température de fonctionnement et de stockage de la présente norme peuvent dépasser les limites de température exigées par d'autres parties de la série CEI 60079 pour certains types de matériel. C'est pourquoi, les inspections et essais des modes de protection utilisés pour le matériel doivent couvrir des gammes étendues de températures. Si cette extension n'est pas possible du fait d'exigences liées aux techniques de protection utilisées, alors la gamme de températures de la présente norme doit être réduite à celle spécifiée pour la ou les technique(s) de protection.

4.1.2 Ensembles et composants électriques

Les ensembles et composants électriques doivent être conformes à la conception et aux exigences d'essai pertinentes respectivement de 4.2 et de l'Article 5.

4.1.3 Rayonnement optique

Le rayonnement optique produit par le matériel doit être conforme aux exigences de la CEI 60825-1.

4.2 Construction

4.2.1 Généralités

Le matériel de détection de gaz doit être conçu et fabriqué de manière à éviter les blessures ou toute autre nuisance susceptibles d'être provoquées par un contact direct ou indirect.

Toutes les parties du matériel doivent être adaptées à la fonction prévue. Elles doivent être en mesure de résister sans détérioration ou dégradation de l'aptitude à la fonction, aux effets des vibrations, à la poussière, aux milieux corrosifs et aux conditions climatiques défavorables prévisibles pendant l'utilisation dans les environnements dans lesquels le matériel doit être utilisé.

Un réglage précis de la direction du faisceau optique doit être possible et une indication doit être donnée pour confirmer que l'on a obtenu un alignement satisfaisant du faisceau optique. Un tel dispositif ne constitue pas nécessairement une caractéristique permanente du matériel.

Tous les matériels doivent être construits pour faciliter le cas échéant des vérifications régulières de la fonction, des services et de l'étalonnage.

4.2.2 Dispositifs d'indication

4.2.2.1 Indications et signaux de sortie

Une indication ou un signal de sortie doivent être disponibles pour attester de la mise en marche du matériel.

L'indication ou le signal de sortie doivent être une mesure de la concentration intégrale réelle sur le chemin ouvert.

NOTE Le chemin ouvert n'est pas lié au nombre de fois où il est parcouru par le rayonnement optique.

Si le matériel passe à un état spécial (par exemple, une inhibition, un blocage de faisceau ou une panne), un signal doit être fourni. Pour le matériel fixe, celui-ci doit inclure un contact ou un autre signal de sortie transmissible. Si ces états sont indiqués séparément, ils doivent être clairement définis.

Des dispositifs d'indication ou de commande, lorsqu'ils sont fournis, ne font pas nécessairement partie intégrante du matériel.

Lorsque le matériel est un appareil d'alarme uniquement, le constructeur doit fournir ou identifier les points adaptés pour le raccordement d'un dispositif d'indication ou d'enregistrement pour des essais de conformité des matériels avec la présente norme.

4.2.2.2 Voyants lumineux individuels

Lorsque des voyants lumineux individuels sont incorporés dans le matériel, ils doivent correspondre aux couleurs suivantes:

- a) les indicateurs d'alarme doivent être de couleur ROUGE;
- b) les indicateurs de panne, d'inhibition et de blocage de faisceau doivent être de couleur JAUNE;
- c) les indicateurs d'alimentation et les indicateurs de fonctionnement normal doivent être de couleur VERTE.

4.2.2.3 Marquage des voyants

En plus des exigences de couleurs, les voyants lumineux doivent porter les étiquettes adaptées à leur fonction.

4.2.3 Alarme ou fonctions de sortie

Lorsque des dispositifs d'alarme sans verrouillage, des contacts de sortie ou des signaux de sortie sont fournis pour indiquer la détection d'une concentration intégrale de gaz dépassant un niveau d'alarme préétabli, ces fonctions doivent être indiquées clairement et mises en évidence dans le manuel d'instructions.

Le fonctionnement de toute autre fonction de sortie doit être clairement précisé dans le manuel.

4.2.4 Signaux de panne

Le matériel doit fournir un signal de panne si l'une des conditions suivantes (au moins) se produit:

- a) indication inférieure à la gamme (inférieure au point zéro), entre 0 et - 10 % d'équivalent pleine échelle;

- b) blocage de faisceau;
- c) indication de batterie faible, si applicable;
- d) un court-circuit ou circuit ouvert dans les connexions d'un capteur distant, le cas échéant.

Ces signaux doivent être distingués des alarmes.

4.2.5 Réglages

Tous les moyens de réglage doivent être conçus afin d'éviter toute interférence non autorisée avec les matériels.

Le matériel fixe protégé contre l'explosion par des enveloppes doit être conçu de façon à ce que, si des dispositifs de réglage sont nécessaires pour des étalonnages de routine ou toutes actions similaires, ces dispositifs soient accessibles de l'extérieur. Les moyens utilisés pour de tels réglages ne doivent pas dégrader la protection du matériel contre l'explosion.

4.3 Matériel commandé par logiciel

Les risques encourus du fait de pannes du programme doivent être pris en compte lors de la conception de matériels commandés par logiciel.

4.3.1 Erreurs de conversion

La relation entre valeurs analogiques et numériques correspondantes ne doit présenter aucune ambiguïté. La plage des valeurs de sortie doit pouvoir s'adapter à la plage complète des valeurs d'entrée dans les limites de la spécification de l'instrument. Le dépassement de l'étendue de conversion doit être indiqué clairement.

La conception doit tenir compte des erreurs maximales possibles de conversion analogique/numérique, numérique/analogique et de calcul. Les effets combinés des erreurs de numérisation ne doivent pas dépasser le plus petit écart de l'indication exigé par la présente norme.

4.3.2 Logiciel

Les éléments relatifs aux logiciels doivent être conformes à ce qui suit:

- a) L'utilisateur doit pouvoir identifier les versions de logiciel installées, par exemple par un marquage sur le composant mémoire installé, à l'intérieur (si accessible) ou sur le matériel, ou en les affichant sur l'écran lors de la mise sous tension ou sur demande de l'utilisateur.
- b) L'utilisateur ne doit pas pouvoir modifier le code du programme.
- c) La validité des paramétrages doit faire l'objet d'une vérification. Les entrées non valides doivent être rejetées. Un code d'accès doit être prévu contre la modification des paramètres par des personnes non autorisées, par exemple en intégrant un code d'accès intrinsèque au logiciel ou en le représentant sous la forme d'un verrou mécanique. Le réglage des paramètres doit être conservé après la coupure de l'alimentation, et pendant le passage dans un état spécial. Tous les paramètres modifiables par l'utilisateur ainsi que leurs limites autorisées doivent être mentionnés dans le manuel.
- d) La conception du logiciel doit être structurée afin de faciliter les essais et la maintenance. S'ils sont utilisés, les modules de programmes doivent avoir une interface clairement définie par rapport aux autres modules.
- e) La documentation propre au logiciel doit être incluse dans le dossier technique du produit. Elle doit comporter:
 - 1) le matériel auquel le logiciel appartient;
 - 2) l'identification claire de la ou des versions de programme;
 - 3) la description fonctionnelle;

- 4) la structure du logiciel (par exemple organigramme, diagramme de Nassi-Schneidermann);
- 5) toute modification de logiciel accompagnée de la date de modification et des nouvelles données d'identification.

4.3.3 Transmission de données

La transmission de données numériques entre des composants du matériel physiquement séparés doit être fiable. Les retards résultant des erreurs de transmission ne doivent pas augmenter le temps de réponse t_{90} ou le délai de l'alarme du matériel seul, de plus d'un tiers. Si cette limite est dépassée, le matériel doit passer dans un état spécial défini. L'état spécial défini doit être décrit dans le manuel d'instructions.

NOTE La vérification de la fiabilité de la transmission de données peut concerner, mais sans s'y limiter, les erreurs de transmission, les répétitions, les suppressions, l'insertion, la remise en séquence, la corruption, le retard et l'usurpation d'identité.

4.3.4 Auto-test individuel

Les unités de calcul numérique doivent intégrer des autotests. À la détection d'une défaillance, le matériel doit passer dans un état spécial défini. L'état spécial défini doit être décrit dans le manuel d'instructions.

Au minimum, le matériel doit avoir exécuté les essais suivants:

- a) l'alimentation des unités numériques doit être surveillée à un intervalle régulier d'un maximum de dix fois le temps de réponse t_{90} ou pour les matériels uniquement d'alarme, de 10 fois le délai d'alarme;
- b) toutes les fonctions de sortie visuelles ou sonores doivent être soumises à essai. L'essai doit être réalisé automatiquement après le début du fonctionnement ou à la demande de l'utilisateur. Le résultat peut nécessiter d'être vérifié par l'utilisateur;
- c) le dispositif de surveillance avec sa propre base de temps (par exemple, un chien de garde) doit fonctionner indépendamment et séparément des autres parties de l'unité numérique qui effectue le traitement des données. Si une défaillance est détectée par le dispositif de surveillance, le matériel doit passer à un état spécial;
- d) la mémoire des programmes et des paramètres doit être surveillée par des procédures qui permettent la détection d'une erreur d'octet;
- e) la mémoire volatile doit être surveillée par des procédures qui soumettent à essai la lisibilité et l'écriture des cellules mémoires.

Les essais, à l'exception de l'essai b) doivent être effectués automatiquement et être répétés de façon cyclique au moins toutes les 24 h et à la mise sous tension.

4.3.5 Concept fonctionnel

Le constructeur doit fournir une documentation permettant l'analyse du concept fonctionnel et son évaluation. La vérification doit être effectuée en utilisant la liste suivante:

- séquence de mesure (incluant toutes les variantes possibles);
- états spéciaux possibles;
- paramètres et leurs étendues de réglage tolérées;
- représentation des valeurs mesurées et des indications;
- génération des alarmes et signaux;
- extension et réalisation des essais de routine;
- extension et réalisation des transmissions à distance de données.

5 Exigences d'essai

5.1 Introduction

Les exigences générales d'essai, les conditions d'essai et méthodes d'essai présentées respectivement en 5.2, 5.3 et 5.4 sont destinées à servir de base pour la détermination de la conformité du matériel aux exigences particulières d'aptitude à la fonction spécifiées dans les parties suivantes de la présente norme.

La présente norme s'applique également pour une caractéristique spécifique de construction ou d'aptitude à la fonction supérieure aux exigences minimales de la présente norme, qu'un constructeur de matériel peut déclarer. Il peut s'agir d'une précision ou d'une aptitude à la fonction accrue dans les limites de la norme ou d'une aptitude à la fonction dépassant les spécifications de la norme. De telles déclarations, y compris les déclarations environnementales, doivent être vérifiées et les procédures d'essai doivent être étendues ou complétées lorsque cela est nécessaire, pour vérifier l'aptitude à la fonction déclarée.

NOTE 1 Il convient que tout essai supplémentaire fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et le laboratoire d'essai, et qu'il soit identifié et décrit dans le rapport d'essais.

NOTE 2 Une déclaration de degré de protection IP faite par le constructeur n'implique pas nécessairement que le matériel se comportera comme dans les conditions d'essai du degré de protection IP. Il convient que toute déclaration de l'aptitude à la fonction relative à la poussière ou à des particules d'eau soit vérifiée par un essai séparé.

Lors de la déclaration d'une aptitude à la fonction supérieure à ces spécifications, la précision de la mesure, lorsqu'elle est en dehors de cette spécification, n'est pas requise pour satisfaire aux exigences minimales de la norme (par exemple pour une gamme de températures normales comprise entre -25 °C et $+55\text{ °C}$, la précision doit être $\pm 10\%$ de l'étendue de mesure, mais une gamme de températures étendue comprise entre -40 °C et -25 °C peut avoir une tolérance plus grande, de l'ordre de $\pm 15\%$ de l'étendue de mesure).

5.2 Exigences générales pour les essais

5.2.1 Échantillons et séquence d'essais

En vue des essais de type, les essais doivent être effectués sur un seul échantillon du matériel, à ceci près qu'un échantillon supplémentaire peut être utilisé pour des essais de stabilité à long terme.

Le matériel doit être soumis à tous les essais applicables à ce type de matériel, selon la description de 5.4. Les essais sont groupés dans la liste suivante mais la séquence dans laquelle ils sont entrepris doit faire l'objet d'un accord entre l'autorité compétente pour les essais et le constructeur.

- a) Préparation initiale et procédure (5.4.1)
- b) Stockage non alimenté (5.4.2)
- c) Préparation et vérification d'alarme
 - Courbe d'étalonnage (5.4.3)
 - Fiabilité de l'alarme (5.4.5)
 - Temps de réponse (5.4.11)
 - Temps minimal de fonctionnement (5.4.12)
 - Équipement de vérification sur site (Article 6)
- d) Stabilité (5.4.4)
- e) Essais d'environnement
 - Variation de température (5.4.6)
 - Interférences de vapeur d'eau (5.4.7)
 - Rayonnement solaire direct (5.4.21)

- f) Essais du faisceau optique
 - Alignement (5.4.10)
 - Panne par blocage du faisceau (5.4.18)
 - Obscurcissement partiel (5.4.19)
 - Fonctionnement à longue portée (5.4.20)
- g) Essais électriques
 - Capacité de la batterie (5.4.13)
 - Variations d'alimentation électrique (5.4.14)
 - Interruptions de l'alimentation et transitoires (5.4.15)
 - Rétablissement après interruptions de l'alimentation électrique (5.4.16)
 - Compatibilité électromagnétique (CEM) (5.4.17)
- h) Essais mécaniques
 - Vibration (5.4.8)
 - Essai de chute pour matériel portable et transportable (5.4.9)

5.2.2 Vérifications de la construction

Le matériel doit être vérifié pour s'assurer que les exigences de construction de 4.2 sont satisfaites.

5.2.3 Préparation des échantillons

L'échantillon du matériel doit être préparé et monté de manière la plus proche possible, comme pour une utilisation type en utilisant les supports et les accessoires du constructeur, y compris toutes les interconnexions nécessaires et les réglages initiaux, et ceci conformément aux instructions écrites du constructeur.

Pour les matériels de type 2 conçus pour une utilisation avec une caractéristique topographique naturelle comme réflecteur, ce dispositif doit être représenté par une surface de diffusion plane placée perpendiculairement à l'axe optique du volume mesuré.

La surface doit être suffisamment grande pour intercepter la totalité du volume mesuré et son albédo doit se situer entre 0,1 et 0,3 sur la gamme de longueurs d'onde utilisée par le matériel.

Pour les matériels sans indication de mesure, par exemple, les matériels uniquement d'alarme, la sortie du matériel comme point d'essai convenu entre le constructeur et l'autorité compétente pour les essais doit être connectée à un dispositif d'affichage de sortie à enregistrement continu.

5.2.4 Equipement pour étalonnage et essai

5.2.4.1 Utilisation de cellules de gaz

L'installation d'essai doit être conçue de telle sorte que le gaz d'essai dans des cellules individuelles puisse être changé et de sorte que, lors de l'utilisation de l'équipement, comme l'illustre la Figure 1, les cellules puissent être échangées suffisamment rapidement afin que l'obscurcissement transitoire pendant l'échange, par la structure des cloisons ou des fenêtres ne crée pas d'état de blocage de faisceau. La dimension transversale des cellules doit être suffisamment grande pour ne pas provoquer de blocage partiel du faisceau.

NOTE 1 L'essai décrit en 5.4.8 et en 5.4.21 peut nécessiter des cellules de grande taille ou l'utilisation d'un filtre de simulation de gaz.

Les cellules doivent être situées au plus près de l'entrée du récepteur du matériel en prenant soin de réduire le plus possible les effets non désirés sur le matériel des réflexions de la cellule sur le récepteur et en tenant compte de la nécessité de ne pas provoquer un blocage même partiel du faisceau.

Les caractéristiques (par exemple, le matériau, l'épaisseur et la planéité) et l'inclinaison des fenêtres des cellules doivent être choisies pour réduire le plus possible les effets de réflexion, la distorsion et l'atténuation du faisceau sur la largeur de bande effective du rayon de mesure. Les signaux erronés dus aux variations d'atténuation en fonction de la longueur d'onde dans le matériau de fenêtre doivent être inclus dans la tolérance de mesure pour l'essai concerné.

La longueur axiale des cellules peut être choisie par rapport à la concentration des gaz de remplissage des cellules pour fournir des valeurs normalisées de la concentration intégrale de gaz utilisée pour l'étalonnage.

Les cellules peuvent être remplies de gaz d'essai y compris, par exemple, de l'air pur (pour la mise à zéro) et du gaz à mesurer. Les cellules utilisées pour la mise à zéro doivent avoir un effet minimal sur l'étalonnage du matériel. La différence de lecture dans l'air ambiant et lorsque la cellule de gaz est remplie d'air pur doit être inférieure à ± 2 % de l'étendue de mesure.

Un chauffage peut être appliqué aux cellules pour assurer que la vapeur, condensable à température ambiante, est maintenue à l'état gazeux.

NOTE 2 Pour éviter l'utilisation de grands volumes de mélanges d'air et de gaz potentiellement inflammables, des cellules de longueur appropriée remplies de gaz d'essai significativement inférieur à 100 % de LII peuvent être utilisées pour des concentrations intégrales pour petits chemins, (par exemple, $0,5 \text{ LII} \times 1 \text{ m}$), et il est possible d'utiliser soit un gaz inflammable à v/v 100 %, soit des mélanges de gaz inertes et inflammables pour des concentrations intégrales plus importantes.

Pour l'essai d'interférence de la vapeur d'eau défini en 5.4.7, la cellule doit avoir une longueur de 2 m et être en mesure de contenir de la vapeur d'eau à une pression partielle de 50 kPa. Pour prévenir la condensation, les fenêtres et parois des cellules doivent être chauffées à une température appropriée.

Les cellules de gaz utilisées pour les essais avec des gaz inflammables doivent être construites de sorte que les erreurs de mesure survenant à la suite des variations d'atténuation avec la longueur d'onde dans les fenêtres des cellules soient inférieures à 2 % de l'étendue de mesure ou 5 % de la valeur mesurée, la plus élevée des deux valeurs devant être retenue.

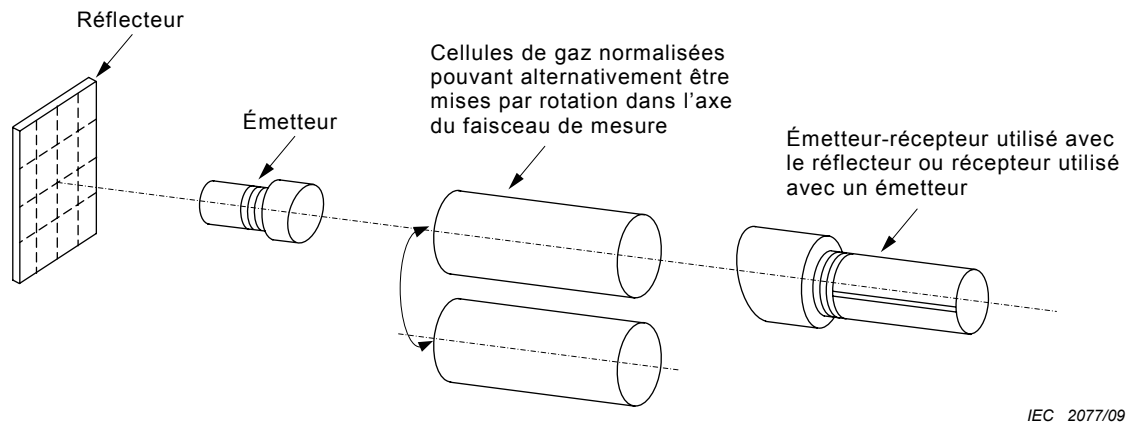


Figure 1 – Matériel pour l'étalonnage de gaz et la vitesse de la réponse à l'essai

5.2.4.2 Masque pour l'atténuation de faisceau

L'atténuation produit par le brouillard, les précipitations et la poussière dans le chemin optique, et le matériau déposé sur les surfaces optiques doit être simulé par un masque en forme de grille opaque inséré dans le faisceau, près de l'entrée du récepteur du matériel (par exemple à moins de 100 mm).

La grille doit avoir la forme d'un maillage avec des surfaces noires mates et, pour les essais décrits en 5.4.16, être dotée de proportions choisies pour émettre $(10 \pm 1) \%$ du faisceau incident. L'espacement des mailles doit être réduit comparé à l'entrée du récepteur du matériel et grand, comparé à la longueur d'onde du rayonnement mesuré. Pour un matériau avec longueur d'onde unique, un filtre peut être utilisé pour obtenir la même atténuation.

Pour le matériel utilisant une source optique cohérente, le masque doit être choisi de telle sorte qu'il ne crée pas d'interférences. Le constructeur doit fournir un atténuateur approprié.

Si le matériel est sensible aux changements de température, la température doit être enregistrée à ± 2 °C près et les résultats corrigés de façon appropriée.

5.2.4.3 Obturateur pour essais de blocage

Pour soumettre à l'essai la réponse du matériel au blocage commandé du faisceau selon 5.4.18, un obturateur opaque, suffisamment grand pour intercepter tout le rayon de mesure, avec des surfaces absorbantes noires mates et un bord d'attaque droit, doit pouvoir être entraîné à travers le rayon de mesure à une vitesse uniforme de 10 mm/sec approximativement jusqu'à ce que le faisceau soit complètement bloqué puis inversé à la même vitesse jusqu'au retrait total de l'obturateur.

Pour l'essai décrit en 5.4.18.2, l'installation pour l'entraînement à 10 cm/sec n'est pas exigée.

5.2.4.4 Essais d'environnement

Pour les essais concernant les variations de température (voir 5.4.6), les parties individuelles du matériel, par exemple l'émetteur, le récepteur, l'émetteur-récepteur, le réflecteur ou l'unité de commande peuvent être placées dans une ou plusieurs chambres d'environnement équipées de fenêtres de manière à ce que le matériel puisse être maintenu en fonctionnement avec un chemin optique essentiellement externe à la chambre ou aux chambres d'environnement.

Les fenêtres doivent être conçues et inclinées vers l'axe optique du matériel pour réduire le plus possible les effets de distorsion, de réflexion et l'atténuation du faisceau sur la largeur de bande effective du rayon de mesure.

La température et l'humidité à l'intérieur de la chambre ou des chambres d'environnement doivent être contrôlables sur la gamme prescrite par les essais individuels. Les variations de température et d'humidité doivent être contrôlées pour assurer que la condensation sur les fenêtres ne se produira pas au cours de tels essais.

5.2.4.5 Miroir plan

Afin de réduire le plus possible l'espace nécessaire, les étalonnages et les essais peuvent être effectués en utilisant un miroir plan métallisé sur la face avant pour renvoyer le chemin du faisceau. Les caractéristiques du miroir (par exemple, le matériau ou la planéité) doivent être choisies pour réduire le plus possible la distorsion et l'atténuation du faisceau sur la largeur de bande effective du rayon de mesure. La modification de l'intensité du signal provoquée par l'introduction du miroir ne doit pas dépasser 5 %.

5.2.4.6 Filtre de simulation du gaz

Pour les essais décrits en 5.4.8 et en 5.4.21, comme alternative à une cellule de gaz, l'utilisation d'un filtre de simulation de gaz constitué d'une feuille mince de matériau approprié est autorisée, par exemple du polypropylène, pour produire une atténuation du faisceau équivalent à une plage de 30 % à 70 % de la concentration moyenne du gaz. Les dimensions du filtre doivent être supérieures aux dimensions transversales maximales du faisceau optique.

Les filtres d'essai ne doivent pas être utilisés pour la mesure. Le filtre d'essai doit être utilisé uniquement comme une valeur de répétition. Au début de l'essai, le filtre d'essai doit être inséré dans le chemin du faisceau. La lecture indiquée initialement doit être enregistrée. Les lectures suivantes doivent se référer à la lecture indiquée initialement.

5.3 Conditions normales d'essai

5.3.1 Généralités

Sauf indication contraire, les conditions d'essai spécifiées de 5.3.2 à 5.3.12 doivent être utilisées pour tous les essais.

5.3.2 Distance fonctionnelle pour les essais de laboratoire

La distance entre la source et le récepteur ou entre l'émetteur-récepteur et le réflecteur pour tous les essais doit être comprise entre 5 m et 20 m ou la distance maximale si celle-ci est plus courte. Pour les matériels avec une distance de fonctionnement minimale supérieure à 20 m, un atténuateur peut être utilisé pour réduire l'intensité de faisceau, ou bien la distance de fonctionnement doit normalement faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le laboratoire d'essai.

5.3.3 Gaz d'essai

La procédure d'essai doit être réalisée à l'aide d'un gaz d'essai normalisé et les courbes d'étalonnage doivent être testées pour tous les autres essais pour lesquels la conformité à la présente norme est exigée. Pour l'ensemble de ces gaz, ces derniers doivent être considérés comme des gaz d'essai normalisés où la sensibilité du matériel est minimale (il s'agit généralement de méthane ou d'éthylène pour les détecteurs IR).

5.3.4 Concentrations intégrales de gaz d'essai

5.3.4.1 Concentrations intégrales de milieu de l'étendue de mesure

Le gaz d'essai normalisé doit correspondre au type de gaz ou de vapeur pour lequel la conformité du matériel à la présente norme est déclarée. Sa concentration dans la cellule sélectionnée doit permettre d'obtenir une concentration intégrale équivalente à une valeur au milieu de l'étendue de mesure du matériel et connue à ± 5 % de la valeur nominale près.

5.3.4.2 Autres concentrations intégrales dans le chemin

D'autres valeurs de concentration intégrale dans le chemin normalisé exigées pour l'étalonnage (voir 5.4.3), et la fiabilité de l'alarme (voir 5.4.5), sont spécifiques à l'étendue de mesure du matériel et aux réglages d'alarme des instruments individuels. Pour chaque gaz, la concentration intégrale doit être connue à ± 5 % de la valeur nominale près.

NOTE Le mélange de gaz peut être préparé par toute méthode adaptée, par exemple selon les méthodes décrites dans l'ISO 6142, l'ISO 6144 et l'ISO 6145.

5.3.5 Tension

Les matériels alimentés par le réseau doivent fonctionner à la tension d'alimentation nominale, ± 2 % et à une fréquence nominale, à l'exception des essais nécessitant des modifications de tension, comme en 5.4.14 et 5.4.15.

Les matériels à alimentation à courant continu doivent fonctionner à la tension d'alimentation recommandée par le constructeur, ± 2 % sauf pour les essais de surtension et de sous-tension de 5.4.14 et 5.4.15.3.

Le matériel fonctionnant sur batterie doit, pour les essais courts, être équipé de batteries neuves ou pleinement chargées au début de chaque série d'essais. Pour les essais longs, la mise sous tension du matériel à partir d'une alimentation électrique stabilisée est autorisée.

5.3.6 Température ambiante

L'air ambiant doit être à température constante à ± 2 °C dans la gamme comprise entre 15 °C et 25 °C pendant toute la durée de chaque essai, à l'exception de l'essai de stockage non alimenté (5.4.2), l'essai de dérive à long terme (5.4.4.2), l'essai de variation de température (5.4.6), l'essai de fonctionnement à longue portée (5.4.20) et l'essai de rayonnement solaire direct (5.4.21).

5.3.7 Humidité ambiante

A l'exception de l'essai de stockage non alimenté (5.4.2), l'essai de dérive à long terme (5.4.4.2), l'essai de variation de température (5.4.6) et l'essai d'interférence à la vapeur d'eau (5.4.7), les essais doivent être réalisés à l'air ambiant ayant une humidité relative (H.R.) dans la gamme comprise entre 20 % et 80 % pendant toute la durée de chaque essai.

5.3.8 Atmosphère ambiante

Pendant les essais, la pression de l'atmosphère ambiante dans le chemin optique à l'extérieur de la cellule d'essai doit être comprise dans la gamme de 86 kPa – 108 kPa. La composition de l'atmosphère ambiante doit être conforme aux exigences définies dans les parties qui suivent de la présente norme.

Le montage d'essai doit garantir que l'atmosphère ambiante reste uniforme sur la totalité du chemin optique et n'influence pas significativement la valeur mesurée.

5.3.9 Préparation des matériels

Avant le début de tout essai, le matériel en évaluation doit être préparé conformément à la procédure recommandée par le constructeur, mais une fois l'essai commencé, aucun réglage supplémentaire ne doit être effectué, sauf s'ils sont spécifiquement autorisés par la procédure d'essai concernée.

5.3.10 Stabilisation

Pour les besoins des essais de 5.4, lorsque le matériel est soumis aux modifications de conditions d'essai, le matériel doit être stabilisé sous ces nouvelles conditions avant que les mesures ne soient relevées pour comparaison.

Un matériel doit être considéré comme stabilisé lorsque trois mesures successives d'une concentration fixe de gaz relevées à $5 \times t_{90}$ du matériel n'indiquent aucun changement supérieur à 1 %.

5.3.11 Options de communications

Pour le matériel ayant des options de communications séries ou parallèles qui sont utilisées pendant l'opération normale de détection de gaz, les essais de 5.4.3, 5.4.6 et 5.4.11 doivent être effectués, tous les accès (ports) de communication étant connectés. Le débit maximal de transmission, les caractéristiques de câblage et le niveau d'activité spécifiés par le constructeur du matériel doivent être employés.

5.3.12 Matériel de détection de gaz constituant une partie de système

Pour les matériels de détection de gaz qui constituent une partie de système, les essais de 5.4.3, 5.4.6, 5.4.11 et 5.4.14 doivent être effectués avec le débit de transmission de communication maximal du système et le niveau maximal d'activité. Ceci doit correspondre à la configuration de système la plus large et la plus complexe autorisée par le constructeur.

5.4 Méthodes d'essai

5.4.1 Préparation initiale et procédure

Le matériel doit être mis en fonctionnement et vérifié en vue d'un fonctionnement effectif au moyen de l'air pur et d'une concentration de milieu d'étendue de mesure, comme en 5.3.4.1, du gaz d'essai normalisé comme en 5.3.3, dans les cellules d'essai insérées successivement dans le faisceau.

Des réglages doivent, si nécessaire, être réalisés pour obtenir des lectures correctes conformes aux instructions du constructeur.

Le matériel doit être étalonné à l'aide du dispositif de fixation d'étalonnage du constructeur et des procédures d'étalonnage spécifiées.

5.4.2 Stockage non alimenté

Toutes les parties du matériel à soumettre à l'essai doivent être exposées séquentiellement aux conditions suivantes en air pur uniquement:

- a) température de $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h;
- b) température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h;
- c) température de $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h;
- d) température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h.

Les parties du matériel doivent ensuite être soumises aux méthodes d'essai appropriées données de 5.4.3 à 5.4.21.

5.4.3 Courbe d'étalonnage (non applicable aux matériels uniquement d'alarme à réglages fixes)

Le matériel doit être étalonné pour chacun des gaz spécifiés par le constructeur, pour lesquels il est adapté et pour lesquels est exigée la conformité à la présente norme comme en 7.2 f) 1).

Le matériel doit être exposé pour chaque gaz à 10 % de l'étendue et à trois valeurs sélectionnées de concentration intégrale du chemin réparties de manière égale sur l'étendue de mesure (par exemple, 25 %, 50 % et 75 % de la gamme) ou, dans le cas d'instruments d'alarme à points de consigne réglables, sur la gamme couverte par les alarmes. L'équipement tel que décrit en 5.2.4.1 doit être utilisé.

Les mesures doivent être effectuées au moyen d'une ou de plusieurs cellules remplies avec la valeur sélectionnée de concentration intégrale du gaz d'étalonnage pour chaque valeur sélectionnée débutant à la plus faible et finissant à la plus élevée. La procédure doit être effectuée à trois reprises pour chaque gaz.

Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

NOTE Lorsque le matériel n'est pas équipé d'un dispositif de mesure ou autre affichage de données, les lectures peuvent être relevées au moyen d'un affichage externe connecté à un point d'essai adapté (voir en 5.2.3).

5.4.4 Stabilité

5.4.4.1 Augmentation lente du titre volumique de gaz (uniquement pour le matériel avec compensation de dérive automatique)

Laisser le matériel chauffer pendant 1 h à l'air pur. Puis, soumettre le matériel au gaz d'essai à un titre volumique de 1 % de l'étendue de mesure pendant 15 min. Augmenter le titre volumique de gaz d'essai toutes les 15 min par étape de 1 % de l'étendue de mesure jusqu'au volume final de 10 % de l'étendue de mesure. L'écart de lecture dans l'ensemble de l'essai doit être inférieur à 5 % de l'étendue de mesure.

5.4.4.2 Stabilité à long terme (en régime continu alimenté en c.a. ou c.c.)

Le matériel doit fonctionner en air ambiant pour une période d'essai de 8 semaines. A environ une semaine d'intervalle pendant cette période et à la fin de l'essai, une cellule remplie de gaz d'essai pour fournir la concentration intégrale de milieu d'étendue de mesure normalisée, conformément à 5.3.4.1, doit être placée dans le chemin optique pendant 3 min et les lectures doivent être enregistrées.

Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.4.3 Stabilité à long terme (en régime continu alimenté par batterie)

Le matériel doit fonctionner à l'air pur en continu pendant une période de 8 h par jour de travail sur un total de 20 jours de travail. Le matériel doit être exposé au gaz d'essai normalisé jusqu'à stabilisation pour chaque période de fonctionnement. Les indications doivent être relevées avant l'application, ou après la stabilisation et avant le retrait du gaz d'essai normalisé.

Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.4.4 Stabilité (matériel de lecture intermittente uniquement)

Le matériel doit être exposé à l'air pur pendant 1 min puis 1 min au gaz d'essai normalisé. L'opération doit être répétée 200 fois dans une période de 8 h. Une lecture doit être enregistrée à la fin de chaque opération.

Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de $\pm 10\%$ de l'étendue de mesure ou de $\pm 20\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

NOTE Pour ces essais, il convient que les matériels alimentés par batterie soient alimentés quand cela est possible, à partir de leur batterie interne; sinon une alimentation externe peut être utilisée.

5.4.5 Fiabilité de l'alarme

5.4.5.1 Généralités

L'alarme doit fonctionner pendant chaque cycle de l'essai défini en 5.4.5.2 ou en 5.4.5.3. Si une alarme à verrouillage est fournie, le fonctionnement et l'action de réinitialisation manuelle doivent être vérifiés pendant chaque cycle.

5.4.5.2 Matériel à alarme uniquement et préréglé

Le matériel comprenant des alarmes préréglées simples ou multiples doit être soumis aux essais pour chaque réglage d'alarme en insérant dans le chemin optique une cellule contenant le gaz d'essai pour lequel est étalonné le matériel. Chaque cellule doit contenir une concentration intégrale de 120 % de la valeur nominale du point de consigne d'alarme respective.

La durée d'exposition au gaz d'essai doit être au moins de deux fois le temps de réponse t_{90} du matériel au gaz et doit être suivie d'un temps égal d'exposition à l'air pur.

La procédure doit être répétée cinq fois. L'alarme doit être réinitialisée automatiquement ou manuellement, selon ce qui est applicable, sur chaque exposition à l'air pur.

5.4.5.3 Matériel à alarme uniquement et réglable

Le ou les points de consigne pour les alarmes doivent être réglés pour fonctionner dans la partie moyenne (approximativement 40 % à 60 % de la plage) de la gamme de réglages. La procédure d'essai, telle qu'elle est définie en 5.4.5.2 doit alors être appliquée.

5.4.6 Variation de température

Le matériel doit être exposé aux températures spécifiées en utilisant une chambre de température capable de maintenir la température spécifiée à $\pm 2\text{ °C}$ près. Lorsque le matériel (ou la partie soumise à essai) a atteint la température spécifiée dans cet article, le matériel doit être exposé à l'air pur et au gaz d'essai normalisé à l'aide de la cellule de gaz. A chaque température, le matériel doit pouvoir être stabilisé pendant au moins 3 h ou jusqu'à stabilisation à $\pm 2\text{ °C}$ près pendant au moins 1 h. Si le matériel dans la chambre inclut une compensation de température, la cellule de gaz doit être exposée à la même température que le matériel. Sinon, la cellule de gaz doit être placée à l'extérieur de la chambre.

- a) L'émetteur ou l'émetteur-récepteur mis sous tension doit être placé dans une chambre de température. Le réflecteur ou récepteur doit être à température ambiante. L'essai doit être réalisé à -25 °C , $+20\text{ °C}$ et $+55\text{ °C}$. Ensuite, le récepteur sous tension le cas échéant, doit être placé dans une chambre de température. L'émetteur doit être à température ambiante. L'essai doit être réalisé à -25 °C , $+20\text{ °C}$ et $+55\text{ °C}$.
- b) En variante à a), l'émetteur et le récepteur doivent être placés ensemble dans la chambre. Il est possible d'utiliser soit un atténuateur de signal pour une distance réduite, soit un ou plusieurs miroirs externes ou internes. L'essai doit être réalisé à

–25 °C, +20 °C et +55 °C. Ensuite, l'émetteur sous tension doit être placé dans une chambre de température. Le récepteur doit être à température ambiante. L'essai doit être réalisé à température ambiante plus 20 K et à température ambiante moins 20 K. Après ces essais, le récepteur doit être placé dans une chambre de température et l'émetteur doit être placé à température ambiante. L'essai doit être réalisé à température ambiante plus 20 K et à température ambiante moins 20 K.

- c) Si l'indicateur ou l'unité de commande est normalement monté séparément de l'émetteur et du récepteur, par exemple dans une salle de commande, la température de l'indicateur ou de l'unité de commande doit être relevée à +5 °C, +20 °C et +55 °C alors que l'émetteur et le récepteur sont maintenus à +20 °C.
- d) Pour un matériel fonctionnant sur batterie, le matériel doit être placé dans une chambre de température et utilisé normalement à la fin de la période de stabilisation. Le réflecteur doit être à température ambiante. L'essai doit être réalisé à –10 °C, +20 °C et +40 °C.

Il ne doit y avoir aucune perte de fonction et toute variation de la valeur mesurée par rapport à celle mesurée à +20 °C ne doit pas dépasser ± 10 % de l'étendue de mesure ou ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.7 Interférence de la vapeur d'eau

Les cellules décrites en 5.2.4.1, remplies à la pression atmosphérique, d'air pur et sec et de vapeur d'eau à une pression partielle de 50 kPa, doivent être introduites successivement dans le chemin du faisceau optique.

Pour les matériels comprenant des alarmes, l'alarme ne doit pas être activée par un gaz d'essai de 14 % à 16 % de la concentration pleine échelle et être activée par un gaz d'essai de 24 % à 26 % de la concentration pleine échelle quand ils sont exposés aux humidités extrêmes.

Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 10 % de la concentration de gaz pleine échelle ou de ± 20 % de la valeur mesurée initiale, la valeur la plus élevée étant retenue.

NOTE 1 Il convient de prévenir toute accumulation d'humidité sur les fenêtres de la cellule.

NOTE 2 L'Annexe A présente un exemple de montage d'essai.

5.4.8 Vibrations

5.4.8.1 Equipement d'essai

La machine pour essai de vibration consiste en une table vibrante capable de produire une vibration de fréquence variable et un pic d'accélération le matériel d'essai étant en place, comme exigé par les procédures d'essai suivantes.

5.4.8.2 Procédures

5.4.8.2.1 Généralités

L'émetteur et le récepteur ou l'émetteur-récepteur doivent être soumis à des vibrations dans l'air pur sur chacun des trois plans parallèles à chacun des trois axes principaux du matériel.

Le point de consigne de l'alarme doit être établi à 20 % de la pleine échelle de l'étendue.

Avant et à la fin de l'essai, le matériel doit être exposé à l'air pur suivi de la condition de signal en concentration de milieu d'étendue de mesure.

Le matériel doit être monté sur la table de vibration de la même façon que pour son utilisation incluant tout montage solidaire, dispositif pour le tenir ou le porter qui sont fournis comme parties standards du matériel.

Le matériel doit être soumis à des vibrations sur toute l'étendue de fréquence définie à l'amplitude ou à la pointe d'accélération constante spécifiée, pour une durée de 1 h dans chacun des trois plans mutuellement perpendiculaires. La variation de fréquence doit être de 10 Hz/min $\pm$ 2 Hz/min.

5.4.8.2.2 Procédure 1

Pour le matériel portable et transportable, les capteurs à distance et les unités de commande dans lesquels les capteurs sont intégrés où auxquels ils sont directement fixés, les vibrations doivent être comme ci-dessous:

- entre 10 Hz et 30 Hz, 1,0 mm d'amplitude totale;
- entre 30 Hz et 150 Hz, pic d'accélération 19,6 m/s².

5.4.8.2.3 Procédure 2

Pour les unités de commande installées à distance des capteurs, les vibrations doivent être les suivantes:

- entre 10 Hz et 30 Hz, 1,0 mm d'amplitude totale;
- entre 30 Hz et 100 Hz, pointe d'accélération 19,6 m/s².

Le matériel ne doit subir aucune perte de fonction. Aucun signal de panne, fausse alarme ni aucun dommage pouvant entraîner un risque ne doit se produire. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.9 Essai de chute pour matériel portable et transportable

Cet essai est applicable au matériel portable et transportable. Si le constructeur recommande que l'instrument soit utilisé dans sa housse de transport, l'essai doit se faire uniquement avec la housse.

NOTE Si des composants d'un matériel fixe peuvent être utilisés comme des matériels portables ou transportables conformément au manuel d'instruction, il convient que ces composants soient considérés, dans le cadre de cet essai, comme des matériels portables ou transportables.

Avant et à la fin de l'essai, le matériel doit être exposé à l'air pur puis au gaz d'essai normalisé.

Le matériel portable en fonctionnement doit être lâché d'une hauteur de 1 m en chute libre sur une surface en béton.

Le matériel transportable de moins de 5 kg hors fonctionnement doit être lâché d'une hauteur de 0,3 m en chute libre sur une surface en béton.

Les autres matériels transportables hors fonctionnement doivent être lâchés d'une hauteur de 0,1 m en chute libre sur une surface en béton.

L'essai ci-dessus doit être réalisé séparément en trois fois, le matériel portable étant lâché chaque fois avec une face (surface) différente orientée vers le sol au moment du lâcher et le matériel transportable étant lui lâché dans une position normale de transport.

Le matériel doit être considéré comme défaillant pour cet essai s'il y a perte d'une fonction (par exemple, alarme, commandes, affichage) après l'essai. Aucun signal de panne, fausse

alarme ni aucun dommage susceptible d'entraîner un risque ne doit se produire. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de $\pm 10\%$ de l'étendue de mesure ou de $\pm 20\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.10 Alignement

Après préparation initiale du matériel telle qu'elle est définie en 5.4.1 et étalonnage pour le gaz à détecter décrit en 5.4.3, une cellule de gaz contenant un gaz d'essai normalisé doit être introduite dans le faisceau et l'indication de la concentration intégrale de gaz doit être notée.

En maintenant en position optimale l'émetteur ou le réflecteur, le récepteur ou l'émetteur-récepteur doit être incliné selon deux axes orthogonaux perpendiculaires à l'axe du faisceau à la limite de stabilité maximale spécifiée par le constructeur (7.2 c) et dans chaque cas l'indication de la concentration intégrale de gaz doit être notée.

En rétablissant le récepteur ou l'émetteur-récepteur à sa position optimale, l'émetteur ou le réflecteur doit être incliné selon deux axes orthogonaux perpendiculaires à l'axe du faisceau à la limite de stabilité maximale spécifiée par le constructeur (7.2 c) et dans chaque cas l'indication de la concentration intégrale de gaz doit être notée.

Le matériel ne doit générer aucune fausse alarme et les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de $\pm 10\%$ de l'étendue de mesure ou de $\pm 20\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.11 Temps de réponse

5.4.11.1 Matériel de mesure

Au moyen d'un équipement d'essai dont la conception et le fonctionnement sont conformes à 5.2.4, une cellule contenant une concentration intégrale de milieu d'étendue de mesure, selon 5.3.4.1, du gaz d'essai normalisé, selon 5.3.3 doit être rapidement insérée dans le chemin optique.

Le temps (t_{90}) nécessaire pour atteindre 90 % de la lecture finale de la concentration intégrale pour le chemin du gaz d'essai normalisé doit être noté.

Une valeur mesurée de 90 % de la valeur finale doit être atteinte en un temps ne dépassant pas 10 s.

La séquence doit être répétée à l'exception près que la cellule contenant le gaz d'essai doit être rapidement échangée avec la cellule de mêmes dimensions contenant de l'air pur. Le temps de récupération pour le déclin du signal à 10 % de la lecture du gaz d'essai doit être enregistré.

Une valeur mesurée doit indiquer 10 % de la valeur finale précédente en un temps ne dépassant pas 10 s.

5.4.11.2 Matériel à alarme uniquement

En utilisant un équipement d'essai dont la conception et le fonctionnement sont conformes à 5.2.4, une cellule contenant un gaz d'essai à concentration intégrale de $(120 \pm 10)\%$ de la valeur de la concentration pour le point de consigne d'alarme doit être rapidement exposée au chemin optique. L'intervalle de temps entre la variation en échelon et l'initialisation de l'alarme doit être consigné.

La procédure doit être répétée pour les autres réglages d'alarmes fixes.

Pour le matériel à alarmes réglables, les points de consigne doivent être réglés pour fonctionner dans la partie moyenne, approximativement 40 % à 60 % de la plage de la gamme de réglages.

À la suite d'une variation d'échelon positive de la concentration intégrale, le temps écoulé avant le début de l'alarme ne doit pas dépasser 10 s.

5.4.12 Temps minimal de fonctionnement (matériel à lecture intermittente)

La cellule de gaz d'essai normalisé doit être insérée dans le chemin optique et la procédure de mesure doit être lancée.

La cellule de gaz d'essai normalisé doit ensuite être retirée du chemin optique et la procédure de mesure doit être lancée.

Une variation de 90 % dans la lecture, dans les deux sens, doit être obtenue en moins de 30 s.

5.4.13 Capacité de la batterie

5.4.13.1 Matériel portable à régime continu alimenté par batterie

5.4.13.1.1 Décharge de batterie

La batterie doit être entièrement rechargée au début de l'essai. Les lectures initiales doivent être relevées à l'air pur et avec le gaz d'essai normalisé.

Le matériel doit fonctionner à l'air pur pendant une période totale de:

- a) 8 h, s'il est équipé d'un interrupteur marche/arrêt sur lequel l'utilisateur peut intervenir;
- b) 10 h, s'il n'en est pas équipé ; ou
- c) toute durée plus longue telle que spécifiée par le constructeur.

À la fin de la période concernée, le matériel est exposé à l'air pur, puis au gaz d'essai normalisé. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 5 % de l'étendue de mesure ou de ± 10 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.13.1.2 Durée de fonctionnement en condition de batterie faible

Le matériel doit continuer à fonctionner en air pur jusqu'à l'indication d'atteinte des conditions de batterie faibles. Le matériel doit continuer à fonctionner pendant encore 10 min au terme desquelles une lecture à l'air pur et une lecture dans le gaz d'essai normalisé doivent être relevées. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs initiales de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.13.2 Matériel à lecture intermittente portable alimenté par batterie

5.4.13.2.1 Décharge de batterie

La batterie doit être entièrement rechargée au début de l'essai. Les lectures initiales doivent être relevées à l'air pur et avec le gaz d'essai normalisé.

Le matériel doit fonctionner à l'air pur 200 fois. La durée de chaque opération doit être équivalente au temps minimal de fonctionnement, 1 min devant s'écouler entre chaque opération.

A la fin des 200 opérations, le matériel est exposé à l'air pur, puis au gaz d'essai normalisé. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de $\pm 5\%$ de l'étendue de mesure ou de $\pm 10\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.13.2.2 Durée de fonctionnement en condition de batterie faible

Le cycle des opérations doit continuer à fonctionner à l'air pur jusqu'à l'indication d'atteinte des conditions de batterie faibles. Le matériel doit fonctionner encore 10 fois au terme desquelles une lecture à l'air pur et une lecture dans le gaz d'essai normalisé doivent être relevées. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs initiales de plus de $\pm 10\%$ de l'étendue de mesure ou de $\pm 20\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.14 Variations de l'alimentation électrique (matériel alimenté en externe)

Le matériel doit être installé dans des conditions normales (voir 5.3), à une tension d'alimentation nominale et, le cas échéant, à une fréquence assignée. Le matériel doit ensuite être soumis aux essais suivants. L'essai doit être réalisé dans des conditions de concentration de milieu d'étendue de mesure.

L'étalonnage du matériel doit être vérifié à 115 % et à 80 % de la tension d'alimentation nominale.

Lorsque le constructeur du matériel spécifie une étendue d'alimentation autre que celles spécifiées ci-dessus, le matériel doit être soumis à essai aux limites supérieure et inférieure de la tension d'alimentation spécifiée par le constructeur.

Le fonctionnement correct de toutes les fonctions de sortie à la tension d'alimentation minimale doit être vérifié, y compris dans les conditions de charge maximales.

NOTE 1 Cela inclut les essais des sorties analogiques à la charge maximale et au courant maximal.

NOTE 2 Cela inclut les essais destinés à montrer que les relais sont capables d'être actionnés dans la condition de tension d'alimentation minimale.

Toute variation de la valeur mesurée par rapport à la valeur mesurée à la tension d'alimentation nominale ne doit pas dépasser $\pm 5\%$ de l'étendue de mesure ou $\pm 10\%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.15 Interruptions de l'alimentation et transitoires

5.4.15.1 Généralités

Le matériel à alarme uniquement et réglable doit être réglé de telle sorte que le niveau d'alarme le plus faible représente 20 % de l'étendue de mesure étalonnée.

Le matériel doit être installé dans des conditions normales, selon 5.3, et doit ensuite être soumis aux essais spécifiés en 5.4.15.2 et 5.4.15.3 en air pur uniquement. L'indication et les alarmes du matériel doivent être surveillées pendant les essais.

Au cours des essais, le matériel ne doit pas produire de signal d'alarme, de panne ou d'inhibition parasite. Le matériel doit fonctionner tout au long des essais, la dégradation de l'aptitude à la fonction étant autorisée. Aucune modification de l'état de fonctionnement réel ou des données stockées n'est autorisée.

Après l'essai, le matériel doit continuer à fonctionner comme prévu. La valeur mesurée doit reprendre la valeur d'origine à $\pm 2\%$ près de l'étendue de mesure.

5.4.15.2 Microcoupures de l'alimentation électrique

L'alimentation électrique doit être interrompue pendant 10 ms, opération répétée dix fois à intervalles aléatoires à une valeur moyenne de 10 s.

5.4.15.3 Variations échelonnées de la tension

Pour le matériel alimenté par le réseau et en courant continu, la tension d'alimentation doit être augmentée de 10 %, maintenue à cette valeur jusqu'à stabilisation, puis réduite à 15 % au-dessous de la tension nominale. Chaque variation en échelon doit se produire en 10 ms.

5.4.16 Rétablissement après interruption de l'alimentation électrique

Le matériel doit être étalonné tel que prescrit en 5.4.1 puis exploité avec une cellule de gaz dans le faisceau contenant une concentration intégrale de 25 % de l'étendue de mesure du gaz d'essai. L'alimentation doit être éteinte pendant 30 min et la cellule de gaz remplacée par une cellule optique équivalente contenant une concentration intégrale de gaz de 50 % de l'étendue de mesure. L'alimentation doit ensuite être rétablie et après stabilisation la concentration intégrale mesurée doit être notée.

La concentration intégrale mesurée après rétablissement de l'alimentation doit être de l'ordre de ± 20 % de la valeur nominale. En variante, le matériel doit indiquer un état d'inhibition verrouillé.

NOTE L'exigence d'essai garantit un démarrage correct en présence du gaz.

5.4.17 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le matériel doit être soumis à une méthode d'essai utilisée pour réaliser les essais d'immunité CEM rayonnée conformément à la CEI 61000-4-1 et à la CEI 61000-4-3. L'essai doit être réalisé à l'air pur.

Les exigences d'essai doivent être réalisées avec un niveau de sévérité 2; champ électrique d'essai: 3 V/m.

NOTE 1 Des paramètres d'essai d'immunité électromagnétique plus sévères peuvent être requis pour des applications spécifiques ou pour des réglementations locales.

Le matériel à alarme uniquement et réglable doit être réglé de telle sorte que le niveau d'alarme le plus faible représente 20 % de l'étendue de mesure étalonnée.

Dans le cas où l'unité de commande est destinée à un montage standard en châssis (rack) ou équivalent, une telle unité de commande doit être soumise à ces essais en étant placée dans l'enveloppe fournie par le constructeur. Le manuel d'instructions doit informer l'utilisateur sur le fait qu'une telle unité de commande doit être utilisée avec le même type d'enveloppe pour éviter des effets électromagnétiques néfastes.

Le matériel doit fonctionner comme prévu pendant les essais et ne doit pas engendrer de signal d'alarme, de panne ou d'inhibition. Les valeurs mesurées de la concentration intégrale pour chaque gaz ne doivent pas différer des valeurs nominales de plus de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

NOTE 2 Pour cet essai, la distance de fonctionnement peut être relâchée pour s'adapter aux exigences de l'installation d'essai de CEM.

NOTE 3 Les exigences en matière d'émission électromagnétique peuvent être requises par d'autres normes.

5.4.18 Panne par blocage du faisceau

5.4.18.1 Alarmes parasites

Le matériel à alarme réglable doit être réglé de telle sorte que le niveau d'alarme le plus faible ou 10 % de la concentration de gaz pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue.

En faisant fonctionner le matériel dans l'air, l'obturateur opaque décrit en 5.2.4.3 doit être entraîné à travers le rayon de mesure à une vitesse uniforme de 10 cm/s $\pm$ 5cm/s jusqu'au blocage total du faisceau et ensuite retraits total à la même vitesse.

L'obturateur doit être entraîné successivement dans chacune des quatre directions à intervalles de 90 ° en un plan perpendiculaire à l'axe du rayon de mesure et aux positions suivantes:

- a) pour le matériel comprenant un émetteur et un récepteur séparés, les positions doivent être proches de l'émetteur et du récepteur (par exemple moins de 100 mm);
- b) pour le matériel comprenant un émetteur-récepteur et un réflecteur, les positions doivent être proches de l'émetteur-récepteur et du réflecteur (par exemple moins de 100 mm).

Le matériel doit continuer de fonctionner sans générer de signaux d'alarmes parasites tant qu'un signal de blocage de faisceau ou d'inhibition est produit. Au moment du retrait complet de l'obturateur de la position de blocage du faisceau ou d'inhibition, le matériel doit à nouveau fonctionner sans produire de signal d'alarme parasite.

5.4.18.2 Rétablissement

En faisant fonctionner le matériel en air ambiant, introduire une cellule de gaz normalisé en concentration de milieu d'étendue de mesure et consigner la lecture après stabilisation. Retirer le gaz normalisé de milieu d'étendue de mesure de concentration, l'obturateur opaque doit être rapidement inséré dans le faisceau dans n'importe quelle direction jusqu'à ce qu'un signal d'inhibition dû au blocage de faisceau se produise.

Tandis que l'état de blocage de faisceau est indiqué, la cellule de gaz normalisé de milieu d'étendue de mesure de concentration doit être introduite dans la position du faisceau et l'obturateur doit ensuite être rapidement retiré. L'indication ou la sortie atteinte dans les 30 s suivant le retrait de l'obturateur ne doit pas différer de la valeur de concentration initiale dans la cellule d'essai de plus de ± 10 %.

5.4.19 Obscurcissement partiel

Le matériel à alarme réglable doit être réglé de telle sorte que le niveau d'alarme le plus faible ou 10 % de la concentration de gaz pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue.

Les lectures doivent être relevées à l'air pur et avec le gaz d'essai normalisé.

Le matériel fonctionnant dans l'air, un masque d'obscurcissement doit être introduit de telle sorte que 50 % de l'ouverture du récepteur soit obscurci. Réaliser l'essai dans chacune des quatre directions à intervalles de 90 ° dans un plan perpendiculaire à l'axe du rayon de mesure, à une distance inférieure à 100 mm, en commençant dans la position verticale. À chaque orientation orthogonale, introduire de l'air pur et du gaz d'essai normalisé.

Le matériel doit continuer à fonctionner sans générer de signal d'alarme parasite. Dans chaque orientation, soit un signal de panne doit être généré ou soit la variation des valeurs mesurées par rapport aux valeurs initiales doit être de l'ordre de ± 10 % de l'étendue de mesure ou de ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.20 Fonctionnement à longue portée

Le matériel doit fonctionner sur la distance de fonctionnement maximale conformément aux instructions du constructeur 7.2 f) 3) avec l'air ambiant et la cellule de gaz avec de l'air pur dans le chemin optique.

Le masque pour l'atténuation de faisceau (5.2.4.2) doit ensuite être inséré dans le faisceau pour atténuer le rayonnement d'au moins 90 % (avec inclusion de l'atténuation de la cellule de gaz). La cellule de gaz doit ensuite être remplie de gaz d'essai normalisé.

L'instrument doit continuer à fonctionner et ne doit pas générer de signal d'inhibition, de panne ou de fausse alarme pendant l'exposition à l'air pur. Bien que l'atténuation puisse produire une lecture entachée de plus de bruit, tout changement de la valeur moyenne mesurée de la concentration intégrale de gaz en insérant le masque ne doit pas dépasser ± 10 % de l'étendue de mesure ou ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

5.4.21 Rayonnement solaire direct (applicable au matériel destiné à un usage en extérieur)

L'émetteur et le récepteur doivent être préparés comme défini en 5.4.1, montés comme indiqué en 5.2.3 et placés comme défini en 5.3.2.

Le rayonnement du soleil doit être réfléchi à partir d'un miroir à surface plane vers l'orifice d'entrée du matériel. Un diaphragme à iris doit être inséré dans le faisceau pour assurer que seul le rayonnement depuis l'intérieur du disque solaire est réfléchi vers l'orifice d'entrée. L'intensité du rayonnement mesuré en face de l'orifice d'entrée du récepteur doit être $800 \text{ W/m}^2 \pm 50 \text{ W/m}^2$. Des valeurs plus élevées d'intensité du rayonnement peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le laboratoire d'essai.

NOTE 1 Un masque approprié peut être utilisé pour affaiblir le rayonnement.

NOTE 2 Une inclinaison supérieure à 30° au-dessus de l'horizon est généralement nécessaire pour atteindre une intensité lumineuse de 750 W/m^2 .

L'intensité du rayonnement de l'émetteur mesurée à l'entrée de l'ouverture du récepteur doit être affaiblie à la valeur rencontrée lors d'un fonctionnement sur la gamme maximale.

Une cellule d'essai de concentration égale au milieu d'étendue de mesure ou un filtre de simulation de gaz comme décrits en 5.2.4.6 doit être insérée dans le faisceau proche de l'émetteur-récepteur ou du récepteur et doit avoir une taille suffisante pour assurer qu'il n'existe aucune obstruction au faisceau de rayonnement réfléchi.

Le miroir doit être orienté de manière à ce que l'inclinaison du rayonnement solaire réfléchi vers l'axe optique du matériel soit fixée successivement à $+10^\circ$, $+3^\circ$, -3° et -10° en deux plans perpendiculaires, la tolérance angulaire dans chaque cas étant $\pm 1^\circ$.

NOTE 3 Lorsqu'il est possible de faire pivoter un récepteur ou un émetteur-récepteur autour de son axe optique, un montage différent consiste à placer le miroir successivement en deux positions uniquement, fournissant un rayonnement incident à $10^\circ \pm 1^\circ$ et $3^\circ \pm 1^\circ$ vers l'axe optique et pour le récepteur ou l'émetteur-récepteur à le faire pivoter autour de l'axe optique de l'instrument à $0^\circ \pm 1^\circ$, $90^\circ \pm 1^\circ$, $180^\circ \pm 1^\circ$ et $270^\circ \pm 1^\circ$ dans chacun des cas.

A chaque inclinaison, le matériel doit être stabilisé avant l'enregistrement des mesures de la concentration de milieu d'étendue de mesure.

Pendant l'essai, le matériel doit continuer à fonctionner et ne doit pas générer de signal de panne, d'inhibition ou d'alarme. Le signal mesuré après stabilisation à chacun des angles d'inclinaison ne doit pas dépasser ± 10 % de l'étendue de mesure ou ± 20 % de la valeur mesurée, la valeur la plus élevée étant retenue.

6 Équipement de vérification sur site

Lorsque le matériel est doté d'un équipement de vérification sur site destiné à faciliter les contrôles périodiques d'aptitude à la fonction du matériel, l'efficacité d'un tel équipement doit être soumise à la procédure d'essai suivante:

- a) étalonner le matériel conformément à 5.4.1 à l'aide des conditions d'essais indiquées en 5.3;
- b) utiliser l'équipement de vérification sur site d'une manière correspondant aux instructions du constructeur.

La valeur mesurée ou le signal de sortie observé pendant l'utilisation de l'équipement de vérification sur site d'une manière conforme aux instructions du constructeur, ne doit pas différer de la réponse attendue précisée par le constructeur de plus de $\pm 15\%$ de l'étendue de mesure.

7 Informations relatives à l'utilisation

7.1 Étiquetage et marquage

Le matériel doit satisfaire aux exigences de marquage de la CEI 60079-0.

NOTE Il convient de marquer du symbole « s » le matériel électrique qui ne satisfait pas entièrement aux parties concernées de la CEI 60079-0 lorsqu'une sécurité équivalente est déclarée.

De plus, le matériel doit également indiquer:

- a) « IEC 60079-29-4 » (pour indiquer la conformité à la présente norme relative à l'aptitude à la fonction);
- b) l'année de fabrication (peut également comporter le numéro de série).

7.2 Manuel d'instructions

Chaque matériel de détection de gaz ou chaque lot de matériel doit être muni d'un manuel d'instructions comme exigé par la CEI 60079-0, y compris les particularités complémentaires suivantes:

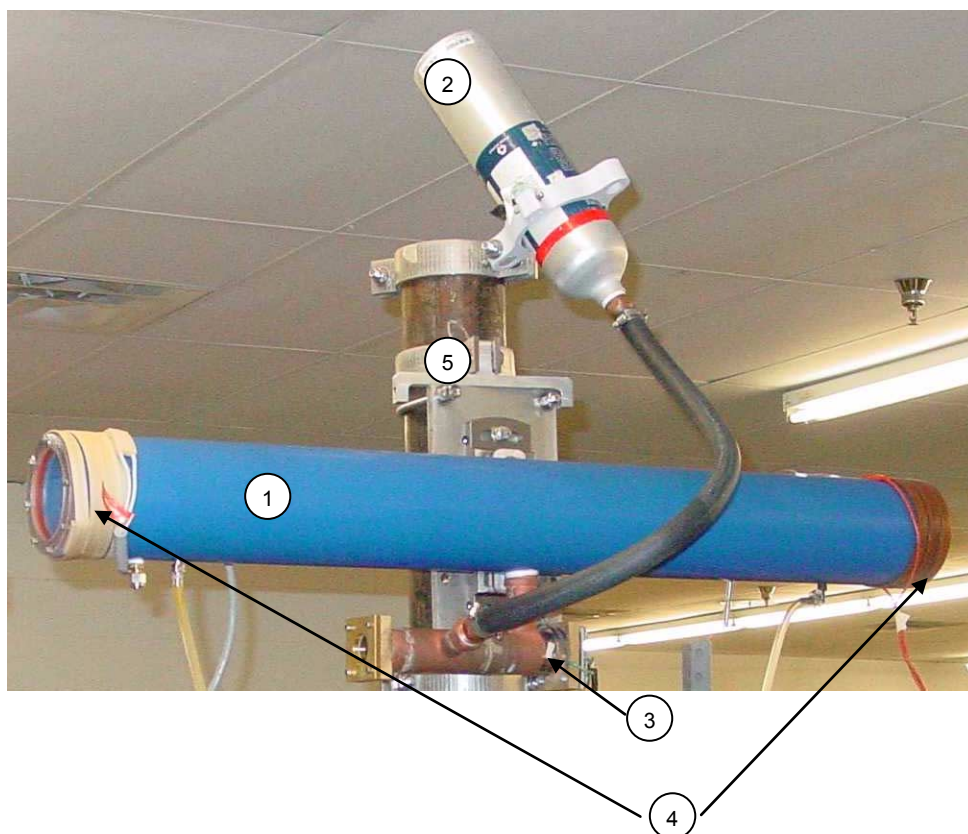
Le manuel d'instructions doit contenir des instructions complètes, claires et précises, des dessins et des schémas en vue d'une installation, d'une maintenance et d'un fonctionnement sûrs et pertinents du matériel. Il doit comprendre les informations suivantes:

- a) description détaillée de toutes les précautions de sécurité à observer pendant la manipulation, l'installation, le fonctionnement, l'étalonnage, l'entretien et le stockage du matériel, des pièces de rechange associées, des accessoires et des produits consommables pour l'exploitation ainsi que les instructions nécessaires pour la mise au rebut de tous éléments dangereux et toxiques;
- b) caractéristiques appropriées des câbles d'interconnexion et toutes exigences pour le blindage ou la protection du câblage;
- c) instructions complètes pour l'installation et la mise en service initiale, y compris le fonctionnement des aides d'alignement, ainsi que l'exactitude et la stabilité d'alignement nécessaires;
- d) instructions d'exploitation et réglages;
- e) instructions pour le contrôle et/ou l'étalonnage du matériel sur la base d'un essai de routine, y compris les instructions d'utilisation de tout équipement de vérification sur site pouvant être fourni;
- f) détails des limites fonctionnelles, y compris les suivantes, si applicables:

- 1) le gaz et la plage des concentrations intégrales auxquels le matériel est adapté et pour lesquels la conformité du matériel à la présente norme est exigée et dans le cas d'un matériel à alarme pré-réglé, la valeur à laquelle est réglée l'alarme;
 - 2) la concentration intégrale minimale pour le chemin qui peut être détectée;
 - 3) les longueurs fonctionnelles maximales et minimales du chemin ouvert;
 - 4) les limites de températures ambiantes, et les détails de toutes corrections appliquées à la température;
 - 5) toute influence de composition atmosphérique y compris l'humidité;
 - 6) limites de pression ambiante, et détails de toutes corrections de pression appliquées;
 - 7) plage de tensions de l'alimentation électrique et fréquence dans le cas d'alimentation à courant alternatif;
 - 8) effets et contraintes fonctionnelles de sources optiques étrangères (exemple, la lumière du soleil, les opérations de soudage, etc.);
 - 9) conditions d'environnement incorrectes (par exemple, utilisation dans le domaine maritime);
 - 10) réponse à des augmentations très lentes de concentration intégrale dans le chemin;
 - 11) avertissement de toute limite de mesure des concentrations intégrales du chemin concernant le gaz qui peut s'accumuler au cours d'une interruption de l'alimentation électrique.
- g) les caractéristiques de réponse du matériel pour chacun des gaz ou vapeurs pour lesquels le matériel est prévu;
- h) la réponse relative des gaz ou vapeurs qui sont réputés perturber la détection de chacun des gaz pour lesquels le matériel est prévu;
- i) informations sur les effets néfastes de la contamination ou ceux d'autres substances, telles que la pluie, la neige, le brouillard, les fumées, la poussière et autres particules;
- j) signification de toutes les indications et signaux de sortie;
- k) détails de toute méthode de détermination de sources éventuelles de mauvais fonctionnement et de toutes procédures correctives, ainsi que toute information complémentaire appropriée pour faciliter la maintenance (par exemple, l'adresse de l'importateur, du réparateur, etc.);
- l) une indication selon laquelle les dispositifs d'alarme ou les contacts de sortie sont de types à verrouillage ou sans verrouillage;
- m) une liste des pièces de rechange et produits consommables recommandés;
- n) la durée de conservation et les conditions de conservation recommandées pour le matériel, les pièces de rechange, les accessoires et les produits consommable pour l'exploitation;
- o) une liste des accessoires facultatifs disponibles (par exemple, protection contre les conditions météorologiques) et une mention des effets qu'ils produisent sur les caractéristiques des instruments;
- p) procédures recommandées pour le nettoyage des surfaces optiques et le remplacement des composants optiques, lorsqu'elles sont applicables;
- q) toutes conditions spéciales de service;
- r) pour les matériels fonctionnant sur batterie, les instructions pour l'installation, la maintenance et l'élimination en toute sécurité des batteries et, si applicable, la recharge de celles-ci, ainsi qu'une mention du temps de fonctionnement prévu entre les recharges ou, dans le cas de batteries non rechargeables, avant le remplacement de la batterie;
- s) le temps nécessaire avant que le matériel ne fonctionne selon la spécification après la mise sous tension;
- t) les limites du matériel en matière de CEM (par exemple l'installation d'une unité de commande dans une enveloppe spéciale).

Annexe A (informative)

Matériel d'essai pour vapeur d'eau



IEC 2078/09

Légendes

Le matériel d'essai pour vapeur d'eau est composé des éléments qui suivent:

- 1 Tube de 2 m avec fenêtre en quartz et joints à chaque extrémité. Tube d'écoulement à chaque extrémité et port pour thermocouple
- 2 Bouteille d'eau distillée et tuyau
- 3 Élément chauffant électrique pour eau
- 4 Ruban thermique avec commande variac
- 5 Pied ou support pour montage d'essai

Figure A.1 – Matériel d'essai pour vapeur d'eau

Bibliographie

CEI 60050-426, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

ISO 6142, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage – Méthode gravimétrique*

ISO 6144, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage – Méthode volumétrique statique*

ISO 6145 (toutes les parties), *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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