



IEC 60331-11

Edition 1.1 2009-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity –
Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C**

**Essais pour câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits –
Partie 11: Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au
moins 750 °C**





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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION GROUPÉE DE SÉCURITÉ

**Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity –
Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C**

**Essais pour câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits –
Partie 11: Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au
moins 750 °C**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CD

ICS 29.060.20; 29.02; 13.220.40

ISBN 2-8318-1048-9

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Definition	6
4 Test conditions	6
4.1 Test environment.....	6
5 Test apparatus	7
5.1 Sample supporting system	7
5.2 Source of heat.....	7
5.3 Positioning of source of heat.....	8
Annex A (normative) Verification procedure for burner system.....	13
Annex B (informative) Guidance on the choice of recommended burner systems	15
Annex C (informative) Flowmeter calibration correction factors	16
Annex D (informative) Bibliography	18
Figure 1 – Example of cable supporting arrangement	9
Figure 2 – Burner face	10
Figure 3 – Example of schematic diagram of burner control system using rotameters	11
Figure 4 – Arrangements for test burner and cable sample	12
Figure A.1 – Arrangement of thermocouples for verification procedure.....	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS FOR ELECTRIC CABLES UNDER FIRE CONDITIONS –
CIRCUIT INTEGRITY –****Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature
of at least 750 °C**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60331-11 has been prepared by subcommittee 20C: Burning characteristics of electric cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

This consolidated version of IEC 60331-11 consists of the first edition (1999) [documents 20C/81/FDIS and 20C/86/RVD] and its amendment 1 (2009) [documents 20/1052/FDIS and 20/1056/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

| IEC 60331-11 is to be used in conjunction with Parts 21, 23 or 25.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B, C and D are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

INTRODUCTION

IEC 60331 consists of the following parts under the general title: *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity*:

Part 1, *Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter exceeding 20 mm*

Part 2, *Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter not exceeding 20 mm*

Part 3, *Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV tested in a metal enclosure*

Part 11, *Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C*

Part 21, *Procedures and requirements – Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV*

Part 23, *Procedures and requirements – Electric data cables*

Part 25, *Procedures and requirements – Optical fibre cables*

NOTE Parts 21, 23 and 25 relate to fire-only conditions at a flame temperature of at least 750 °C.

Since its first edition (1970), IEC 60331 has been extended and has introduced a range of test apparatus in order that a test may be carried out on large and small power, control, data and optical fibre cables.

When first published in 1999, IEC 60331-11 introduced a range of improvements, based upon practical experience gained with IEC 60331(1970), which have been retained. These improvements cover the following:

- the definition of the burner and its positioning in the test, especially to ensure that no interference with the test flame will arise from debris falling from the test sample;
- the definition of the fuel, the flow rate and control of its supply;
- the control, measurement and verification of the temperature.

TESTS FOR ELECTRIC CABLES UNDER FIRE CONDITIONS – CIRCUIT INTEGRITY –

Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C

1 Scope

This part of IEC 60331 specifies the test apparatus to be used for testing cables required to maintain circuit integrity when subject to fire alone where the test condition is based upon a flame with a controlled heat output corresponding to a temperature of at least 750 °C.

It also provides in annex A the method of verification of the burner and control system used for the test.

2 Normative references

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

IEC 60584-1:1995, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

3 Definition

For the purpose of this part of IEC 60331, the following definition applies.

3.1

circuit integrity

ability to continue to operate in the designated manner whilst subjected to a specified flame source for a specified period

4 Test conditions

4.1 Test environment

The test shall be carried out in a suitable chamber with facilities for disposing of any noxious gases resulting from burning. Sufficient ventilation shall be available to sustain the flame for the duration of the test.

NOTE 1 An example of a suitable chamber is given in IEC 61034-1.

The chamber shall be maintained in an external environment where the temperature is between 5 °C and 40 °C.

The same ventilation and shielding conditions shall be used in the chamber during both the verification and cable test procedures.

NOTE 2 Shields, such as those described in IEC 61034-1, may need to be placed in an appropriate position to protect the burner from draughts that may influence the flame geometry.

NOTE 3 The test given in this standard may involve the use of dangerous voltages and temperatures. Suitable precautions should be taken against the risk of shock, burning, fire and explosion that may be involved, and against any noxious fumes that may be produced.

5 Test apparatus

5.1 Sample supporting system

The cable sample, as described in the relevant procedure in Parts 21, 23 or 25 of IEC 60331, shall be held horizontally by means of suitable supports at each end of the sheathed or protected portion. The sample shall be securely clamped at one end to prevent movement and supported at the other end to allow for thermal expansion in the longitudinal direction. The middle portion of the cable shall be supported by two metal rings placed approximately 300 mm apart; these, as well as any other metal parts of the supporting apparatus, shall be earthed. The rings shall have an inside diameter of approximately 150 mm and shall be made from a circular steel rod of (10 ± 2) mm in diameter. The cable supporting arrangement is shown in figure 1.

For unarmoured cables of less than 10 mm in diameter, three additional metal supporting rings, each placed approximately 150 mm from the two previously specified rings, shall be used to support the cable.

5.2 Source of heat

5.2.1 The source of heat shall be a ribbon type propane gas burner with a nominal burner face length of 500 mm with Venturi mixer. A centre-feed burner is recommended. The nominal burner face width shall be 10 mm. The face of the burner shall have three staggered rows of drilled holes, nominally 1,32 mm in diameter and drilled on 3,2 mm centres, as shown in figure 2. Additionally, a row of small holes milled on each side of the burner plate, to serve as pilot holes for keeping the flame burning, is permitted.

Guidance on the choice of recommended burner system is given in annex B.

5.2.2 Mass flow meters/controllers should be used as the means of controlling accurately the input flow rates of fuel and air to the burner.

NOTE 1 Rotameter type flow meters may be used as an alternative, but are not recommended. Guidance on their use, and the application of appropriate correction factors is given in Annex C. Figure 3 shows an example of a rotameter type system.

For the purpose of this test, the air shall have a dew point not higher than 0 °C.

The flow rates used for the test at reference conditions (1 bar and 20 °C) shall be as follows:

- air: (80 ± 5) l/min per 500 mm burner face length;
- propane: $(5 \pm 0,25)$ l/min per 500 mm burner face length.

NOTE 2 The purity of the propane is not defined. Industrial grades that contain impurities are allowed, provided that the verification requirements are achieved.

5.2.3 The burner and control system shall be subject to verification following the procedure given in annex A.

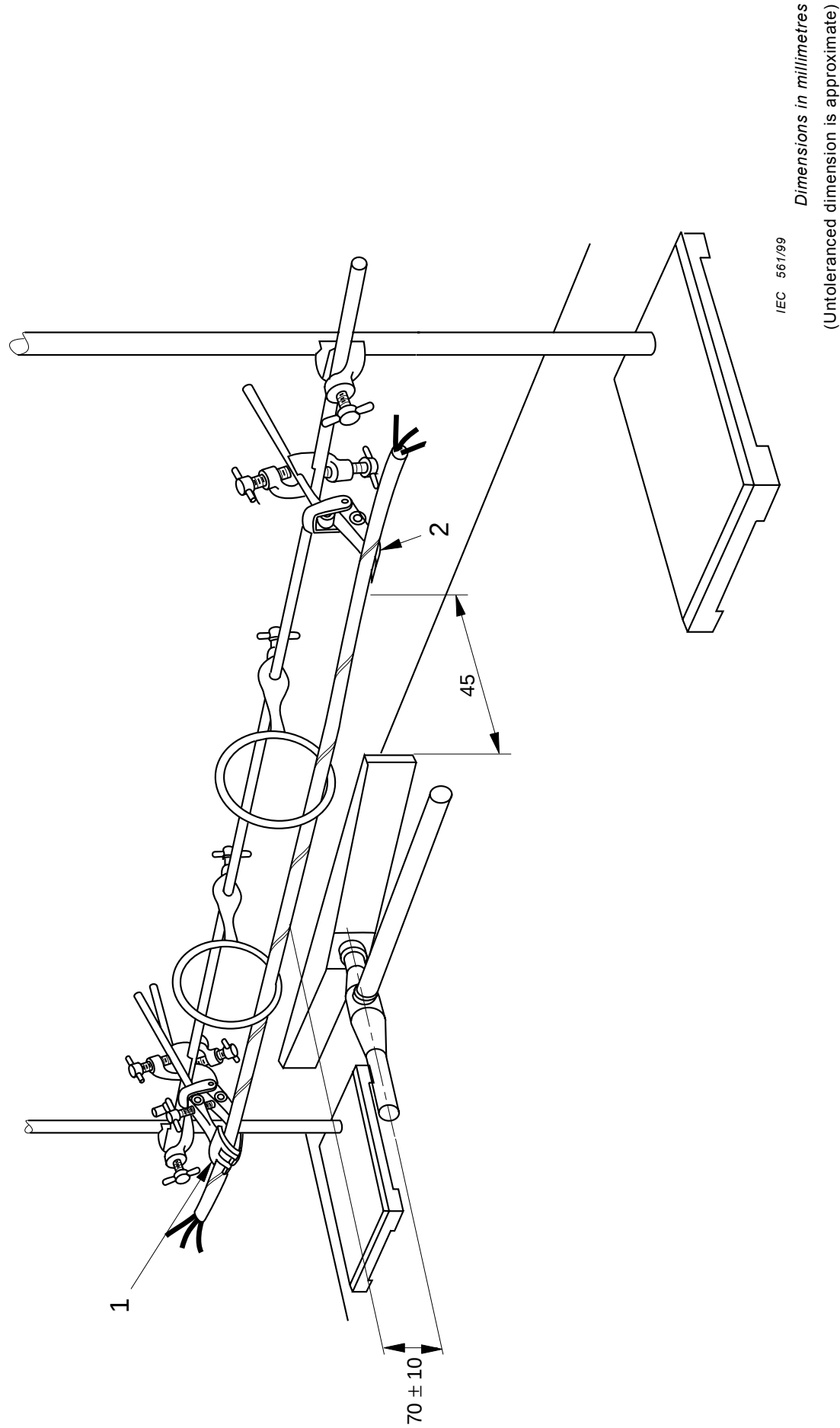
5.3 Positioning of source of heat

The burner face shall be positioned in the test chamber so that it is at least 200 mm above the floor of the chamber and at least 300 mm from any chamber wall.

The burner shall be aligned with the test sample, as shown in figure 4, so that:

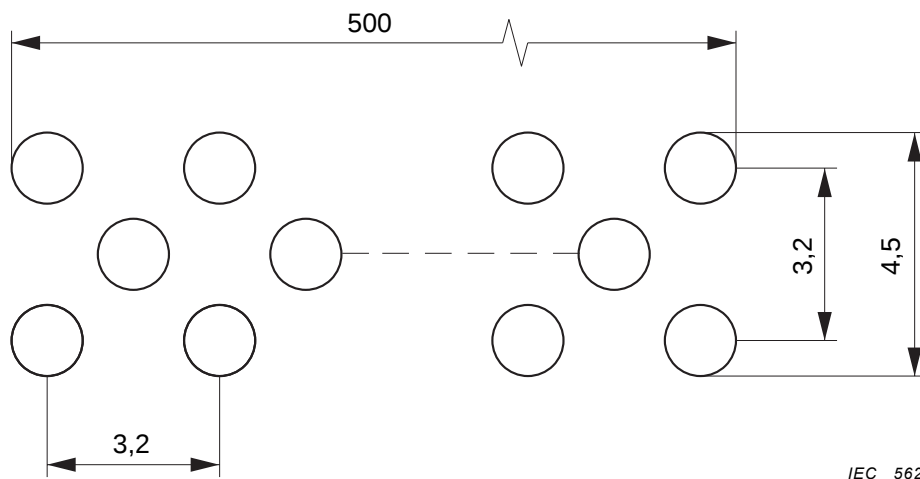
- its horizontal central plane is at a distance of (70 ± 10) mm below the lowest point of the test sample;
- its vertical front face is approximately 45 mm from the central vertical plane of the test sample.

The exact burner location to be used during cable testing shall be determined using the verification procedure given in annex A.



- Key
- 1 Clamp
 - 2 Support

Figure 1 – Example of cable supporting arrangement



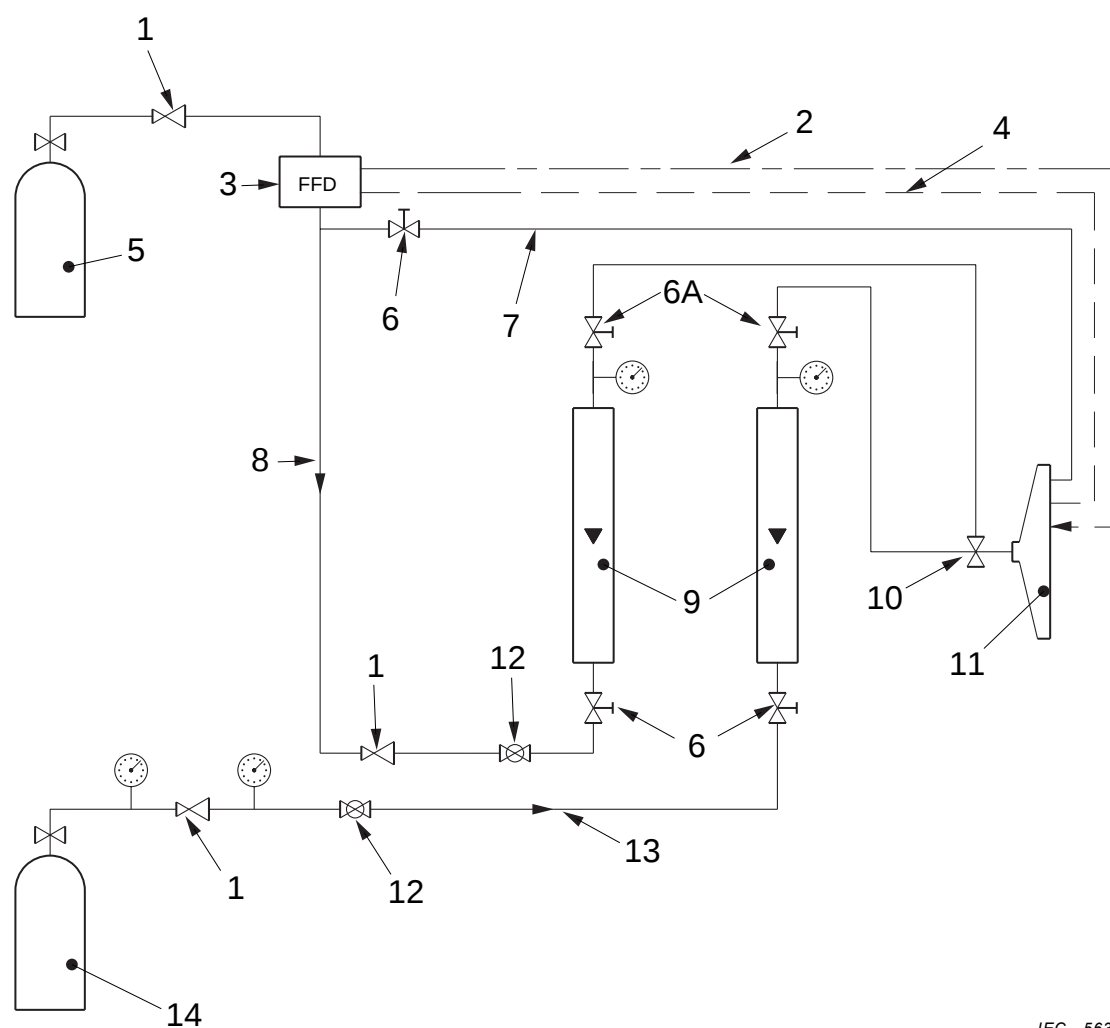
IEC 562/99

Dimensions in millimetres

Tolerance on all dimensions $\pm 5\%$

Round holes, 1,32 mm diameter, on 3,2 mm centres staggered in three rows and centred on face of burner

Figure 2 – Burner face

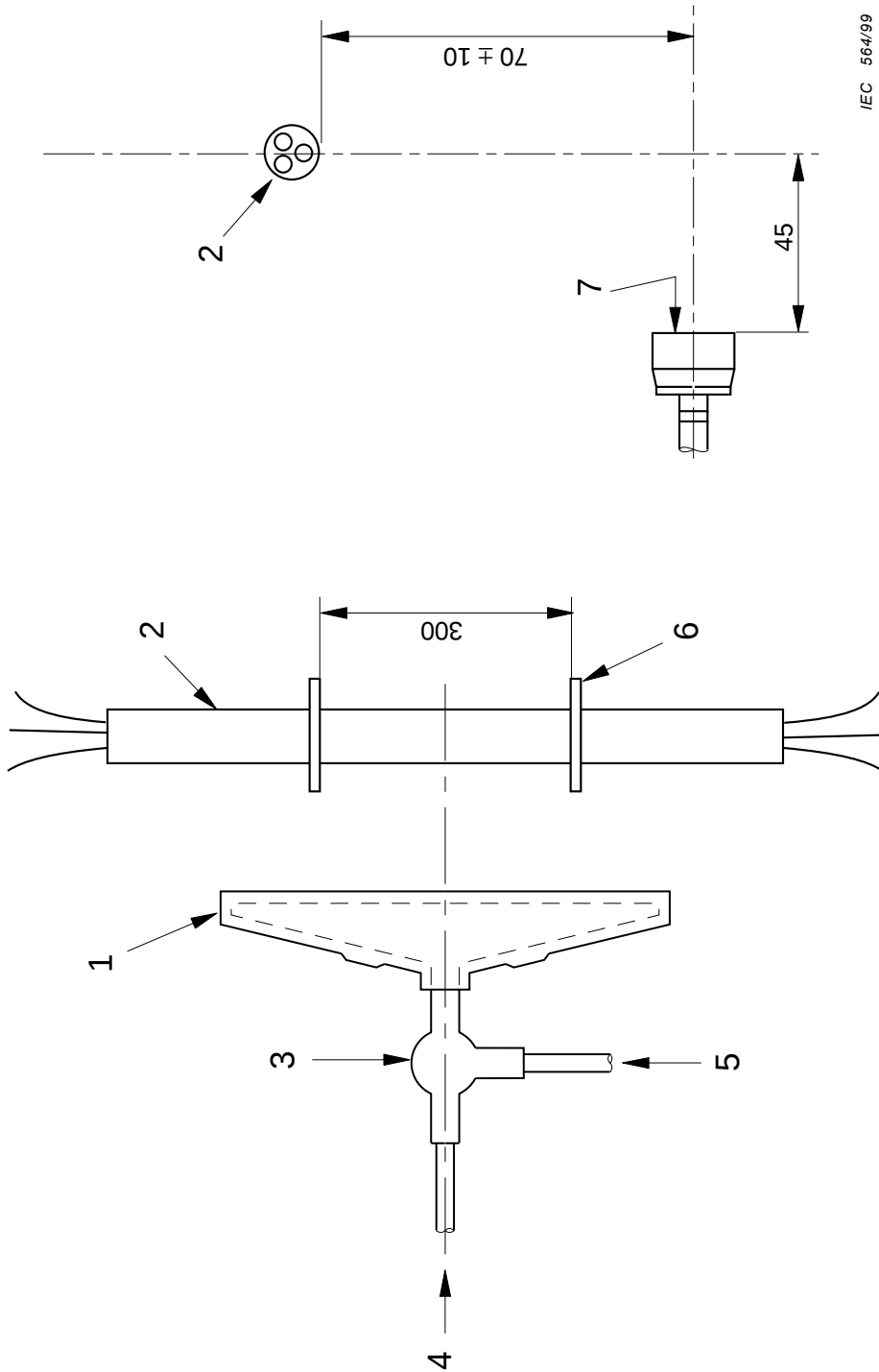


IEC 563/99

Key

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 Regulator | 8 Gas flow |
| 2 Piezoelectric igniter | 9 Rotameter-type flowmeters |
| 3 Flame failure device | 10 Venturi mixer |
| 4 Control thermocouples | 11 Burner |
| 5 Propane cylinder | 12 Ball valve |
| 6 Screw valve (6A = alternative position) | 13 Air flow |
| 7 Pilot feed | 14 Compressed air cylinder |

Figure 3 – Example of schematic diagram of burner control system using rotameters



Dimensions in millimetres
(Untoleranced dimensions are approximate)

- Key**
- | | | | |
|---|---------------|---|-------------------|
| 1 | Burner | 5 | Entry propane gas |
| 2 | Cable sample | 6 | Support rings |
| 3 | Venturi mixer | 7 | Burner face |
| 4 | Entry for air | | |

Figure 4 – Arrangements for test burner and cable sample

Annex A **(normative)**

Verification procedure for burner system

A.1 Temperature measuring arrangement

The flame temperature shall be measured using two 1,5 mm mineral-insulated stainless steel sheathed thermocouples type K, as specified in IEC 60584-1, positioned as shown in figure A.1.

A.2 Verification procedure

A.2.1 Position the burner approximately 45 mm horizontally (x mm) from the thermocouple and 70 mm vertically (y mm) below the centre line of the thermocouples, as shown in figure A.1.

A.2.2 Ignite the burner and adjust the gas and air supplies to the values given in 5.2.2.

A.2.3 Adjust the burner position horizontally until the thermocouples are near the vertical centre line of the flame.

A.2.4 Monitor the temperature as recorded by the thermocouples over a period of 10 min to ensure conditions are stable.

A.2.5 The verification procedure shall be considered satisfied if the average of the two thermocouple readings over the 10 min, falls within the requirement of (750^{+50}_0) °C and the maximum difference of the average individual thermocouple readings does not exceed 40 °C. At least one measurement shall be made every 30 s in order to obtain the average.

NOTE The actual method of obtaining the average thermocouple reading over the period is not specified but it is recommended that a recorder with averaging facilities is used in order to damp the variability caused by point measurement.

A.2.6 If the verification is not successful, the flow rates shall be altered within the tolerance limits given in 5.2.2 and a further verification carried out.

A.2.7 If the verification of A.2.6 is not successful, the vertical distance (y) shall be altered within the tolerance given in 5.3, with appropriate adjustment of the horizontal distance (x) to comply with A.2.3 and a further verification carried out.

A.2.8 The positions established for successful verification shall be recorded.

A.2.9 If no successful verification can be achieved within the tolerances given in 5.2.2 and 5.3, then the burner system shall be considered as not capable of meeting the requirements of this standard.

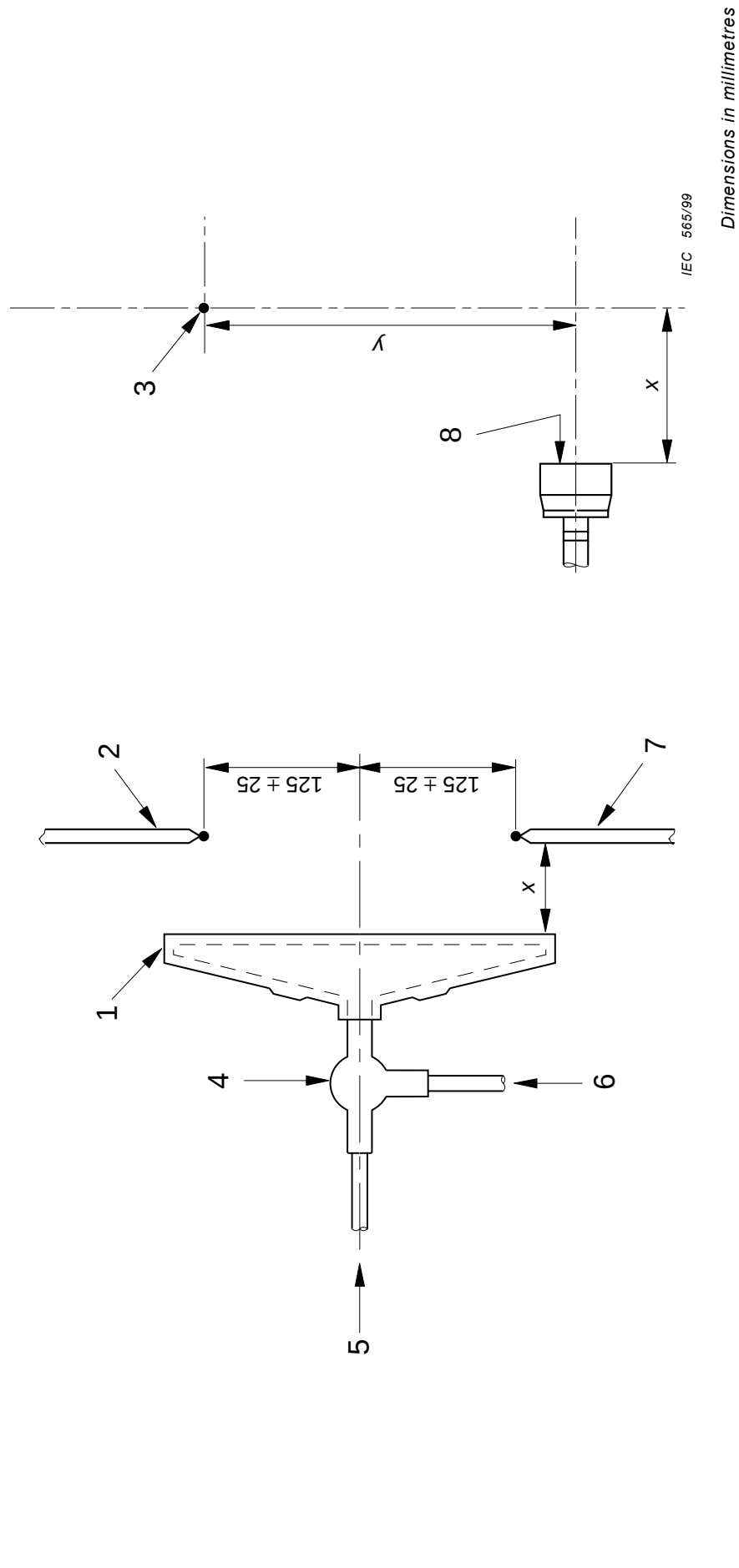


Figure A.1 – Arrangement of thermocouples for verification procedure

Annex B (informative)

Guidance on the choice of recommended burner systems

B.1 Burner and Venturi

A commercially available burner face meeting the recommendations of this standard is the AGF burner insert 11-55, and a suitable 500 mm burner, including the specified burner face, is available from AGF, reference 1857B ¹⁾.

A recommended Venturi mixer is the AGF 14-18.

AGF
American Gas Furnace Company
PO Box 496
Elizabeth
New Jersey 07207
USA

B.2 Mass flow meters

Commercially available mass flow meters suitable for use in carrying out tests according to this standard are supplied by, amongst others

- Brooks Instrument Rosemount
- Kobold Instruments MAS Flow Monitor

B.3 Influence of test chamber volume

Experience has shown variance between results from test chambers with different volumes. It is thus recommended that a standard test chamber, i.e. the design of 27 m³ volume in accordance with IEC 61034-1, be used.

B.4 Influence of draughts in the test chamber

Experience has shown that the flame geometry is influenced by any draughts in the test chamber and it is recommended that the burner be shielded from direct forced ventilation by using appropriate draught shields.

¹⁾ This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Annex C (informative)

Flowmeter calibration correction factors

C.1 General

When using the rotameter type flowmeters to monitor the supply rate of the gases, two factors need to be considered in order to use them correctly. It is important

- a) to know what the flowmeter is indicating when used under the actual operating conditions;
- b) to know under what conditions of temperature and gas pressure the flowmeter was calibrated, and at what conditions it was designed to operate.

Considering point a), most flowmeters are designed to indicate the volumetric flow rate at atmospheric temperature and pressure, i.e. 20 °C and 1 bar. However, considering point b), not all flowmeters are calibrated and designed to work at the same temperature and pressure, and care should be taken to ensure that the temperature and pressure of the gas flowing through a flowmeter are correct for that particular meter. Working the flowmeter at temperatures and pressures different from these conditions requires application of a correction factor such as provided hereafter.

C.2 Example

C.2.1 General

Assume that an air flow rate of 80 l/min at 1 bar and 20 °C is required at the burner.

Flowmeter 1 Calibrated to operate at 2,4 bar absolute and 15 °C, but to indicate l/min at 1 bar and 15 °C

Flowmeter 2 Calibrated to operate at 1 bar absolute and 20 °C, but to indicate l/min at 1 bar and 20 °C

Assume that the air supply pressure up to and including the flowmeters is alternatively at 1 bar (see C.2.2) or at 2,4 bar (see C.2.3) and 20 °C.

The calibration correction factor is given as follows:

$$C = \sqrt{\frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1}}$$

where

T is the absolute temperature, in kelvins (K);

P is the absolute pressure, in bars (bar);

P_1, T_1 are the calibration conditions;

P_2, T_2 are the operating conditions.

C.2.2 Air supplied at 1 bar

Flowmeter 1

This will require a correction factor to be used, since the meter is operating in conditions removed from its designed operating conditions.

$$P1 = 2,4 \text{ bar} \quad T1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P2 = 1 \text{ bar} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

$$C = \sqrt{\frac{2,4}{1} \times \frac{293}{288}} = 1,56$$

Thus, to set a flow rate of 80 l/min at reference conditions, a reading on this flowmeter of 125 l/min ($80 \times 1,56$) is required.

Flowmeter 2

Since this meter is operating under its design conditions, the required flow rate of 80 l/min can be read directly from the meter with no correction factor necessary.

C.2.3 Air supplied at 2,4 bar

Flowmeter 1

This will require a correction factor for temperature, but not for pressure, since the meter is operating at its design pressure.

$$P1 = 2,4 \text{ bar} \quad T1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P2 = 2,4 \text{ bar} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

$$C = \sqrt{\frac{2,4}{2,4} \times \frac{293}{288}} = 1,01$$

Thus, to set a flow rate of 80 l/min at reference conditions, a reading of 81 l/min ($1,01 \times 80$) on this flowmeter is required.

Flowmeter 2

This will also require a correction factor, since it is operating in conditions removed from its design conditions.

$$P1 = 1 \text{ bar} \quad T1 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

$$P2 = 2,4 \text{ bar} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

$$C = \sqrt{\frac{1}{2,4} \times \frac{293}{293}} = 0,65$$

Thus, to set a flow rate of 80 l/min at reference conditions, a reading of 52 l/min ($0,65 \times 80$) on this flowmeter is required.

Annex D (informative)

Bibliography

IEC 61034-1:1997, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 1: Test apparatus*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Définition	24
4 Conditions d'essai	24
4.1 Environnement de l'essai	24
5 Dispositif d'essai	25
5.1 Système de support de l'échantillon	25
5.2 Source de chaleur	25
5.3 Positionnement de la source de chaleur	26
Annexe A (normative) Procédure de vérification du système de brûleur	31
Annexe B (informative) Guide relatif au choix des systèmes de brûleur recommandés	33
Annexe C (informative) Facteurs de correction de l'étalonnage du débitmètre	34
Annexe D (informative) Bibliographie	36
Figure 1 – Exemple de système de support du câble	27
Figure 2 – Face avant du brûleur	28
Figure 3 – Schéma d'un exemple de montage du système de contrôle du brûleur utilisant des débitmètres à flotteur	29
Figure 4 – Disposition du brûleur d'essai et de l'échantillon du câble à l'essai	30
Figure A.1 – Disposition des thermocouples pour la procédure de vérification	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE CÂBLES ÉLECTRIQUES SOUMIS AU FEU – INTÉGRITÉ DES CIRCUITS –

Partie 11: Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au moins 750 °C

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 60331-11 a été établie par le sous-comité 20C: Caractéristiques de combustion des câbles électriques, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette version consolidée de la CEI 60331-11 comprend la première édition (1999) [documents 20C/81/FDIS et 20C/86/RVD] et son amendement 1 (2009) [documents 20/1052/FDIS et 20/1056/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

| La CEI 60331-11 est prévue d'être utilisée en conjonction avec les Parties 21, 23 ou 25.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide CEI 104.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

INTRODUCTION

La CEI 60331 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général: *Essais pour câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits*:

Partie 1, *Méthode d'essai au feu avec chocs pour les câbles de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV et de diamètre externe supérieur à 20 mm, à une température d'au moins 830 °C*

Partie 2, *Méthode d'essai au feu avec chocs pour les câbles de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV et de diamètre externe inférieur ou égal à 20 mm, à une température d'au moins 830 °C*

Partie 3, *Méthode d'essai au feu pour les câbles de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV, essayés sous tube métallique avec chocs, à une température d'au moins 830 °C*

Partie 11, *Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au moins 750 °C*

Partie 21, *Procédures et prescriptions – Câbles de tension assignée jusque et y compris 0,6/1,0 kV*

Partie 23, *Procédures et prescriptions – Câbles électriques de données*

Partie 25, *Procédures et prescriptions – Câbles à fibres optiques*

NOTE Les Parties 21, 23 et 25 décrivent uniquement les conditions d'essai avec une flamme à une température d'au moins 750 °C.

Depuis sa première édition (1970), la CEI 60331 a été élargie afin que l'appareillage d'essai puisse être utilisé pour les essais des petits et gros câbles d'énergie, de contrôle, de données et les câbles à fibres optiques.

Lorsqu'elle a été publiée pour la première fois en 1999, la CEI 60331-11 a introduit plusieurs améliorations basées sur l'expérience pratique acquise qui a été retenue à partir de la CEI 60331(1970). Ces améliorations couvrent les points suivants:

- la définition du brûleur et sa position pendant l'essai, plus particulièrement pour s'assurer que les débris tombant de l'échantillon en essai ne produisent pas une interférence sur la flamme;
- la définition du combustible, le débit et le contrôle de son alimentation;
- le contrôle, la mesure et la vérification de la température.

ESSAIS DE CâBLES ÉLECTRIQUES SOUMIS AU FEU – INTÉGRITÉ DES CIRCUITS –

Partie 11: Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au moins 750 °C

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60331 donne des précisions sur l'appareillage d'essai à utiliser pour l'essai des câbles devant conserver l'intégrité de leurs circuits lorsqu'ils sont soumis à un incendie seul en condition d'essai basé sur une flamme avec un dégagement de chaleur contrôlé correspondant à une température d'au moins 750 °C.

La CEI 60311-11 indique aussi dans l'annexe A la procédure de vérification du brûleur et du système de contrôle utilisés pour l'essai.

2 Références normatives

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

CEI 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*

Guide CEI 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

3 Définition

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60331, la définition suivante s'applique.

3.1

intégrité du circuit

aptitude du câble à continuer de fonctionner de la façon prévue lorsqu'il est soumis à une source de flamme spécifiée pendant une durée spécifiée

4 Conditions d'essai

4.1 Environnement de l'essai

L'essai doit être effectué dans un local approprié pourvu de moyens d'évacuation des gaz nocifs résultant de la combustion. Une ventilation suffisante doit être disposée afin d'entretenir la flamme pendant la durée de l'essai.

NOTE 1 Un exemple de local approprié est indiqué dans la CEI 61034-1.

La température ambiante à l'extérieur du local doit être comprise entre 5 °C et 40 °C.

Dans le local, les conditions de ventilation et de disposition des écrans utilisées durant les opérations de vérification doivent être maintenues identiques pendant la réalisation de l'essai.

NOTE 2 Il peut être nécessaire de placer des écrans tels que ceux décrits dans la CEI 61034-1 par exemple dans une position appropriée pour protéger le brûleur des courants d'air qui pourraient influencer la géométrie de la flamme.

NOTE 3 L'essai indiqué dans la présente norme peut impliquer l'emploi de tensions et de températures dangereuses. Il convient de prendre des précautions appropriées contre les risques de choc, de brûlure, de feu et d'explosion qui pourraient en résulter, et contre les fumées nocives qui pourraient être générées.

5 Dispositif d'essai

5.1 Système de support de l'échantillon

L'échantillon, comme décrit dans la procédure qui se rapporte aux Parties 21, 23 ou 25 de la CEI 60331, doit être tenu horizontalement à chaque extrémité de la partie gainée ou protégée au moyen de supports appropriés. L'échantillon doit être solidement attaché à une extrémité pour éviter tout mouvement et supporté à l'autre extrémité pour permettre la dilatation thermique dans le sens longitudinal. La portion centrale du câble doit être soutenue par deux anneaux métalliques placés approximativement à 300 mm l'un de l'autre; ceux-ci ainsi que toute autre partie métallique de l'appareil de support doivent être mis à la terre. Les anneaux doivent avoir un diamètre intérieur d'approximativement 150 mm et être constitués d'une tige d'acier circulaire de (10 ± 2) mm de diamètre. Le dispositif de support du câble est présenté à la figure 1.

Pour les câbles non armés de diamètre inférieur à 10 mm, trois anneaux de support métalliques supplémentaires, chacun placé approximativement à 150 mm des deux anneaux spécifiés précédemment, doivent être utilisés pour supporter le câble.

5.2 Source de chaleur

5.2.1 La source de chaleur doit consister en un brûleur à gaz propane du type ruban, avec une longueur nominale de la face du brûleur de 500 mm avec un mélangeur Venturi. Il est recommandé d'utiliser un brûleur à alimentation centrale. La largeur nominale de la face avant du brûleur doit être de 10 mm. La face active du brûleur doit comporter trois rangées de trous de 1,32 mm de diamètre disposés en quinconce et dont les centres sont espacés de 3,2 mm, comme représenté à la figure 2. De plus, une rangée de petits trous disposés de chaque côté de la plaque du brûleur est autorisée, afin de servir de trous pilotes pour que la flamme continue de brûler.

Des indications concernant le choix du système de brûleur recommandé sont données dans l'annexe B.

5.2.2 Il convient d'utiliser des débitmètres massiques comme moyen de contrôle exact des débits d'entrée de combustible et d'air au brûleur.

NOTE 1 Des débitmètres à flotteur peuvent être utilisés en variante, mais ils ne sont pas recommandés. Des indications concernant leur utilisation et l'application des facteurs de correction sont données dans l'Annexe C. La Figure 3 représente un exemple d'un système de contrôle utilisant des débitmètres à flotteur.

Pour les besoins de cet essai, l'air doit avoir un point de condensation ne dépassant pas 0 °C.

Les débits utilisés pour l'essai dans les conditions normales (1 bar et 20 °C) doivent être les suivants:

- air: (80 ± 5) l/min par longueur de la face du brûleur de 500 mm;
- propane: $(5 \pm 0,25)$ l/min par longueur de la face du brûleur de 500 mm.

NOTE 2 La pureté du propane n'est pas définie. Des qualités industrielles qui contiennent des impuretés sont permises, à condition que les exigences de l'étalonnage soient réalisées.

5.2.3 Le brûleur et son système de contrôle doivent faire l'objet d'une vérification suivant la procédure indiquée à l'annexe A.

5.3 Positionnement de la source de chaleur

La face du brûleur doit être positionnée dans le local d'essai de telle façon qu'elle se trouve au moins à 200 mm au-dessus du sol et à 300 mm de toute paroi.

Le brûleur doit être aligné avec l'échantillon d'essai, comme indiqué à la figure 4, de telle façon que:

- son plan central horizontal soit à une distance de (70 ± 10) mm en dessous du point le plus bas de l'échantillon à l'essai;
- sa face antérieure verticale soit approximativement à 45 mm du plan vertical central de l'échantillon à l'essai.

La situation exacte du brûleur à utiliser pendant l'essai du câble doit être déterminée en utilisant la procédure de vérification indiquée à l'annexe A.

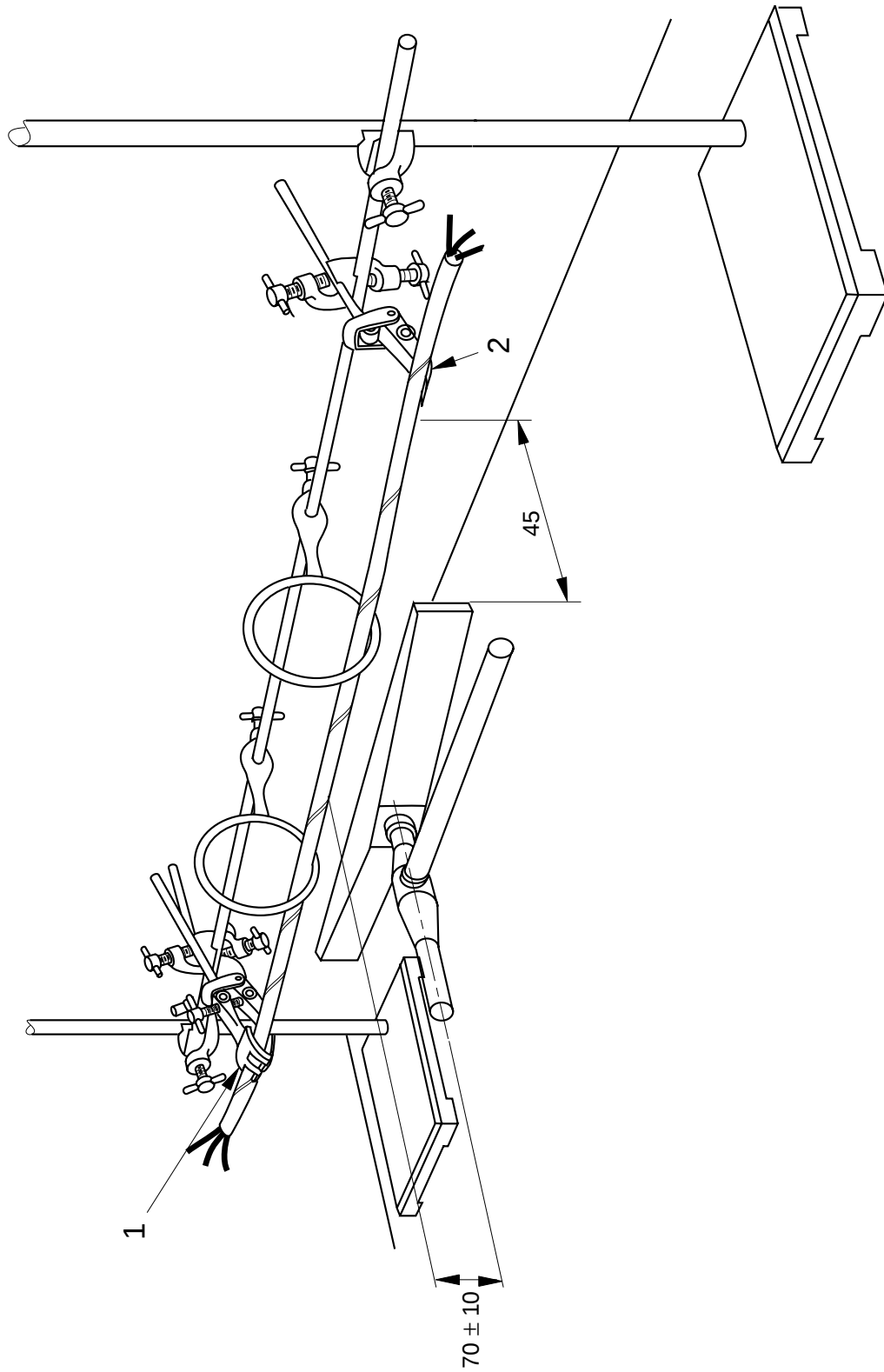
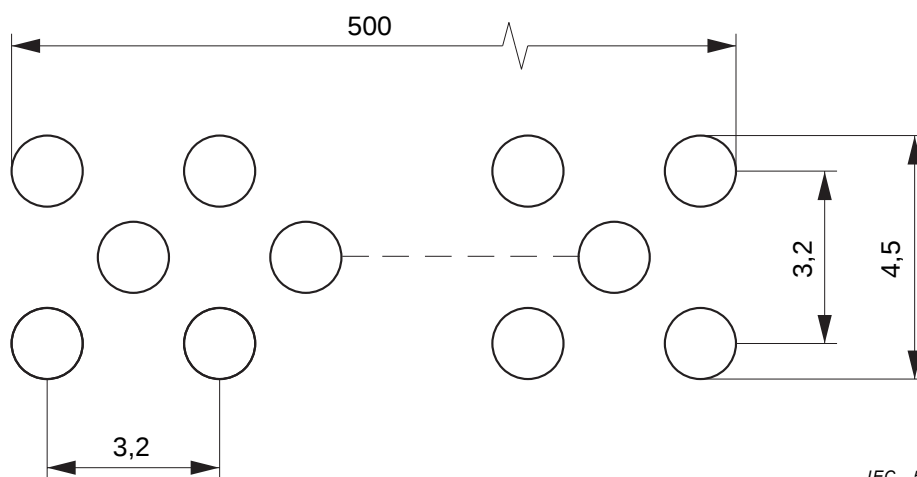


Figure 1 – Exemple de système de support du câble

Légende

1 Attache

2 Support



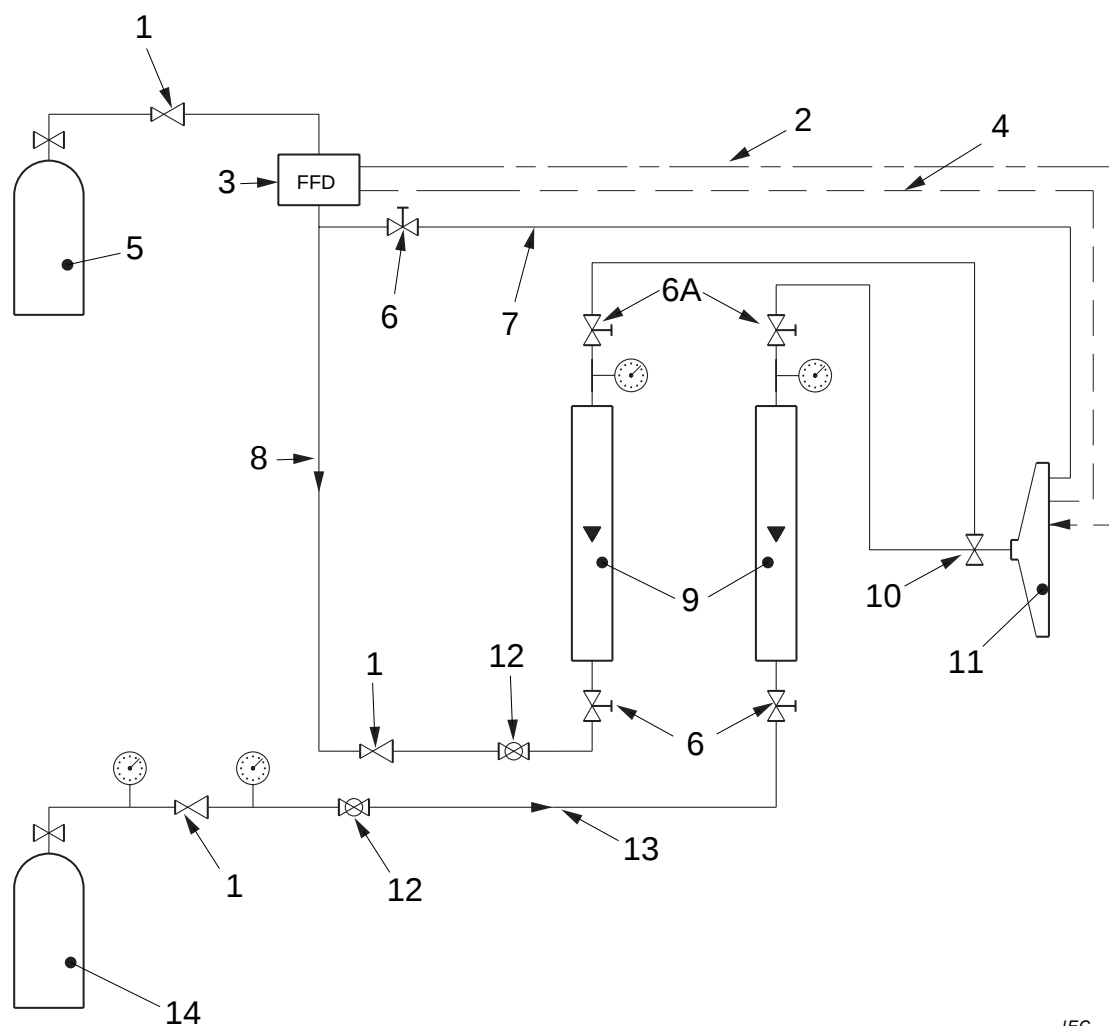
IEC 562/99

Dimensions en millimètres

Tolérance sur toutes les dimensions: $\pm 5 \%$

Trous ronds, de diamètre 1,32 mm, placés en quinconce à 3,2 mm de distance sur trois rangées et centrés sur la face avant du brûleur

Figure 2 – Face avant du brûleur



IEC 563/99

Légende

- | | | | |
|---|--|----|--------------------------|
| 1 | Régulateur | 8 | Alimentation en gaz |
| 2 | Allumeur piézo-électrique | 9 | Débitmètres à flotteur |
| 3 | Sécurité de coupure de flamme | 10 | Mélangeur Venturi |
| 4 | Thermocouples de contrôle | 11 | Brûleur |
| 5 | Bouteille de propane | 12 | Vanne à bille |
| 6 | Vanne à pointeau (6A = position alternative) | 13 | Alimentation en air |
| 7 | Alimentation de la flamme pilote | 14 | Bouteille d'air comprimé |

Figure 3 – Schéma d'un exemple de montage du système de contrôle du brûleur utilisant des débitmètres à flotteur

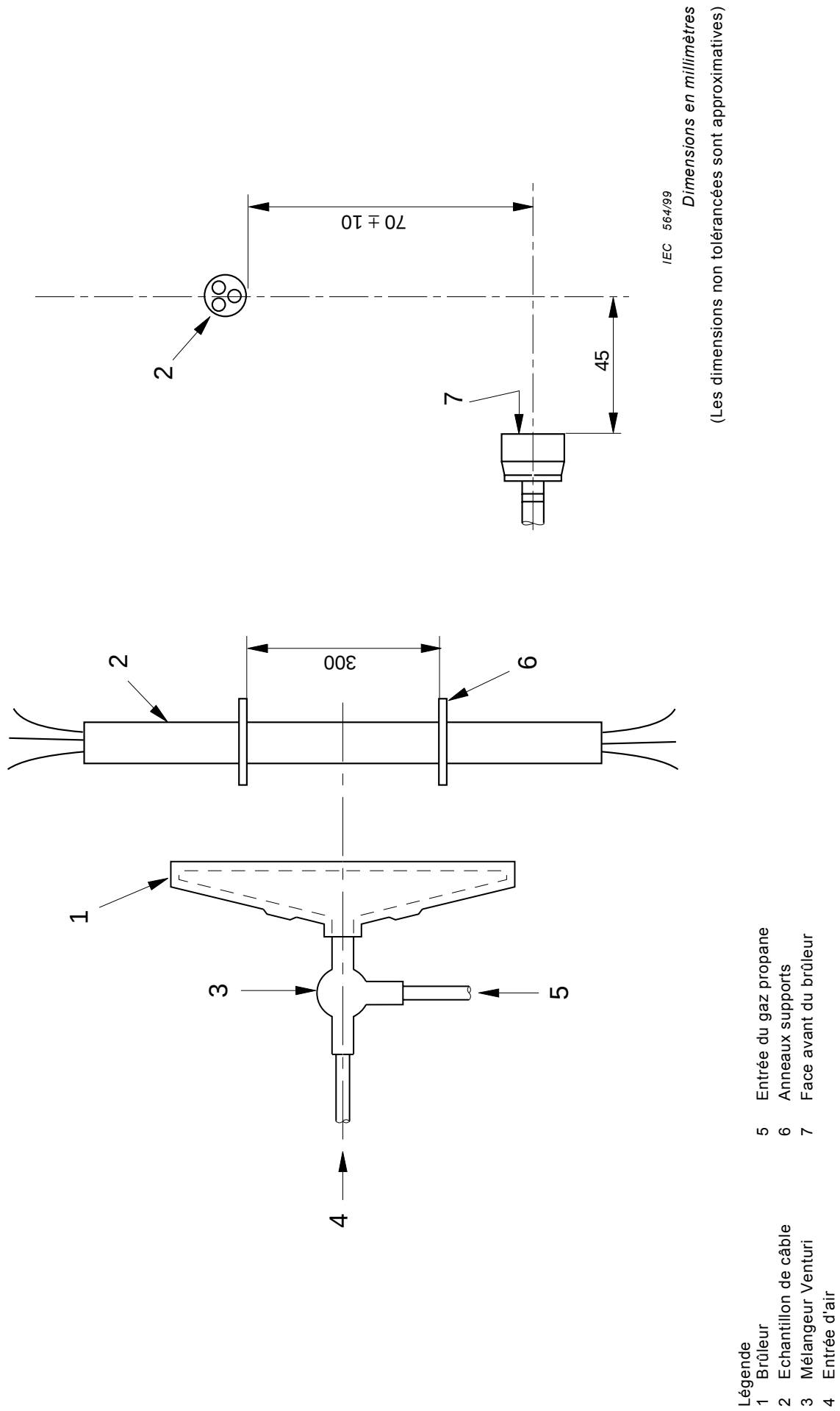


Figure 4 – Disposition du brûleur d'essai et de l'échantillon du câble à l'essai

Annexe A (normative)

Procédure de vérification du système de brûleur

A.1 Dispositif de mesure de la température

La température de la flamme doit être mesurée à l'aide de deux thermocouples sous gaine d'acier inoxydable à isolation minérale type K de 1,5 mm, comme spécifié dans la CEI 60584-1, et positionnés comme indiqué à la figure A.1.

A.2 Procédure de vérification

A.2.1 Placer le brûleur approximativement à 45 mm horizontalement (x mm) du thermocouple et à 70 mm verticalement (y mm) au-dessous de l'axe des thermocouples comme représenté à la figure A.1.

A.2.2 Allumer le brûleur et régler l'alimentation en gaz et en air aux valeurs indiquées en 5.2.2.

A.2.3 Régler la position du brûleur horizontalement jusqu'à ce que les thermocouples soient près de la ligne centrale verticale de la flamme.

A.2.4 Contrôler la température enregistrée par les thermocouples sur une durée de 10 min pour s'assurer que les conditions sont stables.

A.2.5 La procédure de vérification doit être considérée comme satisfaite si la moyenne des deux lectures des thermocouples sur une durée de 10 min est dans l'intervalle de tolérance (750^{+50}_0) °C et si la variation maximale de la moyenne des lectures des thermocouples ne dépasse pas 40 °C. Une mesure au moins doit être effectuée toutes les 30 s de façon à obtenir la moyenne.

NOTE La méthode précise pour obtenir la moyenne de la lecture du thermocouple sur cette période n'est pas spécifiée mais il est recommandé d'utiliser un enregistreur disposant de facilités d'établissement de la moyenne de façon à modérer la variabilité provoquée par la mesure en un point.

A.2.6 Si la vérification n'est pas satisfaisante, les débits doivent être modifiés dans les limites des tolérances indiquées en 5.2.2 et l'on effectue un contrôle supplémentaire.

A.2.7 Si la vérification de A.2.6 n'est pas satisfaisante, la distance verticale (y) doit être modifiée avec la tolérance indiquée en 5.3, avec réglage approprié de la distance horizontale (x) pour être conforme à A.2.3, et on doit effectuer un contrôle supplémentaire.

A.2.8 Les positions établies pour une vérification satisfaisante doivent être enregistrées.

A.2.9 Si aucune vérification ne peut être satisfaisante dans les tolérances indiquées en 5.2.2 et en 5.3, le système de brûleur doit être considéré comme incapable de satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

Annexe B (informative)

Guide relatif au choix des systèmes de brûleur recommandés

B.1 Brûleur et Venturi

Une face active de brûleur, disponible dans le commerce et satisfaisant aux recommandations de la présente norme, est l'insert de brûleur AGF 11-55, et un brûleur approprié de 500 mm comprenant la face active de brûleur spécifiée est disponible auprès de AGF, référence 1857B ¹⁾.

Un mélangeur Venturi recommandé est le modèle AGF 14-18.

AGF
American Gas Furnace Company
PO Box 496
Elizabeth
New Jersey 07207
USA

B.2 Débitmètres massiques

Des débitmètres massiques, disponibles dans le commerce et pouvant être utilisés pour effectuer des essais conformément à la présente norme, sont fournis par

- Brooks Instrument Rosemount
- Kobold Instruments MAS Flow Monitor

B.3 Influence du volume du local d'essai

L'expérience a montré un écart entre les résultats obtenus à partir de chambres d'essai ayant des volumes différents. Il est donc recommandé d'utiliser une chambre d'essai normalisée, par exemple la chambre de 27 m³ conforme à la CEI 61034-1.

B.4 Influence des courants d'air dans le local d'essai

L'expérience a montré que la géométrie de la flamme est influencée par tout courant d'air dans la chambre d'essai; il est donc recommandé de protéger le brûleur de la ventilation forcée directe à l'aide d'écrans appropriés.

¹⁾ Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

Annexe C (informative)

Facteurs de correction de l'étalonnage du débitmètre

C.1 Généralités

Lors de l'emploi des débitmètres à flotteur pour contrôler le débit de l'alimentation des gaz, deux facteurs ont besoin d'être étudiés, de façon à les utiliser correctement. Il est important

- a) de connaître ce qu'indique le débitmètre en conditions de fonctionnement réelles;
- b) de savoir dans quelles conditions de température et de pression de gaz le débitmètre a été étalonné et dans quelles conditions il est destiné à fonctionner.

En ce qui concerne le point a), la plupart des débitmètres sont conçus pour indiquer le débit par unité de volume à la température ambiante et à la pression atmosphérique, c'est-à-dire à 20 °C et à 1 bar. Cependant, en ce qui concerne le point b), tous les débitmètres ne sont pas étalonnés et conçus pour fonctionner à la même température et à la même pression; il convient de prendre soin de s'assurer que la température et la pression du gaz s'écoulant par un débitmètre sont adaptées pour cet appareil de mesure particulier. Faire fonctionner le débitmètre à des températures et pressions différentes de ces conditions nécessite l'application d'un facteur de correction qui est calculé comme indiqué ci-dessous.

C.2 Exemple

C.2.1 Généralités

Supposons qu'un débit d'air de 80 l/min à 1 bar et 20 °C soit prescrit au niveau du brûleur:

Débitmètre 1 Étaloné pour fonctionner à 2,4 bars absolu et 15 °C, mais gradué en l/min à 1 bar et 15 °C

Débitmètre 2 Étaloné à 1 bar absolu et 20 °C, mais gradué en l/min à 1 bar et 20 °C

Supposons également que la pression de l'alimentation en air mesuré jusque et y compris au niveau des débitmètres soit de 1 bar (voir C.2.2) ou alternativement de 2,4 bars (voir C.2.3), et que sa température soit de 20 °C.

Le facteur de correction de l'étalonnage est donné comme suit:

$$C = \sqrt{\frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1}}$$

où

T est la température absolue, en kelvins (K);

P est la pression absolue, en bars (bar);

P_1, T_1 sont les conditions d'étalonnage;

P_2, T_2 sont les conditions de fonctionnement.

C.2.2 Alimentation d'air à 1 bar

Débitmètre 1

Celui-ci nécessite l'utilisation d'un facteur de correction étant donné que l'appareil de mesure fonctionne dans des conditions différentes de celles prévues.

$$P1 = 2,4 \text{ bars} \quad T1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P2 = 1 \text{ bar} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

En substituant ces valeurs:

$$C = \sqrt{\frac{2,4}{1} \times \frac{293}{288}} = 1,56$$

Ainsi pour établir un débit de 80 l/min dans les conditions de référence, on doit lire 125 l/min ($80 \times 1,56$) sur ce débitmètre.

Débitmètre 2

Etant donné que cet appareil de mesure fonctionne dans les conditions prévues pour lui, le débit prescrit de 80 l/min peut être lu directement sur l'appareil de mesure sans qu'un facteur de correction soit nécessaire.

C.2.3 Alimentation d'air à 2,4 bars

Débitmètre 1

Celui-ci nécessite l'utilisation d'un facteur de correction mais uniquement pour la température et non pour la pression étant donné que cet appareil de mesure fonctionne à la pression prévue pour lui:

$$P1 = 2,4 \text{ bars} \quad T1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P2 = 2,4 \text{ bars} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

En substituant ces valeurs:

$$C = \sqrt{\frac{2,4}{2,4} \times \frac{293}{288}} = 1,01$$

Ainsi pour établir un débit de 80 l/min dans les conditions de référence, on doit lire 81 l/min ($1,01 \times 80$) sur ce débitmètre.

Débitmètre 2

Celui-ci nécessite également l'utilisation d'un facteur de correction étant donné qu'il fonctionne dans des conditions différentes de celles prévues:

$$P1 = 1 \text{ bar} \quad T1 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

$$P2 = 2,4 \text{ bars} \quad T2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

En substituant ces valeurs:

$$C = \sqrt{\frac{1}{2,4} \times \frac{293}{293}} = 0,65$$

Ainsi pour établir un débit de 80 l/min dans les conditions de référence, on doit lire 52 l/min ($0,65 \times 80$) sur ce débitmètre.

Annexe D (informative)

Bibliographie

CEI 61034-1:1997, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 1: Appareillage d'essai*

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