

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

GROUP SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ

**Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions –
Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or
cables – Apparatus**

**Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu –
Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles
montés en nappes en position verticale – Appareillage**



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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

**Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions –
Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or
cables – Apparatus**

**Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu –
Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles
montés en nappes en position verticale – Appareillage**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.220.40; 29.020; 29.060.20

ISBN 978-2-88910-130-6

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Definitions.....	6
4 Test environment.....	6
5 Test apparatus.....	7
5.1 Test chamber.....	7
5.2 Air supply.....	7
5.3 Ladder types.....	7
5.4 Effluent cleaning attachment.....	7
6 Ignition source.....	8
6.1 Type.....	8
6.2 Positioning.....	9
Annex A (informative) Details of recommended burner.....	18
Annex B (informative) Flowmeter calibration correction factors.....	19
Figure 1 – Test chamber.....	11
Figure 2 – Thermal insulation of back and sides of the test chamber.....	12
Figure 3 – Positioning of burner and typical arrangement of test sample on ladder.....	13
Figure 4 – Tubular steel ladders for cable test.....	14
Figure 5 – Burner configurations.....	15
Figure 6 – Arrangement of holes for burners.....	16
Figure 7 – Schematic diagram of an example of a burner control system using rotameters.....	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES
UNDER FIRE CONDITIONS –****Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched
wires or cables – Apparatus**

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 60332-3-10 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

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

IEC 60332-3-10 forms one of a series of publications dealing with tests on electric cables under fire conditions; the series supersedes IEC 60332-3 published in 1992. The parts of the series are described in the introduction.

All pre-existing categories of test are retained and updated. A new category (category D) has been added to cater for testing at very low non-metallic volumes.

This consolidated version of IEC 60332-3-10 consists of the first edition (2000) [documents 20/402/FDIS and 20/426/RVD] and its amendment 1 (2008) [documents 20/933/CDV and 20/982A/RVC].

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.

Annexes A and B 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

Parts 1 and 2 of IEC 60332 specify methods of test for flame spread characteristics for a single vertical insulated wire or cable. It cannot be assumed that, because a wire or cable meets the requirements of parts 1 and 2, a vertical bunch of similar cables or wires will behave in a similar manner. This is because flame spread along a vertical bunch of cables depends on a number of features, such as

- a) the volume of combustible material exposed to the fire and to any flame which may be produced by the combustion of the cables;
- b) the geometrical configuration of the cables and their relationship to an enclosure;
- c) the temperature at which it is possible to ignite the gases emitted from the cables;
- d) the quantity of combustible gas released from the cables for a given temperature rise;
- e) the volume of air passing through the cable installation;
- f) the construction of the cable, for example armoured or unarmoured, multi- or single-core.

All of the foregoing assume that the cables are able to be ignited when involved in an external fire.

Part 3 of IEC 60332 gives details of a test where a number of cables are bunched together to form various test sample installations. For easier use and differentiation of various test categories, the parts are designated as follows:

Part 3-10: Apparatus

Part 3-21: Category A F/R

Part 3-22: Category A

Part 3-23: Category B

Part 3-24: Category C

Part 3-25: Category D

Parts from 3-21 onwards define the various categories and the relevant procedures. The categories are distinguished by test duration, the volume of non-metallic material of the test sample and the method of mounting the sample for the test. In all categories, cables having at least one conductor of cross-sectional area greater than 35 mm^2 are tested in a spaced configuration, whereas cables of conductor cross-sectional area of 35 mm^2 or smaller are tested in a touching configuration.

The categories are not necessarily related to different safety levels in actual cable installations. The actual installed configuration of the cables may be a major determinant in the level of flame spread occurring in an actual fire.

The method of mounting described in category A F/R (part 3-21) is intended for special cable designs used in particular installations.

Categories A, B, C and D (parts 3-22 to 3-25 respectively) are for general use where different non-metallic volumes are applicable.

TESTS ON ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES UNDER FIRE CONDITIONS –

Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Apparatus

1 Scope

The series of International Standards covered by Parts 3-10, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24 and 3-25 of IEC 60332 specifies methods of test for the assessment of vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables, electrical or optical, under defined conditions.

NOTE For the purpose of this standard the term “electric wire or cable” covers all insulated metallic conductor cables used for the conveyance of energy or signals.

This part of IEC 60332 details the apparatus and its arrangement and calibration.

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 60695-4, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests*

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

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60332 the following definition applies. The definition is taken from IEC 60695-4.

3.1

ignition source

source of energy that initiates combustion

4 Test environment

The test shall not be carried out if the external wind speed, measured by an anemometer fitted on the top of the test rig, is greater than 8 m/s and shall not be carried out if the temperature of the inside walls is below 5 °C or above 40 °C measured at a point approximately 1 500 mm above floor level, 50 mm from a side wall, and 1 000 mm from the door. The enclosure door shall be closed throughout the test.

5 Test apparatus

The test apparatus consists of the following:

5.1 Test chamber

The test rig (see Figures 1a and 1b) shall comprise a vertical test chamber having a width of $(1\,000 \pm 100)$ mm, a depth of $(2\,000 \pm 100)$ mm and a height of $(4\,000 \pm 100)$ mm; the floor of the chamber shall be raised above ground level. The test chamber shall be nominally airtight along its sides, air being admitted at the base of the test chamber through an aperture of (800 ± 20) mm $\times$ (400 ± 10) mm situated (150 ± 10) mm from the front wall of the test chamber (see figure 1).

An outlet (300 ± 30) mm $\times$ $(1\,000 \pm 100)$ mm shall be made at the rear edge of the top of the test chamber. The back and sides of the test chamber shall be thermally insulated to give a coefficient of heat transfer of approximately $0,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. For example, a steel plate 1,5 mm to 2,0 mm thick covered with 65 mm of mineral wool with a suitable external cladding is satisfactory (see figure 2). The distance between the ladder and the rear wall of the chamber is (150 ± 10) mm, and between the bottom rung of the ladder and the floor (400 ± 5) mm. The clearance between the lowest point of the test piece and the floor is approximately 100 mm (see figure 3).

5.2 Air supply

A means of supplying a controlled air flow through the chamber shall be fitted.

Air shall be introduced into the test chamber through a box fitted directly underneath, and of approximately the same dimensions as, the air inlet aperture. Air shall be blown into the box from a suitable fan through a straight section of duct which shall enter from the rear of the test chamber and be parallel to the floor and along the burner centre line as shown in Figure 1b. The duct shall be arranged to allow air into the box through an opening in the longest side.

NOTE 1 A grille may be placed over the air inlet aperture to facilitate accessing the test chamber but should neither restrict the airflow nor modify its direction.

NOTE 2 A duct of constant cross-section of approximately 240 cm^2 and minimum length of 60 cm is recommended.

Prior to burner ignition, the air flow shall be adjusted to a rate of $(5\,000 \pm 500)$ l/min at a constant controlled temperature of $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ and at atmospheric pressure and measured at the inlet side before the test commences. This air flow rate shall be maintained throughout the test until cable burning or glowing has ceased or for a maximum time of 1 h from completion of the test flame application period, after which period the flame or glowing shall be extinguished.

NOTE 3 In order to remove noxious gases, it is recommended to maintain the air flow for some minutes after the end of the test, before entering the test chamber.

5.3 Ladder types

There are two types of tubular steel ladder: a standard ladder of (500 ± 5) mm width and a wide ladder of (800 ± 10) mm width. Details of the types of ladder are given in figures 4a and 4b.

5.4 Effluent cleaning attachment

Legal requirements may make it necessary for equipment for collecting and washing the effluent to be fitted to the test chamber. This equipment shall not cause a change in the air flow rate through the test chamber.

6 Ignition source

6.1 Type

As required by the test procedure the ignition source shall be one or two ribbon-type propane gas burners complete with venturi mixer, and their own set of flowmeters. The propane gas shall be technical grade propane of nominal 95 % purity. The flame-producing surface of the burner(s) shall consist of a flat metal plate through which 242 holes of 1,32 mm in diameter are drilled on 3,2 mm centres in three staggered rows of 81, 80 and 81 holes each to form an array having the nominal dimensions 257 mm × 4,5 mm. As the burner plate may be drilled without the use of a drilling jig, the spacing of the holes may vary slightly. Additionally, a row of small holes may be milled on each side of the burner plate to serve as pilot holes with the function of keeping the flame burning.

The burners are shown in figures 5a and 5b, and the placement of the holes in figure 6.

NOTE 1 To ensure reproducibility between results from different testing stations, a burner, which is readily available, is recommended for use. For details, see annex A.

Each burner shall be individually fitted with an accurate means of controlling the propane gas and air input flow rates, either by means of a rotameter-type flowmeter or mass flowmeter.

NOTE 2 Mass flowmeters are recommended for ease of use.

Figure 7 shows an example of a rotameter-type system.

SAFETY NOTE – The following precautions are recommended to ensure safe operation of the ignition source:

- the gas supply system should be equipped with flashback arresters;
- a flame failure protection device should be used;
- safe sequencing of the propane and air supply should be employed during ignition and extinguishing.

The calibration of the propane gas and air rotameter-type flowmeters shall be checked after installation to ensure that the pipework and venturi mixer have not affected the calibration.

Corrections for the variations in temperature and pressure from that specified on the propane gas and air rotameter-type flowmeters shall be applied when necessary, see annex B.

Propane gas and air rotameter-type flowmeters shall be calibrated according to the following reference conditions.

Reference temperature and pressure are 20 °C and 1 bar (100 kPa).

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

The flow rates for the test shall be as follows:

Air $(77,7 \pm 4,8)$ l/min at reference conditions (1 bar and 20 °C) or $(1\,550 \pm 140)$ mg/s

Propane $(13,5 \pm 0,5)$ l/min at reference conditions (1 bar and 20 °C) or (442 ± 10) mg/s

to provide a nominal $(73,7 \pm 1,68) \times 10^6$ J/h $((70\,000 \pm 1\,600)$ Btu/h). ¹⁾

NOTE 3 A net heat of combustion of 46,4 kJ/g is used to calculate the propane flow rate.

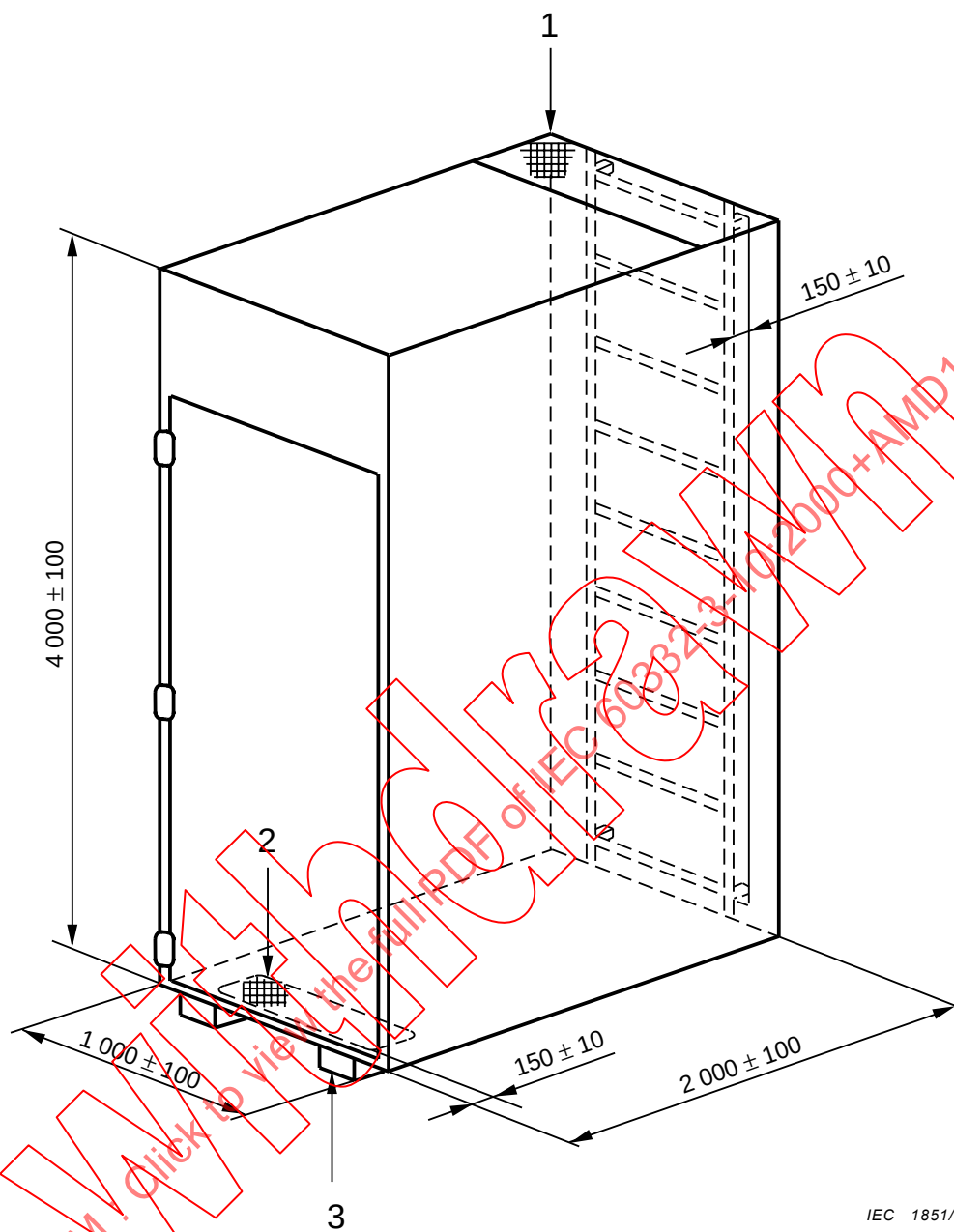
6.2 Positioning

For the test, the burner shall be arranged horizontally at a distance of (75 ± 5) mm from the front surface of the cable sample, (600 ± 5) mm above the floor of the test chamber and approximately symmetrical with the axis of the ladder. The point of application of the burner flame shall lie between two cross-bars on the ladder (see Figure 2 and Figure 3).

Adjustment of air and gas flows prior to the test may be carried out away from the test position.

Where two burners are used in combination with the wide ladder, they shall be arranged so as to be approximately symmetrical with the axis of the ladder, as shown in figure 5b. The burner system shall be positioned such that the centre line of the burner system is approximately coincident with the centre of the ladder.

¹⁾ This is also equivalent to $(20,5 \pm 0,5)$ kW.



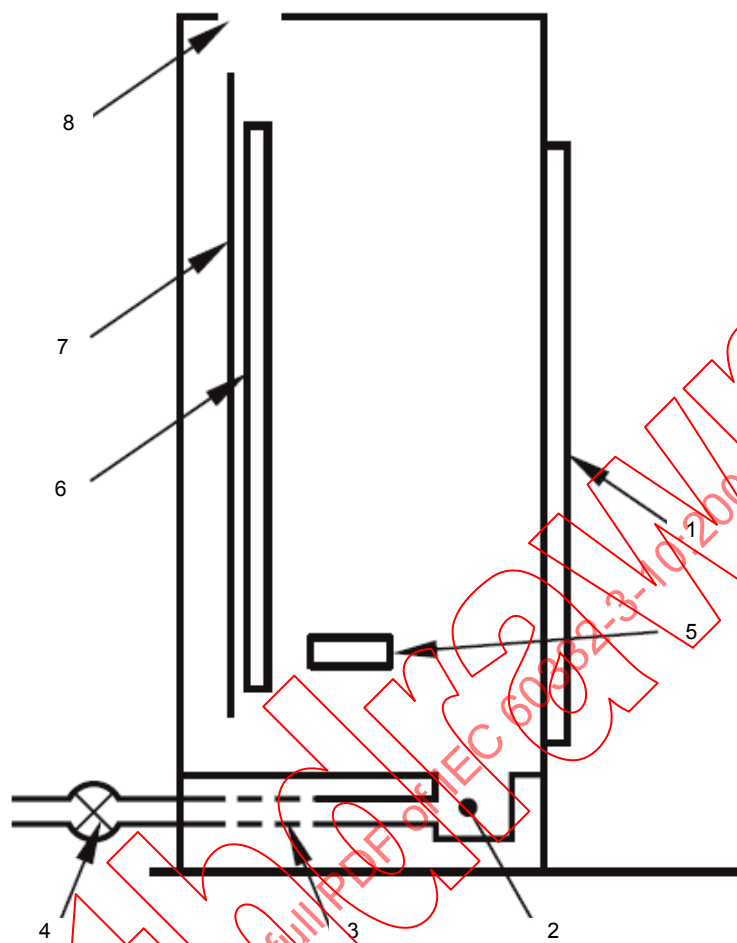
IEC 1851/2000

Key

- 1 Smoke outlet $(300 \pm 30) \times (1\,000 \pm 100)$
- 2 Air inlet $(800 \pm 20) \times (400 \pm 10)$
- 3 Rig raised above ground level

Dimensions in millimetres

Figure 1a – Test chamber

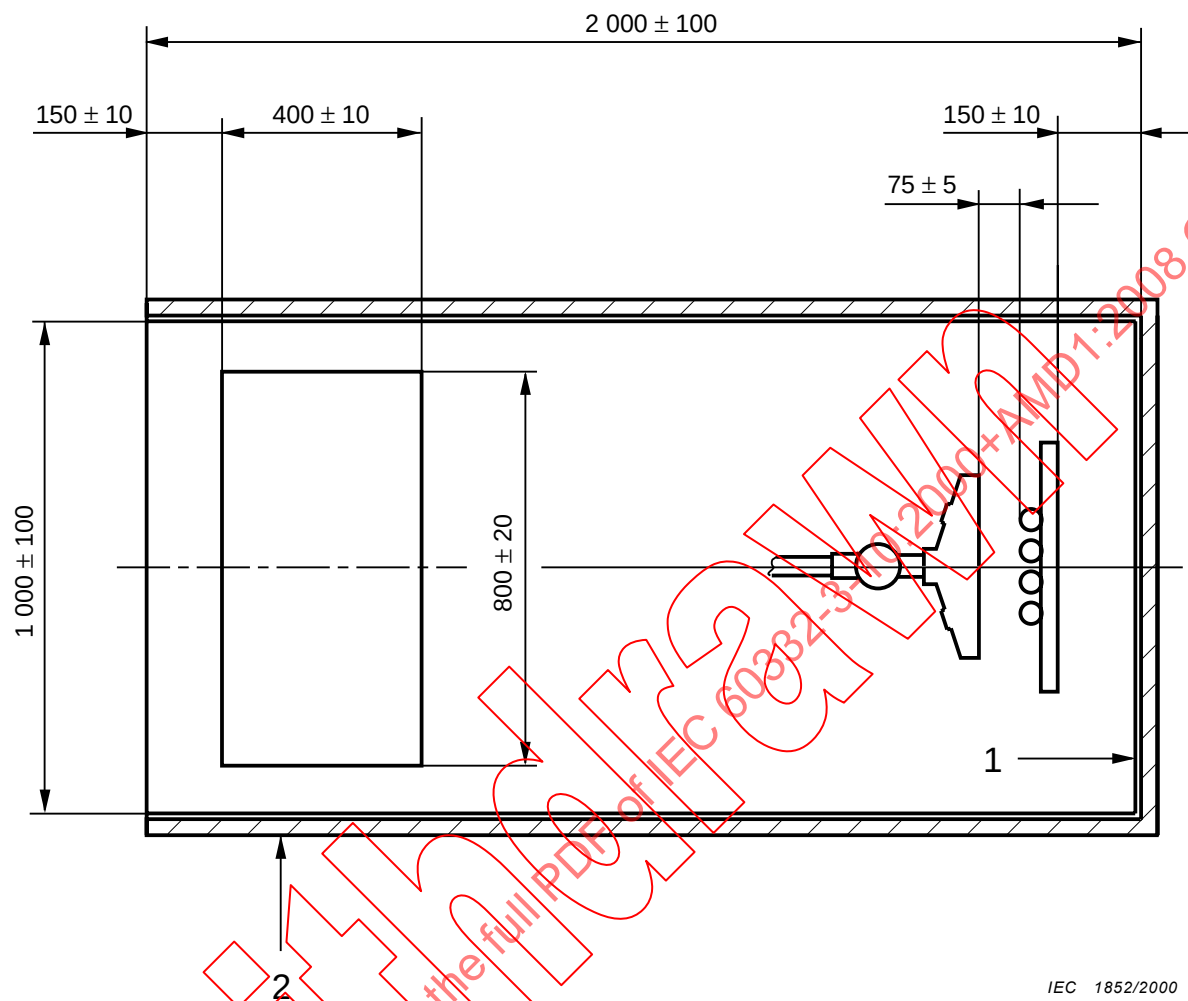


IEC 2350/08

Key

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------|
| 1 | door | 5 | burner |
| 2 | air inlet box | 6 | cables tested |
| 3 | air inlet duct | 7 | ladder |
| 4 | fan (illustrative position) | 8 | smoke outlet |

Figure 1b – Schematic side elevation of test chamber and air inlet arrangement**Figure 1 – Test chamber**



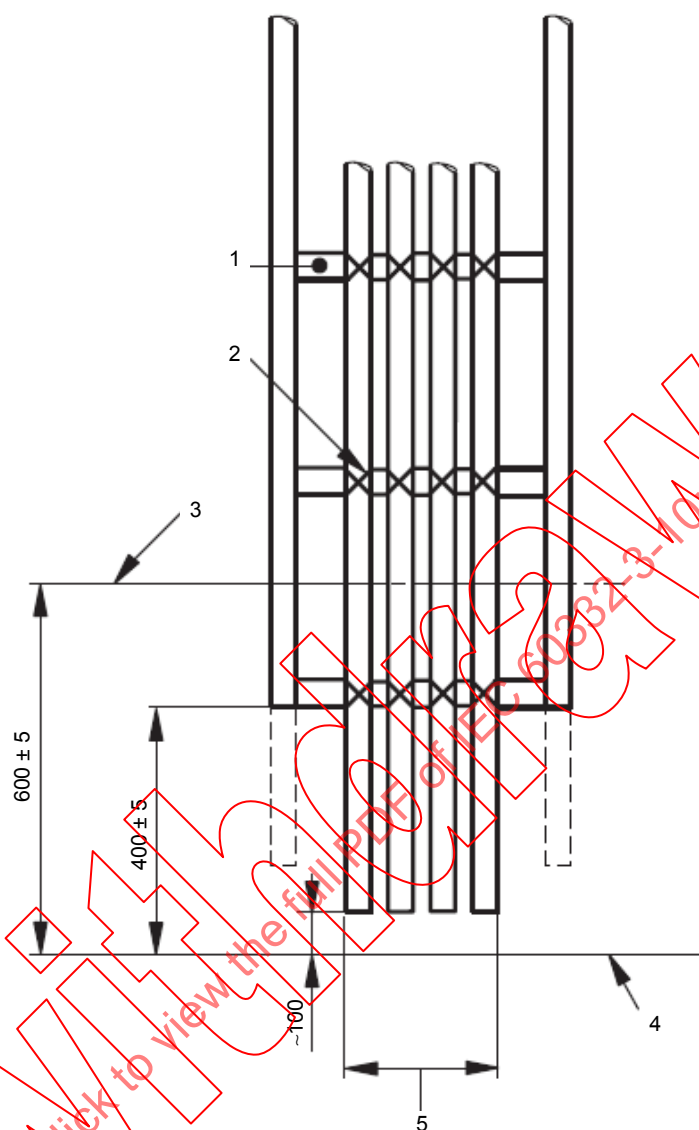
Key

- 1 Steel plate, 1.5 mm to 2 mm thick
- 2 Thermal insulation of mineral wool approximately 65 mm thick with suitable external cladding to give a coefficient of heat transfer of approximately $0,7 \text{ W} \times \text{m}^{-2} \times \text{K}^{-1}$

Dimensions in millimetres

Figure 2 – Thermal insulation of back and sides of the test chamber

Dimensions in millimetres

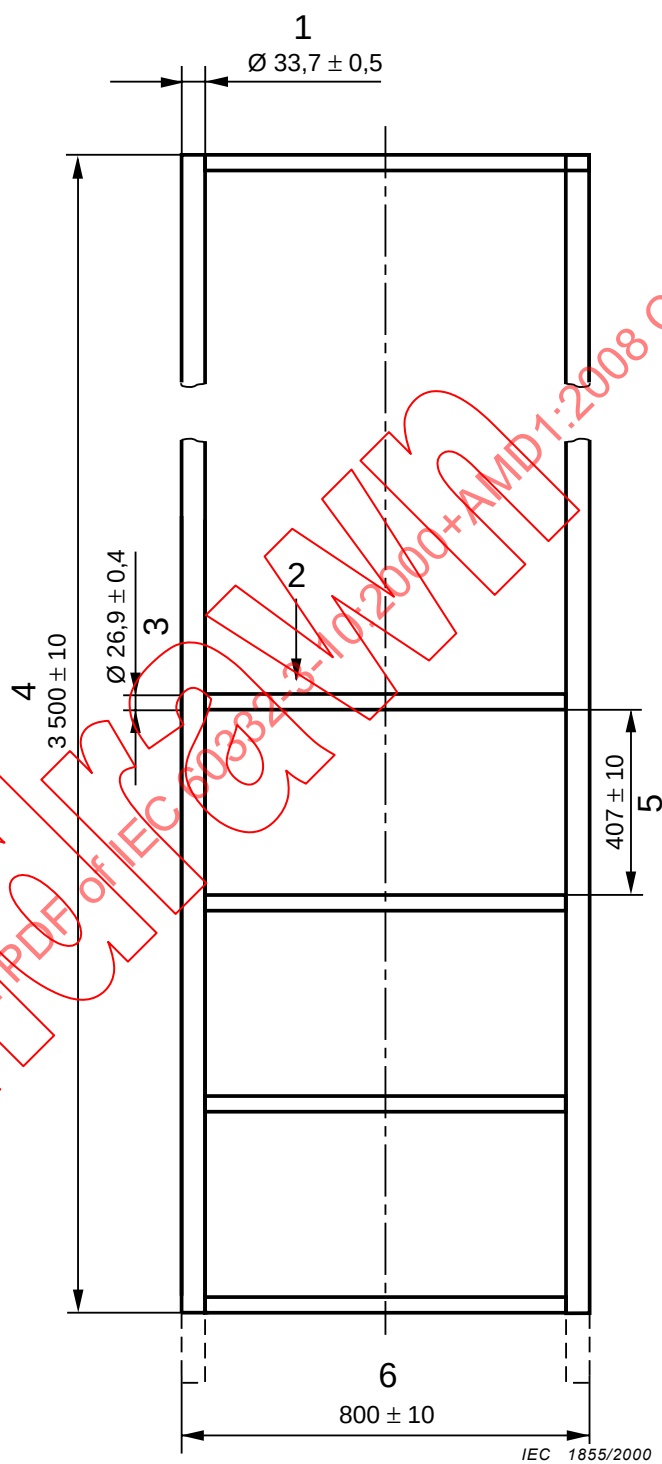
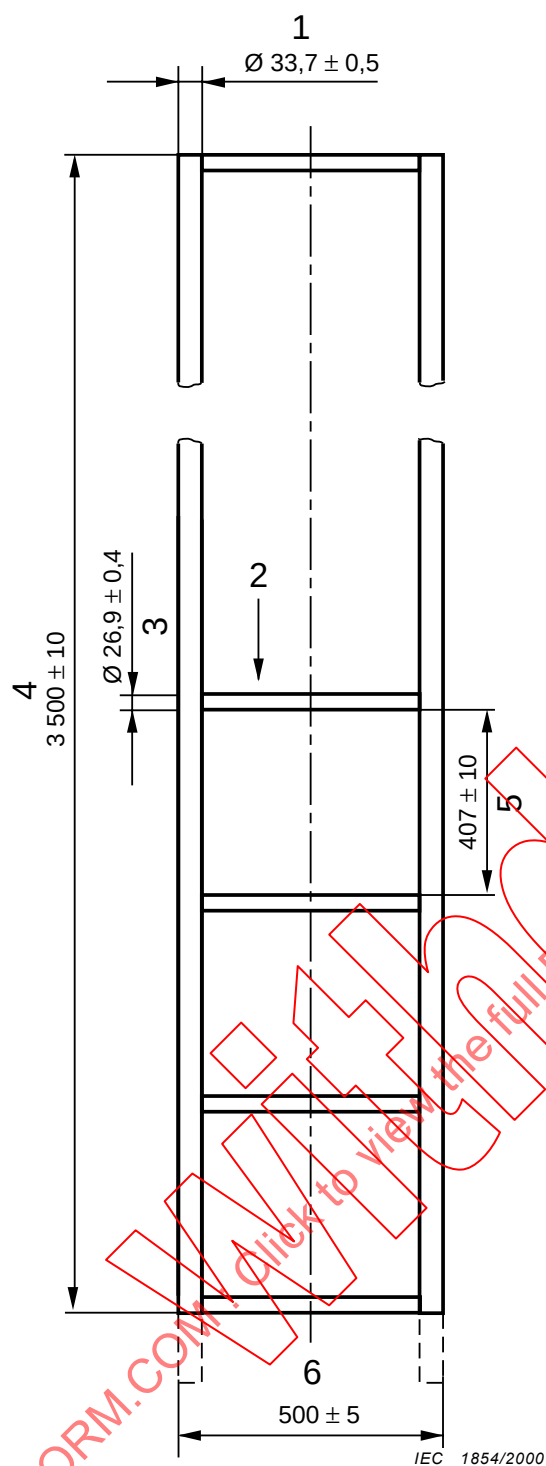


IEC 2351/08

Key

- 1 round steel rungs
- 2 metal wire ties
- 3 centre line of burner
- 4 floor
- 5 maximum width (according to test category)

Figure 3 – Positioning of burner and typical arrangement of test sample on ladder



Key

- 1 Diameter of upright
- 2 Number rungs = 9
- 3 Diameter of rungs

- 4 Total height of ladder
- 5 Distance between rungs
- 6 Width

Dimensions in millimetres

Figure 4a – Standard ladder

Figure 4b – Wide ladder

Figure 4 – Tubular steel ladders for cable test

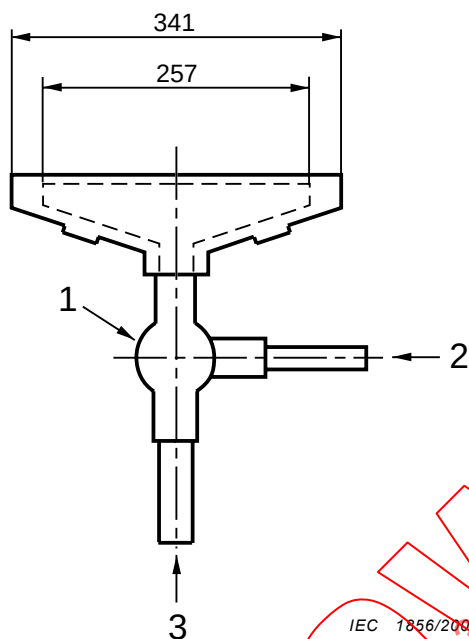


Figure 5a – Single burner for use with standard ladder

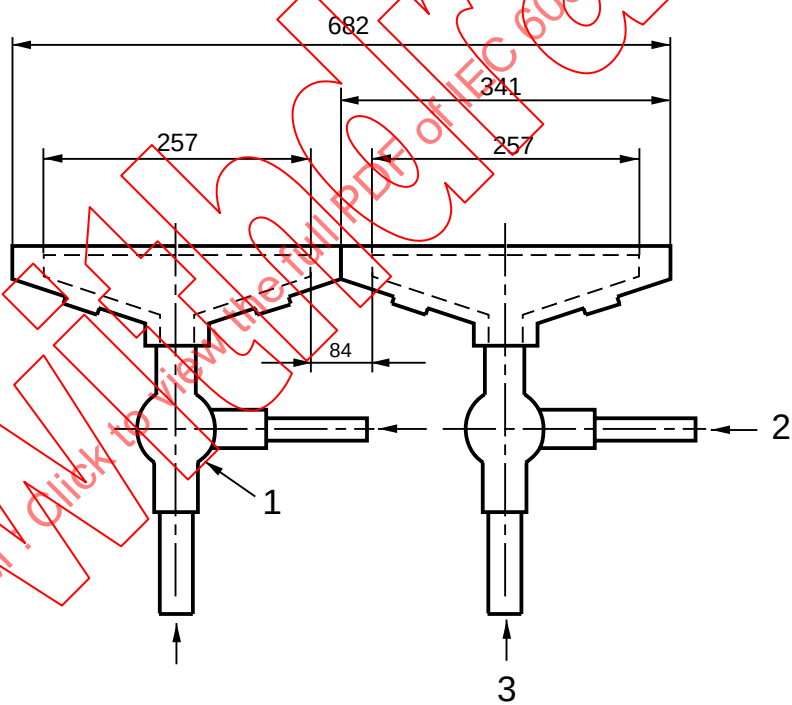


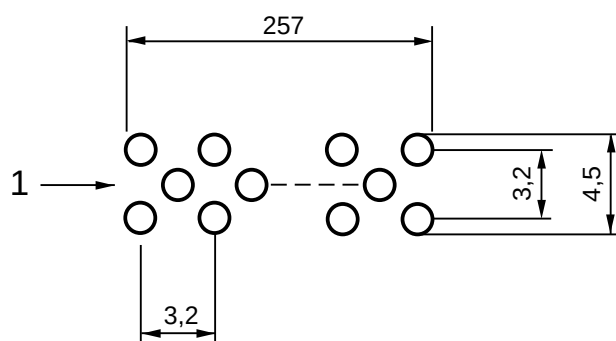
Figure 5b — Two burners in combination for use with the wide ladder

Key

- 1 Venturi air-gas mixer
- 2 Propane gas entry
- 3 Compressed air entry

Dimensions in millimetres

Figure 5 – Burner configurations



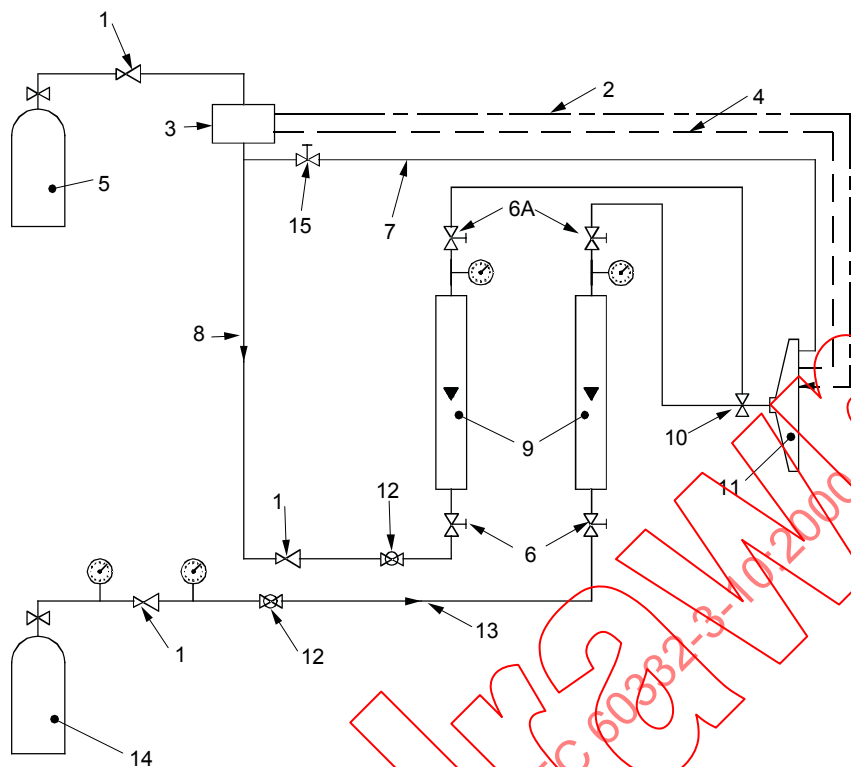
IEC 1858/2000

Key

- 1 242 round holes, 1,32 mm in diameter on 3,2 mm centres, staggered in three rows of 81, 80 and 81 holes, centred on the face of the burner

Dimensions in millimetres (approximate values)

Figure 6 – Arrangement of holes for burners



IEC 2352/08

Key

1	regulator	9	flowmeters
2	piezoelectric igniter	10	venturi mixer
3	flame failure device	11	burner
4	control thermocouples	12	ball valve
5	propane cylinder	13	air flow
6	screw valve (6a = alternative position)	14	compressed air cylinder
7	pilot feed	15	screw valve on pilot feed
8	gas flow		

Figure 7 – Schematic diagram of an example of a burner control system using rotameters

Annex A (informative)

Details of recommended burner

A burner (catalogue number 10L11-55) and venturi mixer (catalogue number 14-18) complying with the requirements of clause 6 can be obtained from:

Pemfab
PO Box 227
30 Indel avenue
Rancocas, NJ 08073-0227
USA
Tel: +1 800 573 6322
Telefax: +1 609 267 0922

NOTE The information given in this annex, covering named products and their suppliers, 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.

Details of recommended mass flowmeters

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

Annex B (informative)

Flowmeter calibration correction factors

B.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 hereinafter.

B.2 Example

B.2.1 General

Assume that air flow rate of 77,7 l/min at 1 bar and 20 °C is required at the burner.

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

Flowmeter 2 is 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 B.2.2) or at 2,4 bar (see B.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.

B.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.

$$P_1 = 2,4 \text{ bar} \quad T_1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P_2 = 1 \text{ bar} \quad T_2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

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

Thus, to set a flow rate of 77,7 l/min at reference conditions, a reading on this flowmeter of 121,2 l/min ($77,7 \times 1,56$) is required.

Flowmeter 2

Since this meter is operating under its design conditions, the required flow rate of 77,7 l/min can be read directly from the meter with no correction factor necessary.

B.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.

$$P_1 = 2,4 \text{ bar} \quad T_1 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$$

$$P_2 = 2,4 \text{ bar} \quad T_2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

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

Thus, to set a flow rate of 77,7 l/min at reference conditions, a reading of 78,5 l/min ($77,7 \times 1,01$) 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.

$$P_1 = 1 \text{ bar}$$

$$T_1 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

$$P_2 = 2,4 \text{ bar}$$

$$T_2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

Substituting these values:

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

Thus, to set a flow rate of 77,7 l/min at reference conditions, a reading of 50,5 l/min ($77,7 \times 0,65$) on this flowmeter is required.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
INTRODUCTION	25
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Définitions	26
4 Environnement de l'essai	26
5 Appareillage d'essai	27
5.1 Chambre d'essai	27
5.2 Arrivée d'air	27
5.3 Type d'échelles	27
5.4 Accessoire de lavage des effluents	28
6 Source d'allumage	28
6.1 Type	28
6.2 Positionnement	29
Annexe A (informative) Détails du brûleur recommandé	38
Annexe B (informative) Facteurs de correction de l'étalonnage du débitmètre à flotteur	39
Figure 1 – Chambre d'essai	31
Figure 2 – Isolation thermique de l'arrière et des côtés de la chambre d'essai	32
Figure 3 – Position du brûleur et arrangement type de l'éprouvette sur l'échelle	33
Figure 4 – Echelles en tubes d'acier pour l'essai de câbles	34
Figure 5 – Configurations du brûleur	35
Figure 6 – Disposition des trous pour les brûleurs	36
Figure 7 – Exemple de schéma de montage du système de contrôle du brûleur utilisant des rotamètres	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET DES CÂBLES
À FIBRES OPTIQUES SOUMIS AU FEU –****Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils
ou câbles montés en nappes en position verticale – Appareillage**

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 60332-3-10 a été préparée par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

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

La CEI 60332-3-10 fait partie d'une série de publications traitant des essais des câbles électriques soumis au feu; la série remplace la CEI 60332-3, publiée en 1992. Les parties de la série sont décrites dans l'introduction.

Toutes les catégories déjà existantes de l'essai ont été retenues et mises à jour. Une nouvelle catégorie (catégorie D) a été rajoutée afin de satisfaire aux besoins d'essai avec des volumes de matériaux non métalliques très faibles.

Cette version consolidée de la CEI 60332-3-10 comprend la première édition (2000) [documents 20/402/FDIS et 20/426/RVD] et son amendement 1 (2008) [documents 20/933/CDV et 20/982A/RVC].

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.

Les annexes A et B 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

Les parties 1 et 2 de la CEI 60332 spécifient des méthodes d'essai pour caractériser la propagation de la flamme sur un fil isolé ou un câble seul en position verticale. On ne peut pas présumer que lorsqu'un fil ou câble satisfait aux prescriptions des parties 1 et 2, des fils ou câbles similaires disposés en nappe en position verticale se comporteront de la même façon. Cela est dû au fait que la propagation de la flamme le long d'une nappe de câbles en position verticale dépend d'un certain nombre de paramètres, tels que

- a) le volume des matériaux combustibles exposés au feu et aux flammes qui peuvent être produites par la combustion des câbles;
- b) la configuration géométrique des câbles et leur situation par rapport à leur environnement;
- c) la température à laquelle il est possible d'enflammer les gaz émis par les câbles;
- d) la quantité de gaz combustible émis par les câbles pour une élévation de température donnée;
- e) le volume d'air passant à travers l'installation des câbles ;
- f) la construction des câbles, par exemple armés ou non armés, mono ou multiconducteurs.

Tout ce qui précède présume que les câbles peuvent être enflammés lorsqu'ils sont impliqués dans un incendie externe.

La partie 3 de la CEI 60332 donne les détails d'un essai où un certain nombre de câbles sont disposés en nappes pour constituer différentes installations des échantillons. Pour être d'un usage plus facile et pour différencier les différentes catégories d'essais, les parties sont désignées comme suit.

Partie 3-10: Appareillage

Partie 3-21: Catégorie A F/R

Partie 3-22: Catégorie A

Partie 3-23: Catégorie B

Partie 3-24: Catégorie C

Partie 3-25: Catégorie D

Les parties 3-21 et au-delà définissent les différentes catégories et les procédures qui s'y rapportent. Les catégories sont différenciées par la durée de l'essai, le volume de matériaux non métalliques de l'échantillon d'essai et la méthode de montage de l'échantillon pour l'essai. Dans toutes les catégories, les câbles ayant au moins un conducteur de section supérieure à 35 mm² sont essayés dans une configuration espacée, tandis que les câbles dont les conducteurs sont d'une section inférieure ou égale à 35 mm² sont essayés dans une configuration jointive.

Les catégories ne sont pas nécessairement liées à différents niveaux de sécurité dans les installations de câbles réelles. La configuration réelle des câbles installés peut être un élément déterminant majeur dans le niveau de propagation de la flamme survenant dans un incendie réel.

La méthode de montage décrite dans la catégorie A F/R (partie 3-21) est destinée aux câbles spéciaux utilisés dans des installations particulières.

Les catégories A, B, C et D (parties 3-22 à 3-25 respectivement) sont pour un usage général là où des volumes de matériaux non métalliques différents sont impliqués.

ESSAIS DES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES SOUMIS AU FEU –

Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale – Appareillage

1 Domaine d'application

Les séries de Normes internationales couvertes par les parties 3-10, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24 et 3-25 de la CEI 60332 spécifient des méthodes d'essai pour l'évaluation de la propagation verticale de la flamme des fils ou câbles, électriques ou optiques, disposés en nappes en position verticale, dans des conditions définies.

NOTE Pour les besoins de la présente norme, le terme « fils ou câbles électriques » couvre tous les câbles isolés à conducteur métallique utilisés pour le transport d'énergie ou de signaux.

La présente partie de la CEI 60332 précise l'appareillage ainsi que sa disposition et son étalonnage.

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 60695-4, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60332, la définition suivante s'applique. Cette définition provient de la CEI 60695-4.

3.1

source d'allumage

source d'énergie qui provoque une combustion

4 Environnement de l'essai

L'essai ne doit pas être entrepris si la vitesse du vent à l'extérieur de la cabine, mesurée au moyen d'un anémomètre fixé au sommet de l'équipement d'essai, est supérieure à 8 m/s ainsi que lorsque la température des parois internes mesurée en un point situé approximativement à 1 500 mm au-dessus du niveau du plancher, 50 mm d'une paroi latérale et 1 000 mm de la porte est inférieure à 5 °C ou supérieure à 40 °C. La porte de l'enceinte doit être fermée tout au long de l'essai.

5 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai est constitué comme suit :

5.1 Chambre d'essai

L'équipement d'essai (voir Figures 1a et 1b) doit comprendre une chambre d'essai verticale d'une largeur de $(1\,000 \pm 100)$ mm, une profondeur de $(2\,000 \pm 100)$ mm et une hauteur de $(4\,000 \pm 100)$ mm; le plancher de la chambre doit être surélevé par rapport au niveau du sol. La chambre d'essai doit être pratiquement étanche sur ses côtés, l'air étant admis à la base de la chambre d'essai à travers une ouverture de (800 ± 20) mm $\times$ (400 ± 10) mm située à (150 ± 10) mm de la face avant de la chambre (voir figure 1).

Une ouverture de (300 ± 30) mm $\times$ $(1\,000 \pm 100)$ mm doit être pratiquée sur la partie arrière du plafond de la chambre d'essai. L'arrière et les côtés de la chambre d'essai doivent être isolés thermiquement de telle façon que le coefficient de transmission thermique soit d'environ $0,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Par exemple, une plaque d'acier de 1,5 mm à 2,0 mm d'épaisseur recouverte avec 65 mm de laine minérale, avec un revêtement externe approprié, donne satisfaction (voir figure 2). La distance entre l'échelle et la paroi arrière de la chambre est de (150 ± 10) mm, et la distance entre le plancher de la chambre et le barreau inférieur de l'échelle est de (400 ± 5) mm. L'espace libre entre le point le plus bas de l'échantillon en essai et le plancher est approximativement de 100 mm (voir figure 3).

5.2 Arrivée d'air

Un dispositif doit être adapté afin de fournir un débit d'air contrôlé à travers la chambre.

L'air doit être introduit dans la chambre d'essai en passant à travers une boîte de répartition montée directement au-dessous de la chambre et ayant approximativement les mêmes dimensions que l'ouverture pour l'entrée de l'air. L'air doit être soufflé dans la boîte de répartition au moyen d'un ventilateur approprié, en passant à travers un conduit de section droite constante qui doit entrer par l'arrière de la chambre et être parallèle au sol et le long de la ligne centrale du brûleur, comme présenté en Figure 1b. Le conduit doit être disposé de façon à faire entrer l'air dans la boîte de répartition par une ouverture dans son côté le plus long.

NOTE 1 Une grille peut être placée sur l'ouverture de l'entrée d'air pour faciliter l'accès à la chambre d'essai, mais il convient que la grille ne dévie pas le flux d'air ni le réduise.

NOTE 2 Un conduit de section constante d'environ 240 cm^2 et de longueur minimum de 60 cm est recommandé.

Avant d'allumer le brûleur, le débit d'air doit être réglé à une valeur de $(5\,000 \pm 500)$ l/min à une température constante contrôlée de $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ et à la pression atmosphérique, et mesuré à l'entrée avant le début de l'essai. Cette valeur du débit d'air doit être maintenue tout au long de l'essai jusqu'à ce que la combustion du câble ou son incandescence ait cessé, ou pendant une durée maximale d'une heure à partir de la fin de la période d'application de la flamme d'essai, période après laquelle la flamme ou l'incandescence doit être éteinte.

NOTE 3 De façon à éliminer les gaz nocifs, il est recommandé de poursuivre la ventilation d'air pendant quelques minutes après la fin de l'essai avant d'entrer dans la chambre d'essai.

5.3 Type d'échelles

Il y a deux types d'échelles en tube d'acier: une échelle standard de largeur (500 ± 5) mm et une échelle large de largeur (800 ± 10) mm. Les détails des types d'échelles sont donnés aux figures 4a et 4b.

5.4 Accessoire de lavage des effluents

Certaines prescriptions légales peuvent rendre nécessaire l'adaptation à la chambre d'essai d'un équipement pour la captation et le lavage des effluents. Cet équipement ne doit pas occasionner de modification dans le débit d'air traversant la chambre d'essai.

6 Source d'allumage

6.1 Type

Selon les prescriptions de la procédure d'essai, la source d'allumage doit être constituée par un ou deux brûleurs du type ruban à gaz propane complet avec mélangeur venturi, et leur jeu complet de débitmètres. Le gaz propane doit être de grade technique d'une pureté nominale de 95 %. La surface productrice de flamme du ou des brûleurs doit consister en une plaque plate métallique percée de 242 trous de 1,32 mm de diamètre, placés en quinconce à 3,2 mm de distance, sur trois rangées de 81, 80 et 81 trous inscrits dans un rectangle de dimensions 257 mm × 4,5 mm. Comme la surface du brûleur peut être percée sans utiliser de gabarit de perçage, la distance entre les trous peut varier légèrement. En outre, une rangée de petits trous peut être percée de chaque côté de la surface du brûleur pour servir de trous pilotes ayant pour fonction de garder la flamme allumée.

Les brûleurs sont représentés aux figures 5a et 5b, et l'emplacement des trous à la figure 6.

NOTE 1 Pour s'assurer de la reproductibilité des résultats provenant des différents laboratoires d'essai, il est recommandé d'utiliser un brûleur aisément disponible. Pour les détails, voir l'annexe A.

Chaque brûleur doit être muni individuellement d'un système précis de contrôle des débits de gaz propane et d'air, au moyen soit d'un débitmètre à flotteur soit d'un débitmètre massique.

NOTE 2 Il est recommandé d'utiliser des débitmètres massiques en raison de leur facilité d'emploi.

La figure 7 montre un exemple de système de contrôle par débitmètre à flotteur.

NOTE CONCERNANT LA SÉCURITÉ – Il est recommandé de prendre les précautions suivantes pour s'assurer d'un fonctionnement sans danger de la source d'allumage:

- équiper le système d'alimentation en gaz avec des dispositifs d'arrêt en cas de retour de flamme;
- utiliser un système de protection en cas d'arrêt de la flamme;
- utiliser une séquence sans danger pour l'alimentation en propane et en air lors de l'allumage et lors de l'extinction du brûleur.

L'étalonnage des débitmètres à flotteur du propane et de l'air doit être vérifié après installation afin de s'assurer que la canalisation et le venturi n'ont pas modifié l'étalonnage.

Si nécessaire, des facteurs de correction de température et de pression doivent être appliqués par rapport à ce qui est spécifié pour les débitmètres à flotteur du propane et de l'air; voir annexe B.

Les débitmètres à flotteur du gaz et de l'air doivent être étalonnés conformément aux conditions de référence suivantes.

Température et pression de référence: 20 °C et 1 bar (100 kPa).

Pour les besoins de cet essai, l'air doit avoir un point de rosée au plus égal à 0 °C.

Les débits pour l'essai doivent être comme suit:

Air $(77,7 \pm 4,8)$ l/min dans les conditions normales (1 bar et 20 °C) ou $(1\,550 \pm 140)$ mg/s

Propane $(13,5 \pm 0,5)$ l/min dans les conditions normales (1 bar et 20 °C) ou (442 ± 10) mg/s

pour fournir une puissance nominale de $(73,7 \pm 1,68) \times 10^6$ J/h ou $((70\,000 \pm 1\,600)$ Btu/h). ¹⁾

NOTE 3 Un pouvoir calorifique de 46,4 kJ/g est utilisé pour calculer le débit du propane.

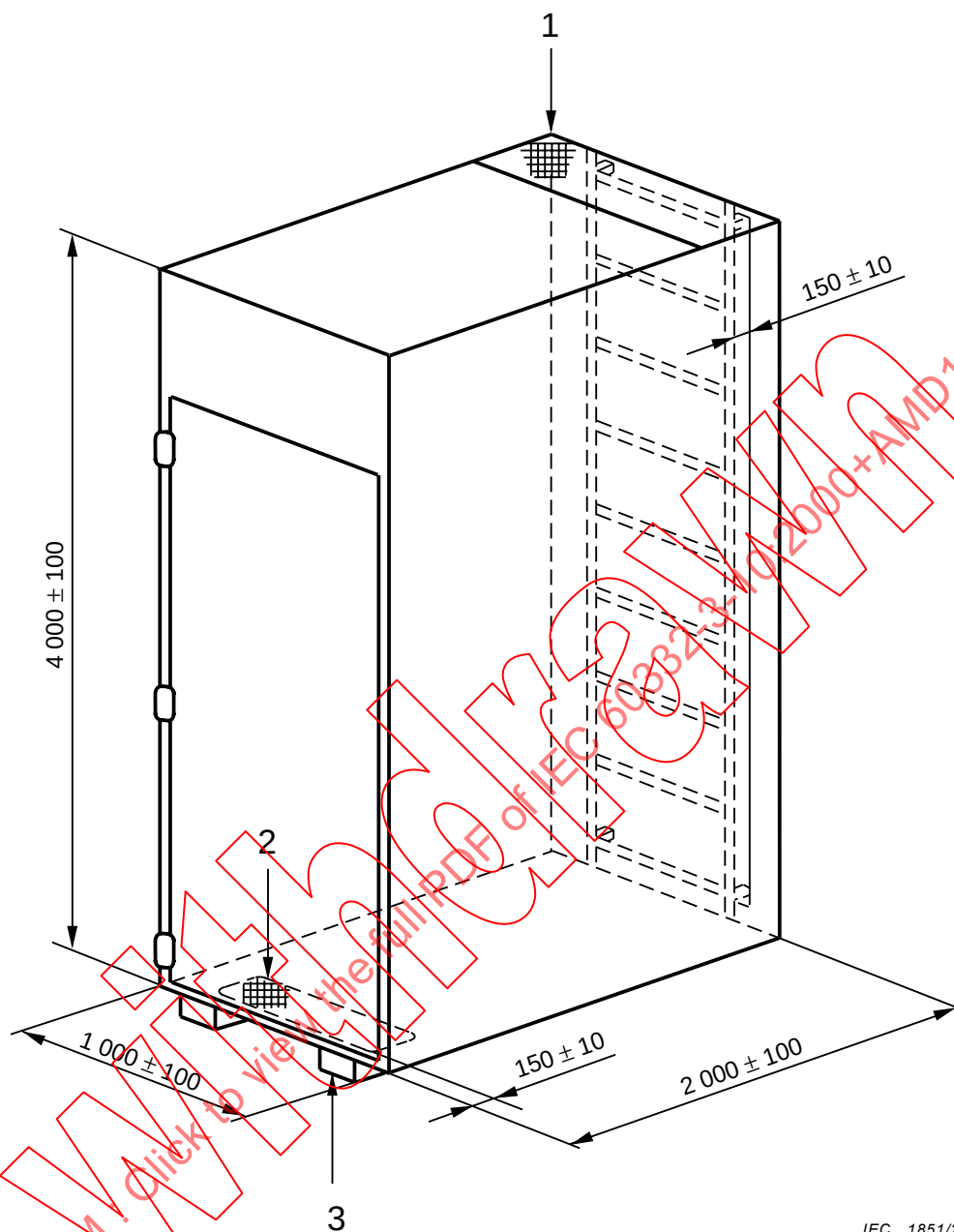
6.2 Positionnement

Pour l'essai, le brûleur doit être placé horizontalement à une distance de (75 ± 5) mm de la face avant de la nappe de câbles, à (600 ± 5) mm au-dessus du plancher de la chambre d'essai et approximativement symétrique par rapport à l'axe de l'échelle. Le point d'application de la flamme du brûleur doit se situer entre deux barreaux de l'échelle (voir Figure 2 et Figure 3).

Le réglage des débits d'air et de gaz avant l'essai peut être effectué hors de la position d'essai.

Lorsque deux brûleurs sont utilisés en combinaison avec l'échelle large, ils doivent être positionnés de façon à être approximativement symétriques par rapport à l'axe de l'échelle, comme indiqué sur la figure 5b. Le système de brûleurs doit être positionné de telle façon que la ligne médiane du système de brûleurs coïncide approximativement avec le centre de l'échelle.

¹⁾ Cela équivaut également à $(20,5 \pm 0,5)$ kW.



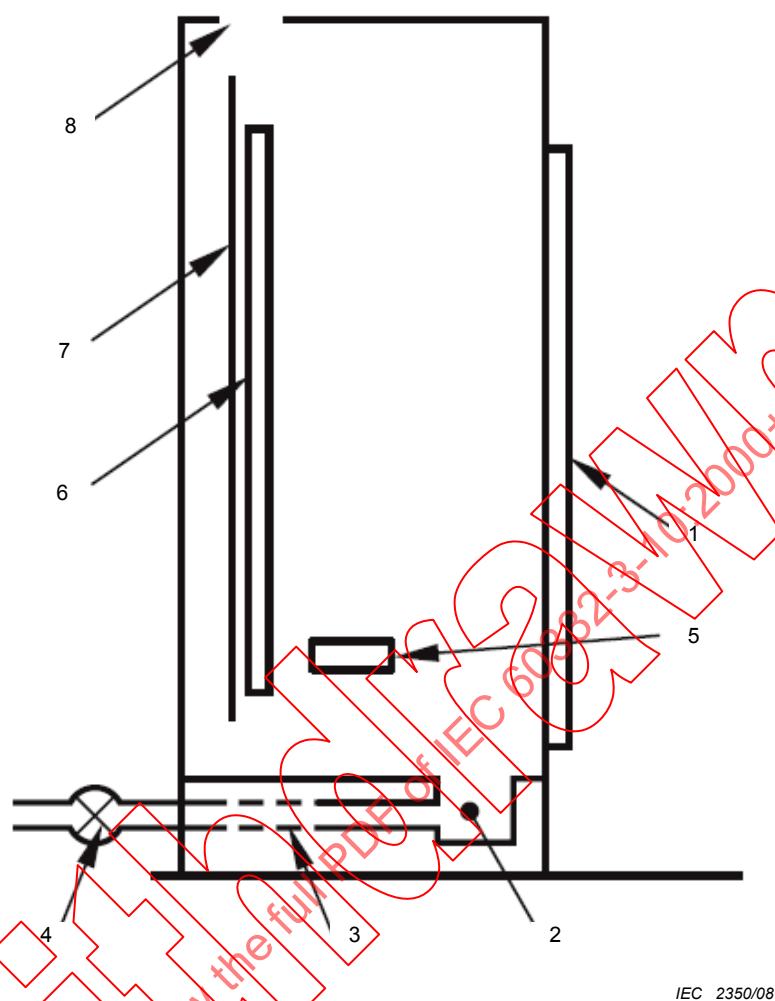
IEC 1851/2000

Légende

- 1 Sortie de fumées $(300 \pm 30) \times (1\,000 \pm 100)$
- 2 Entrée d'air $(800 \pm 20) \times (400 \pm 10)$
- 3 Equipement surélevé par rapport au niveau du sol

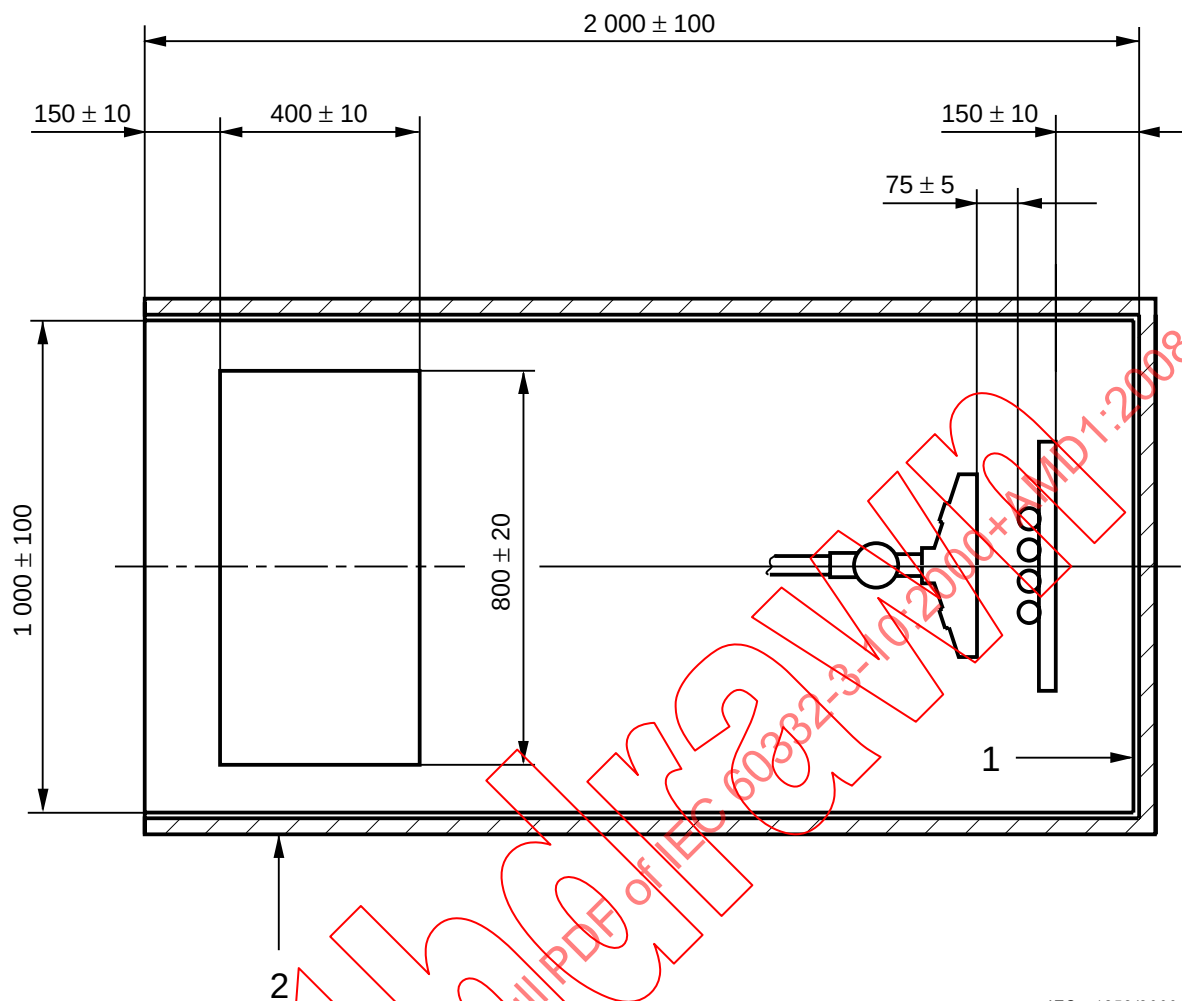
Dimensions en millimètres

Figure 1a – Chambre d'essai

**Légende**

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | porte | 5 | brûleur |
| 2 | boîte de répartition d'entrée d'air | 6 | câbles en essai |
| 3 | conduit pour l'entrée de l'air | 7 | échelle |
| 4 | ventilateur (exemple de position) | 8 | évacuation de la fumée |

Figure 1b – Schéma de la vue de côté de la chambre d'essai et dispositif d'entrée d'air**Figure 1 – Chambre d'essai**



IEC 1852/2000

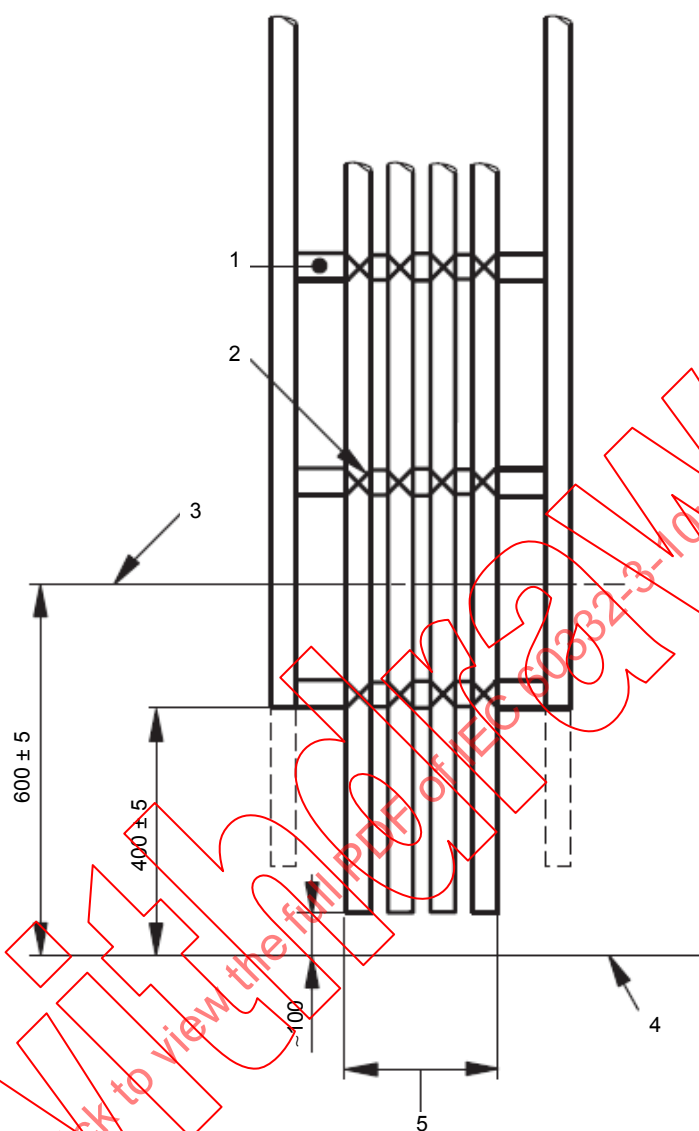
Légende

- 1 Plaque d'acier de 1,5 mm à 2 mm d'épaisseur
- 2 Isolation thermique de laine minérale, d'approximativement 65 mm d'épaisseur, avec un revêtement extérieur approprié pour donner un coefficient de transmission calorifique d'environ $0,7 \text{ W} \times \text{m}^{-2} \times \text{K}^{-1}$

Dimensions en millimètres

Figure 2 – Isolation thermique de l'arrière et des côtés de la chambre d'essai

Dimensions en millimètres

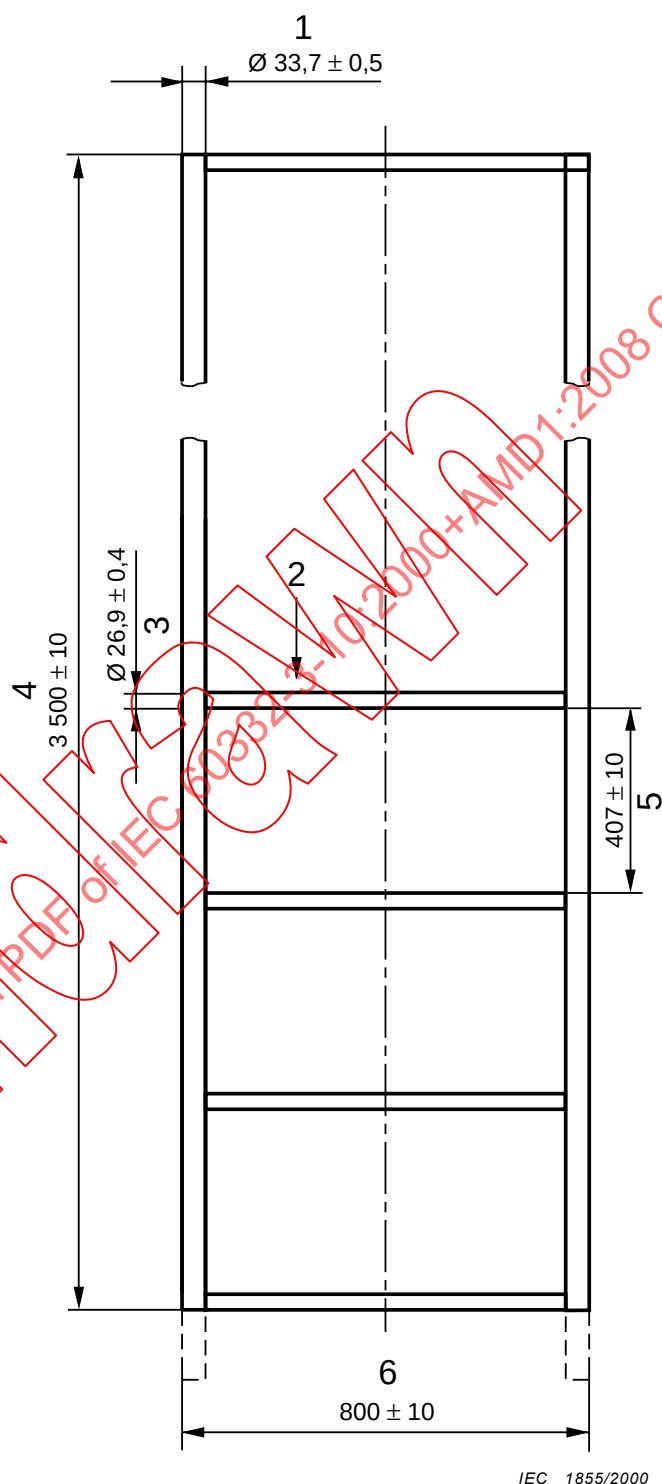
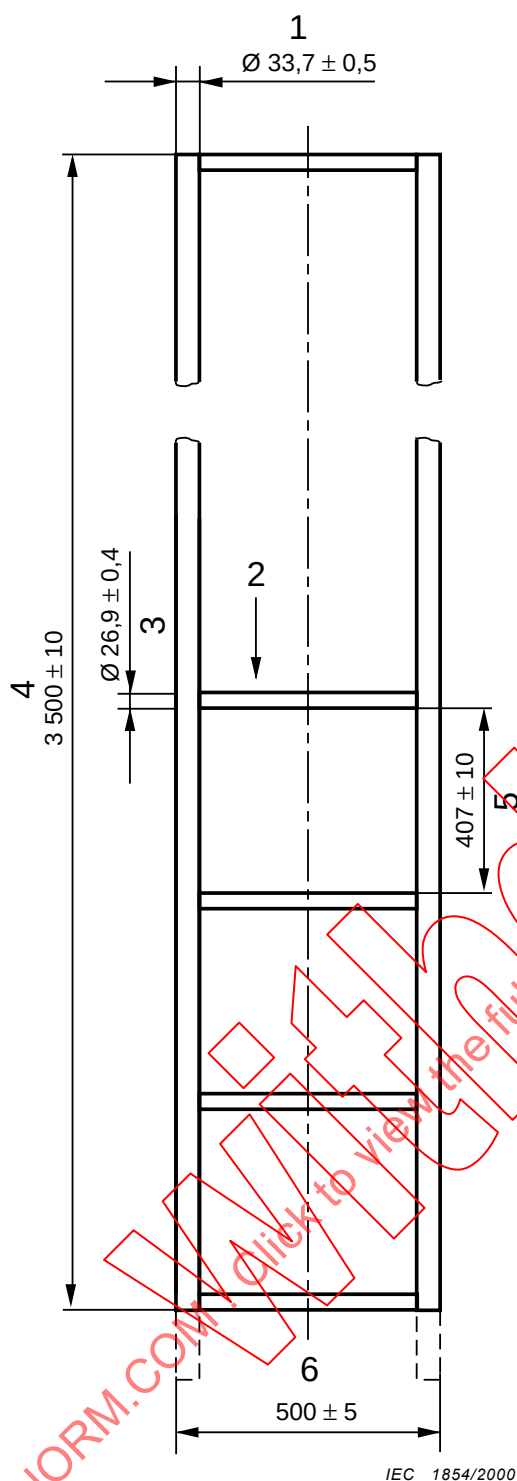


IEC 2351/08

Légende

- 1 barreaux circulaires en acier
- 2 lien en fils métalliques
- 3 ligne centrale du brûleur
- 4 plancher
- 5 largeur maximale (en fonction de la catégorie d'essai)

Figure 3 – Position du brûleur et arrangement type de l'éprouvette sur l'échelle



Légende

- 1 Diamètre du montant
- 2 Nombre de barreaux = 9
- 3 Diamètre des barreaux

- 4 Hauteur totale de l'échelle
- 5 Distance entre barreaux
- 6 Largeur

Dimensions en millimètres

Figure 4a – Echelle standard

Figure 4b – Echelle large

Figure 4 – Echelles en tubes d'acier pour l'essai de câbles