

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Rotating electrical machines –
Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating
electrical machines (IP code) – Classification**

**Machines électriques tournantes –
Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale de machines
électriques tournantes (code IP) – Classification**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Rotating electrical machines –
Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating
electrical machines (IP code) – Classification**

**Machines électriques tournantes –
Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale de machines
électriques tournantes (code IP) – Classification**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-8644-9

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

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Designation	7
4.1 General	7
4.2 Single characteristic numeral	7
4.3 Supplementary letters	7
4.4 Example of designation	7
5 Degrees of protection – First characteristic numeral	7
5.1 Indication of degree of protection	7
5.2 Compliance to indicated degree of protection	8
5.3 External fans	8
5.4 Drain holes	8
6 Degrees of protection – Second characteristic numeral	9
6.1 Indication of the degree of protection	9
6.2 Compliance with lower degrees of protection	10
7 Marking	10
8 General requirements for tests	11
8.1 General	11
8.2 Adequate clearance	11
8.2.1 General	11
8.2.2 Low-voltage machines (rated voltages not exceeding 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.)	11
8.2.3 High-voltage machines (rated voltages exceeding 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.)	11
9 Tests for first characteristic numeral	11
10 Tests for second characteristic numeral	15
10.1 Test conditions	15
10.2 Acceptance conditions	23
10.2.1 General	23
10.2.2 Ingress of water	24
10.2.3 Withstand voltage test	24
11 Requirements and tests for open weather-protected machines	24
Figure 1 – Standard test finger	14
Figure 2 – Equipment to prove protection against dust	15
Figure 3 – Equipment to prove protection against dripping water	18
Figure 4 – Equipment to prove protection against spraying and splashing water (shown with spraying holes in the case of second characteristic numeral 3)	19
Figure 5 – Hand-held equipment to prove protection against spraying and splashing water	20
Figure 6 – Standard nozzle for hose test	20
Figure 7 – Geometry of fan jet nozzle	21
Figure 8 – Measurement of the impact force	22

Figure 9 – Test set-up for determining the protection against high-pressure/steam-jet cleaning – degree of protection against ingress of water IP X9 for small enclosures 23

Table 1 – Test requirements for guards.....8

Table 2 – Degrees of protection indicated by the first characteristic numeral 9

Table 3 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral 10

Table 4 – Test and acceptance conditions for first characteristic numeral 12

Table 5 – Test conditions for second characteristic numeral 16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-5:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 5: Degrees of protection provided by the integral design
of rotating electrical machines (IP code) – Classification**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60034-5 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This bilingual version (2020-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2020-04.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2000, and its Amendment 1:2006. This edition constitutes a technical revision.

The main technical changes with respect to the previous edition are:

- the inclusion of an additional second numeral 9 including its test method,
- an additional note for clarification in Table 3,
- a clarification on the term open drain hole,
- a clarification on the ingress of dust in Table 4,
- pressure values given now in Pa only,
- a clarification in the scope on the applicability of this standard for (Ex) motors,

- a new Clause 3 with definitions,

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

CDV	Report on voting
2/1960/CDV	2/1972A/RVC

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

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

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

A list of all parts in the IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

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

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

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

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification

1 Scope

This part of IEC 60034 applies to the classification of degrees of protection provided by enclosures for rotating electrical machines. It defines the requirements for protective enclosures that are in all other respects suitable for their intended use and which, from the point of view of materials and workmanship, ensure that the properties dealt with in this document are maintained under normal conditions of use.

This document does not specify degrees of protection against mechanical damage of the machine, or conditions such as moisture (produced for example by condensation), corrosive dust and vapour, fungus or vermin.

This document is also applicable to explosion proof machines, but it does not specify the types of protection for use in a potentially explosive (dust, gas) environment. Those are defined in the IEC 60079 series of standards.

In certain applications (such as agricultural or domestic appliances), more extensive precautions against accidental or deliberate contact may be specified.

This document gives definitions for standard degrees of protection provided by enclosures applicable to rotating electrical machines as regards the:

- a) protection of persons against contacts with or approach to live parts and against contact with moving parts (other than smooth rotating shafts and the like) inside the enclosure and protection of the machine against ingress of solid foreign objects;
- b) protection of machines against the harmful effects due to ingress of water;
- c) protection of machines against the harmful effects due to ingress of dust.

It gives designations for these protective degrees and tests to be performed to check that the machines meet the requirements of this document.

2 Normative references

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

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC code)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1**closed machine**

machine where no medium from the surrounding medium, for the purpose of cooling, passes through the machine

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-44-17]

3.2**open machine**

machine with an open cooling circuit in which the coolant is drawn directly from the surrounding medium passing through the machine and then returning directly to the surrounding medium

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-44-16]

4 Designation**4.1 General**

The designation used for the degree of protection consists of the letters IP followed by two characteristic numerals signifying conformity with the conditions indicated in the tables of Clauses 5 and 6 respectively.

4.2 Single characteristic numeral

When it is required to indicate a degree of protection by only one characteristic numeral, the omitted numeral shall be replaced by the letter X, for example IPX5 or IP2X.

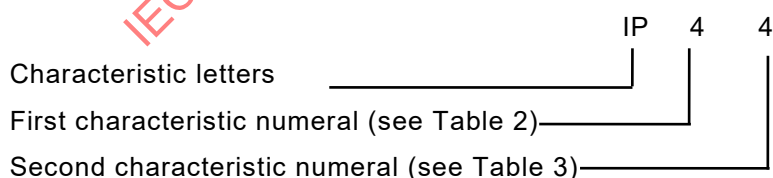
4.3 Supplementary letters

4.3.1 Additional information may be indicated by a supplementary letter following the second characteristic numeral. If more than one letter is used, the alphabetic sequence shall apply.

4.3.2 In special applications (such as machines with open circuit cooling for ship deck installation with air inlet and outlet openings closed during standstill), numerals may be followed by a letter indicating whether the protection against harmful effects due to ingress of water was verified or tested for the machine not running (letter S) or the machine running (letter M). In this case, the degree of protection in either state of the machine shall be indicated, for example IP55S/IP20M.

The absence of the letters S and M shall imply that the intended degree of protection will be provided under all normal conditions of use.

4.3.3 For air-cooled open machines suitable for specific weather conditions and provided with additional protective features or processes (as specified in Clause 11), the letter W may be used.

4.4 Example of designation**5 Degrees of protection – First characteristic numeral****5.1 Indication of degree of protection**

The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure to persons and to the parts of the machine inside the enclosure.

Table 2 gives, in the third column, brief details of objects which will be 'excluded' from the enclosure for each of the degrees of protection represented by the first characteristic numeral.

The term 'excluded' implies that a part of the body, a tool or a wire held by a person, either will not enter the machine or, if it enters, that adequate clearance will be maintained between it and

the live parts or dangerous moving parts (smooth rotating shafts and the like are not considered dangerous).

The third column of Table 2 also indicates the minimum size of solid foreign objects which will be excluded.

5.2 Compliance to indicated degree of protection

Compliance of an enclosure with an indicated degree of protection implies that the enclosure will also comply with all lower degrees of protection in Table 2. In consequence, the tests establishing these lower degrees of protection are not required, except in case of doubt.

5.3 External fans

The blades and spokes of fans external to the enclosure shall be protected against contact by means of guards complying with Table 1.

Table 1 – Test requirements for guards

Protection of machine	Test
IP1X	50 mm sphere test
IP2X to IP6X	Finger test

For the test, the rotor shall be slowly rotated, for example by hand when possible.

Smooth rotating shafts and similar parts are not considered dangerous.

5.4 Drain holes

If the machine is provided with drain holes, the following shall apply:

- drain holes intended normally to be open on site shall be kept open during testing;
- drain holes are considered as open as long as no breather(s) or plug(s), etc., are mounted in a drain;
- if machines with protection IP3X or IP4X are intended to be run with open drain holes, the drain holes may comply with protection IP2X;
- if machines with protection IP5X are intended to be run with open drain holes, the drain holes shall comply with protection IP4X.

Table 2 – Degrees of protection indicated by the first characteristic numeral

First characteristic numeral	Degree of protection		Test conditions
	Brief description (NOTE 1)	Definition	
0	Non-protected machine	No special protection	No test
1 (NOTE 2)	Machine protected against solid objects greater than 50 mm	Accidental or inadvertent contact with or approach to live and moving parts inside the enclosure by a large surface of the human body, such as a hand (but no protection against deliberate access) Ingress of solid objects exceeding 50 mm in diameter	Table 4
2 (NOTE 2)	Machine protected against solid objects greater than 12 mm	Contact with or approach to live or moving parts inside the enclosure by fingers or similar objects not exceeding 80 mm in length Ingress of solid objects exceeding 12 mm in diameter	
3 (NOTE 2)	Machine protected against solid objects greater than 2,5 mm	Contact with or approach to live or moving parts inside the enclosure by tools or wires exceeding 2,5 mm in diameter Ingress of solid objects exceeding 2,5 mm in diameter	
4 (NOTE 2)	Machine protected against solid objects greater than 1 mm	Contact with or approach to live or moving parts inside the enclosure by wires or strips of thickness greater than 1 mm Ingress of solid objects exceeding 1 mm in diameter	
5 (NOTE 3)	Dust-protected machine	Contact with or approach to live or moving parts inside the enclosure Ingress of dust is not totally prevented but dust does not enter in sufficient quantity to interfere with satisfactory operation of the machine	
6	Dust-tight machines	Ingress of dust totally prevented	
NOTE 1 The brief description given in the second column of this table cannot be used to specify the type of protection.			
NOTE 2 Machines assigned a first characteristic numeral 1, 2, 3 or 4 will exclude both regularly or irregularly shaped solid objects, provided that three normally perpendicular dimensions of the object exceed the appropriate figure in the 'Definition' column.			
NOTE 3 The degree of protection against dust defined by this document is a general one. When the nature of the dust (dimensions of particles, their nature, for instance fibrous particles) is specified, test conditions can be determined by agreement between manufacturer and user.			

6 Degrees of protection – Second characteristic numeral

6.1 Indication of the degree of protection

The second characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to harmful effects due to ingress of water.

Table 3 gives, in the third column, details of the type of protection provided by the enclosure for each of the degrees of protection represented by the second characteristic numeral.

An air-cooled open machine is weather-protected when its design reduces the ingress of rain, snow and airborne particles, under specified conditions, to an amount consistent with correct operation.

This degree of protection is designated by the letter W placed after the second characteristic numeral.

6.2 Compliance with lower degrees of protection

For second characteristic numerals up to and including 6, compliance of an enclosure with an indicated degree of protection implies that the enclosure will also comply with all lower degrees of protection in Table 3.

In consequence, the tests establishing these lower degrees of protection are not required, except in case of doubt.

For IPX7, IPX8 and IPX9, it shall not be assumed that compliance of the enclosure implies that the enclosure will also comply with all lower degrees of protection in Table 3.

Table 3 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral

Second characteristic numeral	Degree of protection		Test conditions
	Brief description (NOTE 1)	Definition	
0	Non-protected machine	No special protection	No test
1	Machine protected against dripping water	Dripping water (vertically falling drops) shall have no harmful effect	Table 5
2	Machine protected against dripping water when tilted up to 15°	Vertically dripping water shall have no harmful effect when the machine is tilted at any angle up to 15° from its normal position	
3	Machine protected against spraying water	Water falling as a spray at an angle up to 60° from the vertical shall have no harmful effect	
4	Machine protected against splashing water	Water splashing against the machine from any direction shall have no harmful effect	
5	Machine protected against water jets	Water projected by a nozzle against the machine from any direction shall have no harmful effect (NOTE 3)	
6	Machine protected against heavy seas	Water from heavy seas or water projected in powerful jets shall not enter the machine in harmful quantities	
7	Machine protected against the effects of immersion	Ingress of water in the machine in a harmful quantity shall not be possible when the machine is immersed in water under stated conditions of pressure and time	
8	Machine protected against the effects of continuous submersion	The machine is suitable for continuous submersion in water under conditions which shall be specified by the manufacturer (NOTE 2)	
9	Machine protected against high pressure and high temperature water jets	Water projected at high pressure and high temperature against the enclosure from any direction shall have no harmful effects (NOTE 3)	

NOTE 1 The brief description given in the second column of this table cannot be used to specify the type of protection.

NOTE 2 Normally, this means that the machine is hermetically sealed. However, with certain types of machines it can mean that water can enter but only in such a manner that it produces no harmful effect.

NOTE 3 It is understood that protections as IPX5 or IPX9 are not equivalent to a total endurance to all weather conditions that can be present for a long period of time. Weather-proof could be achieved by providing additional protection.

7 Marking

It is recommended that the characteristic letters and numerals be marked on the machine preferably on the rating plate or, if this is not practicable, on the enclosure.

When all parts of a machine do not have the same degree of protection, at least the designation of the lowest degree shall be shown, followed, if necessary, by the higher designation with clear reference to the part to which it applies.

Space limitations on the rating plate usually only allow the lowest IP code to be marked. Parts or components having a higher degree of protection should then be specified in the documentation and/or in the operating instructions.

The lower degree of protection of:

- guards for external fans (as allowed in 5.3);
- drain holes (as allowed in 5.4);

need not be specified on the rating plate or in the documentation.

Where the mounting of the machine has an influence on the degree of protection, the intended mounting arrangements shall be indicated by the manufacturer on the rating plate or in the instructions for mounting.

8 General requirements for tests

8.1 General

The tests specified in this document are type tests. They shall be carried out on standard products or models of them. Where this is not feasible, verification either by an alternative test or by examination of drawings shall be the subject of an agreement between manufacturer and user.

Unless otherwise specified, the machine for each test shall be clean with all the parts in place and mounted in the manner stated by the manufacturer.

In the case of both first and second characteristic numerals 1, 2, 3 and 4, a visual inspection may, in certain obvious cases, show that the intended degree of protection is obtained. In such cases, no test need be made. However, in case of doubt, tests shall be made as prescribed in Clauses 9 and 10.

8.2 Adequate clearance

8.2.1 General

For the purpose of the following test clauses in this document, the term 'adequate clearance' has the meaning given in 8.2.2 or 8.2.3.

8.2.2 Low-voltage machines (rated voltages not exceeding 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.)

The test device (sphere, finger, wire, etc.) does not touch the live parts or moving parts other than non-dangerous parts such as smooth rotating shafts.

8.2.3 High-voltage machines (rated voltages exceeding 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.)

When the test device is placed in the most unfavourable position, the machine shall be capable of withstanding the dielectric test applicable to the machine.

This dielectric test requirement may be replaced by a specified clearance dimension in air which would ensure that this test would be satisfactory under the most unfavourable electrical field configuration.

9 Tests for first characteristic numeral

Test and acceptance conditions for the first characteristic numeral are given in Table 4.

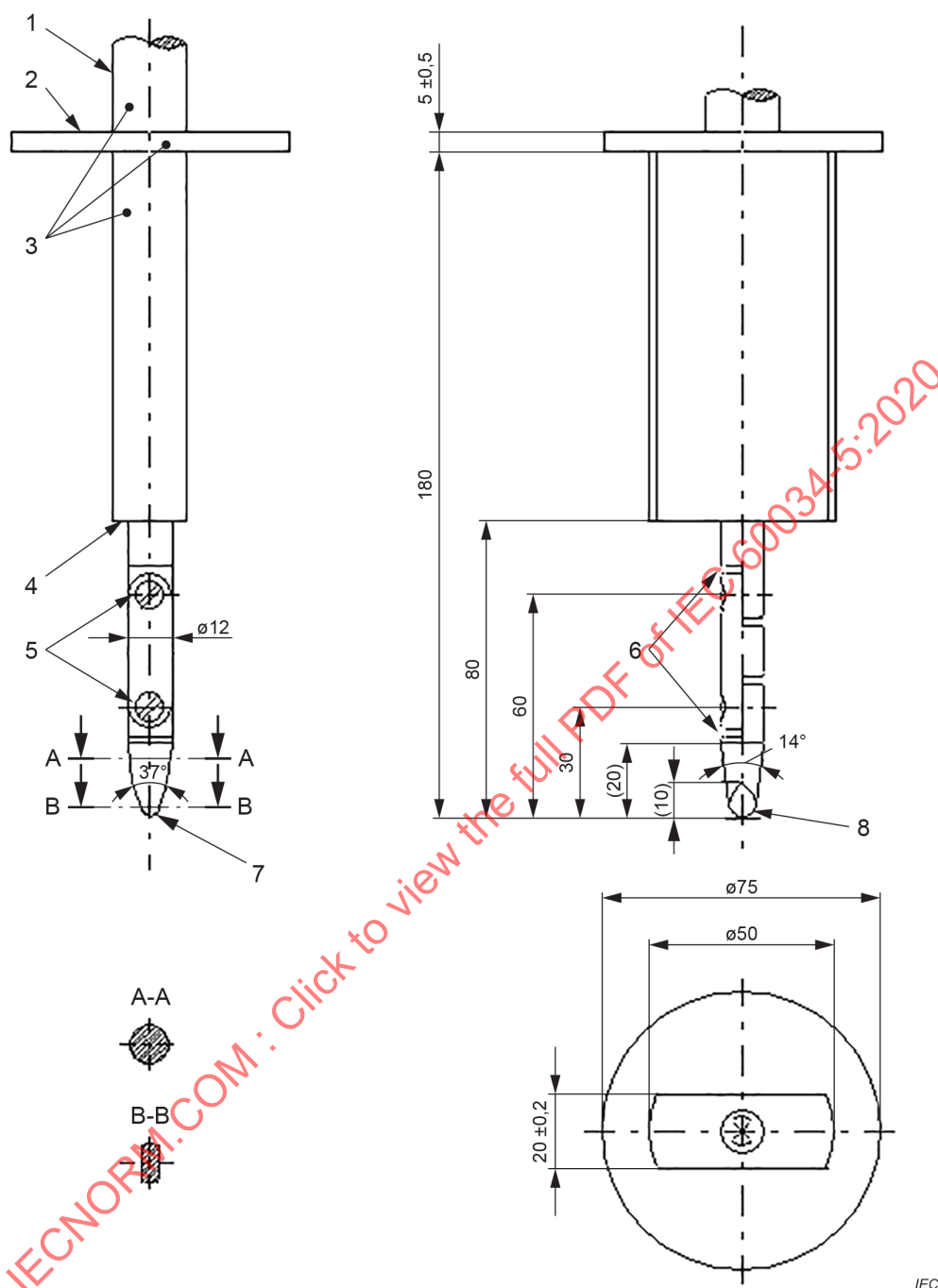
The dust test for numerals 5 and 6 shall be performed with the shaft stationary, provided that the difference in pressure between running and stationary (caused by fan effects) is lower than 2 kPa. If the pressure difference is greater than 2 kPa, the internal machine pressure during the dust test shall be depressed accordingly. Alternatively, the machine may be tested with the shaft rotating at rated speed.

Table 4 – Test and acceptance conditions for first characteristic numeral

First characteristic numeral	Test and acceptance conditions
0	No test is required.
1	The test is made with a rigid sphere of $50^{+0,05}_0$ mm diameter applied against the opening(s) in the enclosure with a force of 45 N to 55 N. The protection is satisfactory if the sphere does not pass through any opening and adequate clearance is maintained to parts which are normally live in service or moving parts inside the machine.
2	a) Finger test The test is made with a metallic test finger as shown in Figure 1. Both joints of this finger may be bent through an angle of 90° with respect to the axis of the finger, but in one and the same direction only. The finger is pushed without undue force (not more than 10 N) against any openings in the enclosure and, if it enters, it is placed in every possible position. The protection is satisfactory if adequate clearance is maintained between the test finger and live or moving parts inside the enclosure. However, it is permissible to touch smooth rotating shafts and similar non-dangerous parts. For this test, the internal moving parts may be operated slowly, where this is possible. For tests on a low-voltage machine, a low-voltage supply (of not less than 40 V) in series with a suitable lamp may be connected between the test finger and the live parts inside the enclosure. Conducting parts covered only with varnish or paint, or protected by oxidation or by a similar process, shall be covered with a metal foil electrically connected to those parts which are normally live in service. The protection is satisfactory if the lamp does not light. For high-voltage machines, adequate clearance is verified by a dielectric test, or by a measurement of clearance distance in accordance with the principles of 8.2.3. b) Sphere test The test is made with a rigid sphere of $12,5^{+0,05}_0$ mm diameter applied to the openings of the enclosure with a force of 27 N to 33 N. The protection is satisfactory if the sphere does not pass through any opening and adequate clearance is maintained to live or moving parts inside the machine.
3	The test is made with a straight rigid steel wire or rod of $2,5^{+0,05}_0$ mm diameter applied with a force of 2,7 N to 3,3 N. The end of the wire or rod shall be free from burrs and at right angles to its length. The protection is satisfactory if the wire or rod cannot enter the enclosure.
4	The test is made with a straight rigid steel wire of $1^{+0,05}_0$ mm diameter applied with a force of 0,9 N to 1,1 N. The end of the wire shall be free from burrs and at right angles to its length. The protection is satisfactory if the wire cannot enter the enclosure.

First characteristic numeral	Test and acceptance conditions
5	a) Dust test The test is made using equipment incorporating the basic principles shown in Figure 2, in which talcum powder is maintained in suspension in a suitable closed test chamber. The talcum powder used shall be able to pass through a square-meshed sieve having a nominal wire diameter of 50 µm and a nominal width between wires of 75 µm. The amount of talcum powder to be used is 2 kg/m³ of the test chamber volume. It shall not be used for more than 20 tests. Electrical machines have an enclosure where the normal operating cycle of the machine causes reductions in the air pressure within the enclosure in relation to the ambient atmospheric pressures. These reductions may be due, for example, to thermal cycling effects (category 1). For this test the machine is supported inside the test chamber and the pressure inside the machine is maintained below atmospheric pressure by a vacuum pump. If the enclosure has a single drain hole, the suction connection shall be made to one hole specially provided for the purpose of the test, except if the drain hole is intended normally to be closed on site (see 5.4). The object of the test is to draw into the machine, if possible, at least 80 times the volume of air in the enclosure without exceeding an extraction rate of 60 volumes per hour with a suitable depression. In no event shall the depression exceed 2 kPa on the manometer shown in Figure 2. If an extraction rate of 40 to 60 volumes per hour is obtained, the test is stopped after 2 h. If, with a maximum depression of 2 kPa, the extraction rate is less than 40 volumes per hour, the test is continued until 80 volumes have been drawn through, or a period of 8 h has elapsed. If it is impracticable to test the complete machine in the test chamber, one of the following procedures shall be applied: – testing of individually enclosed sections of the machine (terminal boxes, slip-ring housings, etc.); – testing of representative parts of the machine, comprising components such as doors, ventilating openings, joints, shaft seals, etc., with the vulnerable parts of the machine, such as terminals, slip-rings, etc., in position at the time of testing; – testing of a smaller machine having the same full-scale design details; – testing under conditions determined by agreement between manufacturer and user. In the second and third cases, the volume of air to be drawn through the machine under test is as specified for the whole machine in full scale. The protection is satisfactory if, on inspection, talcum powder has not accumulated in a quantity or location such that it could interfere with the satisfactory operation of the machine or lead to tracking along the creepage distances. b) Wire test If the machine is intended to be run with open drain hole(s), these shall be tested in the same manner as the first characteristic numeral 4, that is, using a 1 mm diameter wire.
6	Test in accordance with 5 a). The protection is satisfactory if, on inspection, there is no ingress of talcum powder.

Dimensions in millimetres



Key

- | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 Handle | 4 Stop face | 7 R2 ± 0,05 cylindrical |
| 2 Guard | 5 Joints | 8 R4 ± 0,05 spherical |
| 3 Insulating material | 6 Chamfer all edges | |

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

on angles: $\begin{pmatrix} 0 \\ -10 \end{pmatrix}^{\circ}$

on dimensions:

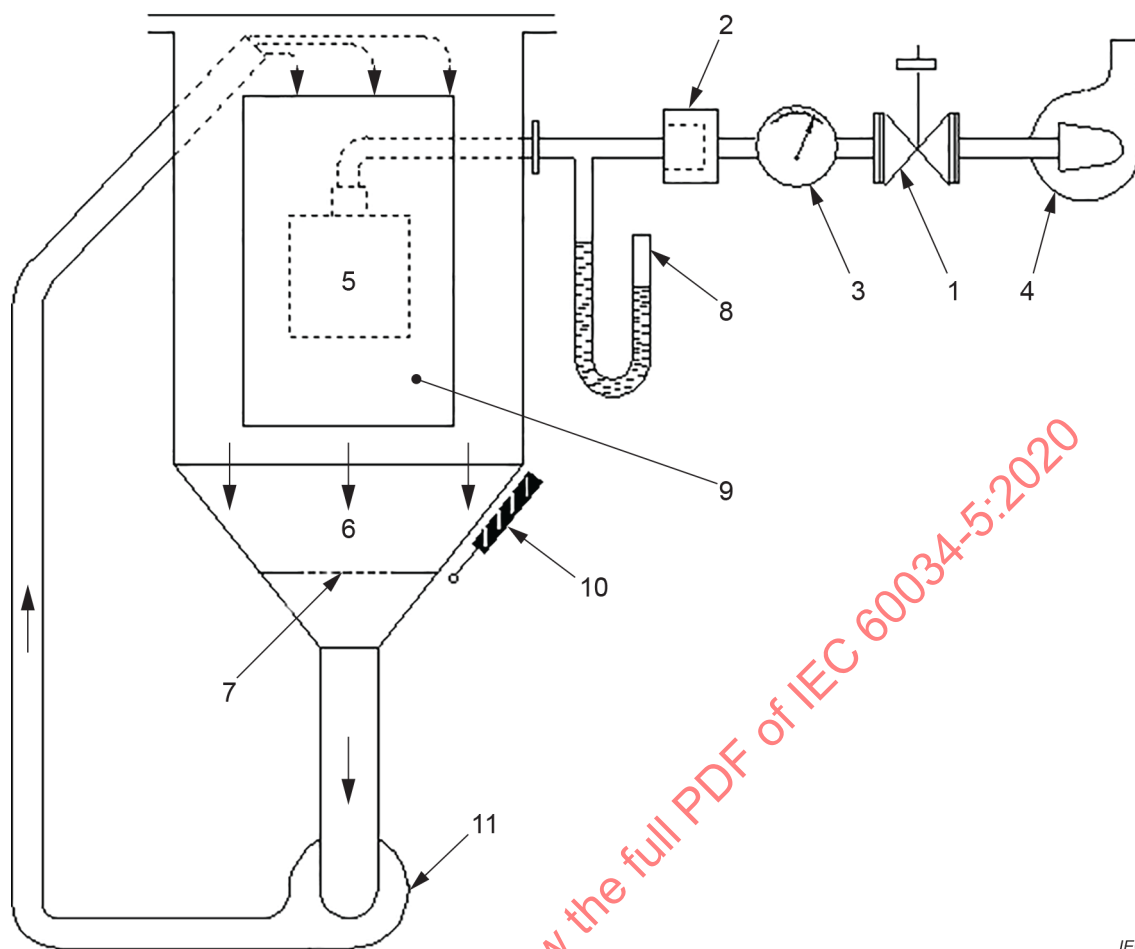
up to 25 mm: $\begin{pmatrix} 0 \\ -0,05 \end{pmatrix}$ mm;
over 25 mm: ± 0,2 mm

Material for finger: e.g. heat-treated steel.

Both joints of this finger may be bent through an angle of $\begin{pmatrix} 90^{+10} \\ 0 \end{pmatrix}$ but in one and the same direction only.

Using the pin and groove solution is only one of the possible approaches in order to limit the bending angle to 90°. For this reason, dimensions and tolerances of these details are not given in the drawing. The actual design shall ensure a 90° bending angle with a 0° to +10° tolerance.

Figure 1 – Standard test finger

**Key**

- | | | |
|------------------|----------------------|---------------------|
| 1 Valve | 5 Machine under test | 9 Glass window |
| 2 Dust filter | 6 Talcum powder | 10 Vibrator |
| 3 Air flow meter | 7 Guard screen | 11 Circulating pump |
| 4 Vacuum pump | 8 Pressure gauge | |

Figure 2 – Equipment to prove protection against dust**10 Tests for second characteristic numeral****10.1 Test conditions**

Test conditions for the second characteristic numeral are given in Table 5.

The test shall be conducted with fresh water. During the test, the moisture contained inside the enclosure may be partly condensed. The dew which may thus be deposited should not be mistaken for an ingress of water.

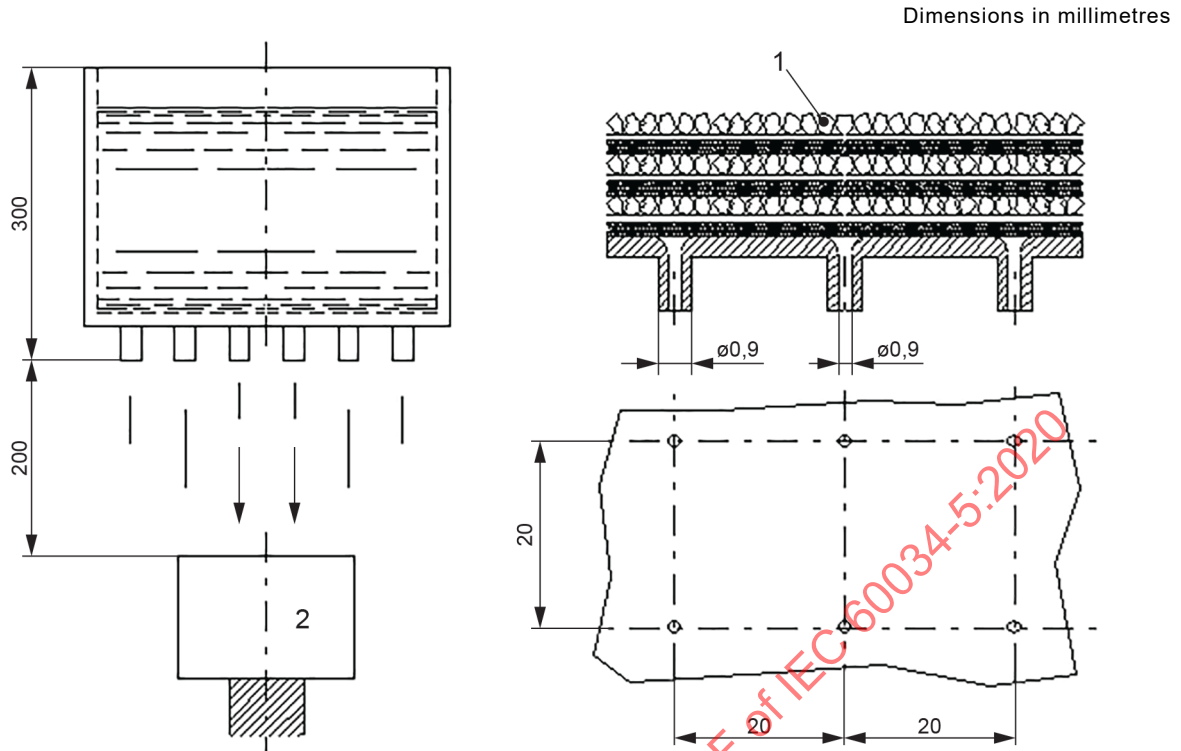
For the purpose of the tests, the surface area of the machine shall be calculated with an accuracy of 10 %.

When possible, the machine shall be run at rated speed. This can be achieved by mechanical means or by energization. If the machine is energized, adequate safety precautions shall be taken.

Table 5 – Test conditions for second characteristic numeral

Second characteristic numeral	Test and acceptance conditions
0	No test is required.
1	The test is made by means of an equipment, the principle of which is shown in Figure 3. The rate of discharge shall be reasonably uniform over the whole area of the apparatus and shall produce a rainfall of between 3 mm and 5 mm of water per minute (in the case of equipment according to Figure 3, this corresponds to a fall in water level of 3 mm to 5 mm/min). The machine under test is placed in its normal operating position under the dripping equipment, the base of which shall be larger than that of the machine. Except for machines designed for wall or ceiling mounting, the support for the enclosure under test should be smaller than the base of the enclosure. The machine normally fixed to a wall or ceiling is fixed in its normal position of use to a wooden board having dimensions which are equal to those of that surface of the machine which is in contact with the wall or ceiling when the machine is mounted as in normal use. The duration of the test shall be 10 min.
2	The dripping equipment is the same as that specified for the second characteristic numeral 1 and is adjusted to give the same rate of discharge. The machine is tested for 2,5 min in each of four fixed positions of tilt. These positions are 15° either side of the vertical in two mutually perpendicular planes. The total duration of the test shall be 10 min.
3	The test shall be made using equipment such as is shown in Figure 4, provided that the dimensions and shape of the machine to be tested are such that the radius of the oscillating tube does not exceed 1 m. Where this condition cannot be fulfilled, a hand-held spray device, as shown in Figure 5, shall be used. a) Conditions when using test equipment as shown in Figure 4. The total flow rate shall be adjusted to an average rate of (0,067 to 0,074) l/min per hole multiplied by the number of holes. The total flow rate shall be measured with a flowmeter. The tube is provided with spray holes over an arc of 60° either side of the centre point and shall be fixed in a vertical position. The test machine is mounted on a turntable with a vertical axis and is located at approximately the centre point of the semicircle. The minimum duration of the test shall be 10 min. b) Conditions when using test equipment as shown in Figure 5. The moving shield shall be in place for this test. The water pressure is adjusted to give a delivery rate of (10 ± 0,5) l/min (pressure approximately 80 kPa to 100 kPa). The test duration shall be 1 min/m² of calculated surface area of the machine (excluding any mounting surface and cooling fin) with a minimum duration of 5 min.
4	The conditions for deciding whether the apparatus of Figure 4 or that of Figure 5 should be used are the same as stated for the second characteristic numeral 3. a) Using the equipment as shown in Figure 4. The oscillating tube has holes drilled over the whole 180° of the semicircle. The test duration and the total water flow rate are the same as for degree 3. The support for the machine under test shall be perforated so as to avoid acting as a baffle and the enclosure shall be sprayed from every direction by oscillating the tube at a rate of 60° s⁻¹ to the limit of its travel in each direction. b) Using the equipment as shown in Figure 5. The moving shield is removed from the spray nozzle and the machine is sprayed from all practicable directions. The rate of water delivery and the spraying time per unit area are the same as for degree 3.
5	The test is made by spraying the machine from all practicable directions with a stream of water from a standard test nozzle as shown in Figure 6. The conditions to be observed are as follows: – nozzle internal diameter: 6,3 mm; – delivery rate: 11,9 – 13,2 l/min; – water pressure at the nozzle: approximately 30 kPa (see NOTE 1); – test duration per m² of surface area of the machine: 1 min; – minimum test duration: 3 min;

Second characteristic numeral	Test and acceptance conditions
	– distance from nozzle to machine surface: approximately 3 m (see NOTE 2). (This distance may be reduced, if necessary to ensure proper wetting when spraying upwards).
6	The test is made by spraying the machine from all practicable directions with a stream of water from a standard test nozzle as shown in Figure 6. The conditions to be observed are as follows: – nozzle internal diameter: 12,5 mm; – delivery rate: 95 – 105 l/min – water pressure at the nozzle: approximately 100 kPa (see NOTE 1); – test duration per m² of surface area of the machine: 1 min; – minimum test duration: 3 min; – distance from nozzle to machine surface: approximately 3 m (see NOTE 2).
7	The test is made by completely immersing the machine in water so that the following conditions are satisfied: a) the surface of the water shall be at least 150 mm above the highest point of the machine; b) the lowest portion of the machine shall be at least 1 m below the surface of the water; c) the duration of the test shall be at least 30 min; d) the water temperature shall not differ from that of the machine by more than 5 °C. By agreement between manufacturer and user, this test may be replaced by the following procedure: The machine should be tested with an inside air pressure of about 10 kPa. The duration of the test is 1 min. The test is deemed satisfactory if no air leaks out during the test. Air leakage may be detected either by submersion, the water just covering the machine, or by the application onto it of a solution of soap in water.
8	The test conditions are subject to agreement between manufacturer and user, but they shall not be less severe than those prescribed for degree 7.
9	The test is made by spraying the enclosure with a stream of water from a standard test nozzle as shown in Figure 7. The set-up for measuring the impact force of the water jet is given in Figure 8a. The distribution force shall be verified at upper and lower limits of distance tolerance range (see Figure 8b). During the test a) or b) of the enclosure, the water temperature shall be (80 ± 5) °C. a) For small enclosures (largest dimension less than 250 mm), the enclosure shall be mounted on the test device shown in Figure 9: turntable speed: 5 rev/min ± 1 rev/min spray positions: 0°, 30°, 60°, 90° The test duration is 30 s per position. b) For large enclosures (largest dimension greater than or equal to 250 mm), the enclosure shall be mounted as per intended use. The enclosure shall be sprayed covering the entire exposed surface area: spray positions: the enclosure shall be sprayed from all practical directions covering the entire surface area and the spray shall be as far as it is possible perpendicular to the sprayed surface. distance between nozzle and sample under test shall be 175 ± 25 mm. The test duration is 1 min/m² of the calculated surface area of the enclosure (excluding any mounting surface), with a minimum duration of 3 min.
NOTE 1 The measurement of the water pressure may be replaced by that of the height to which the spray of the nozzle freely rises: Pressure: 30 kPa Height: 2,5 m Pressure: 100 kPa Height: 8 m NOTE 2 The distance of the nozzle to the machine under test, for degrees 5 and 6, was set at 3 m for practical reasons; it may be reduced in order to test the machine from every direction.	



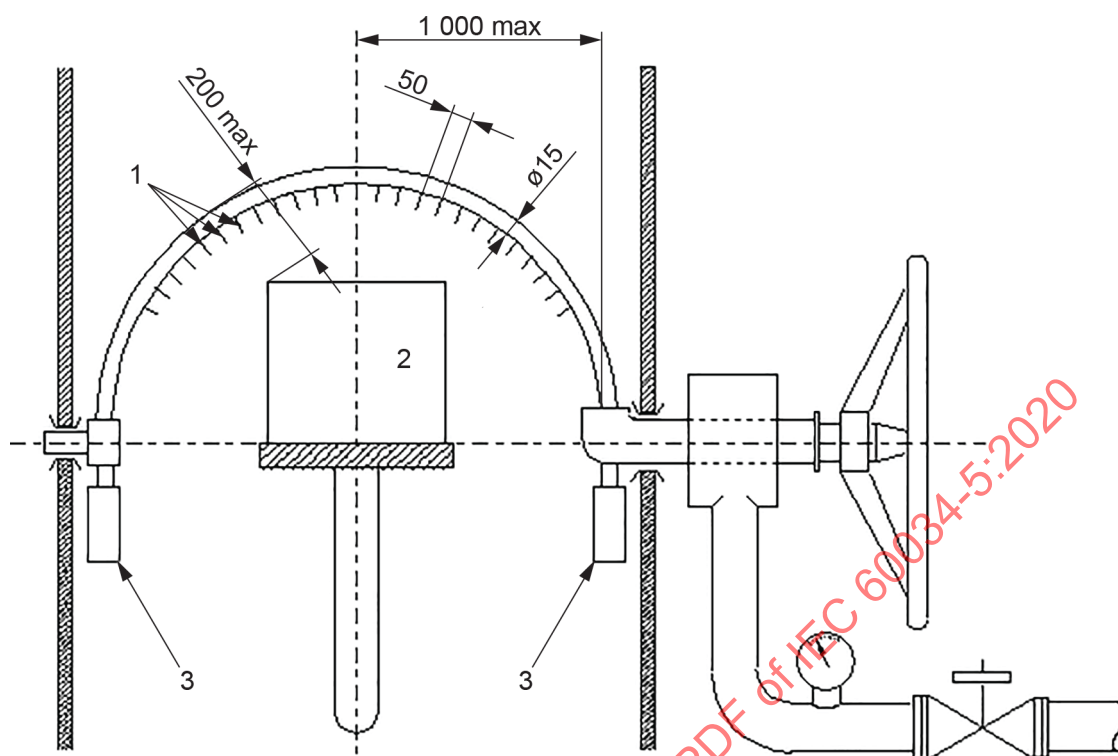
IEC

Key

- 1 Layers of sand and gravel to regulate flow of water, these layers being separated by metallic gauze and blotting paper
- 2 Machine under test

Figure 3 – Equipment to prove protection against dripping water

Dimensions in millimetres



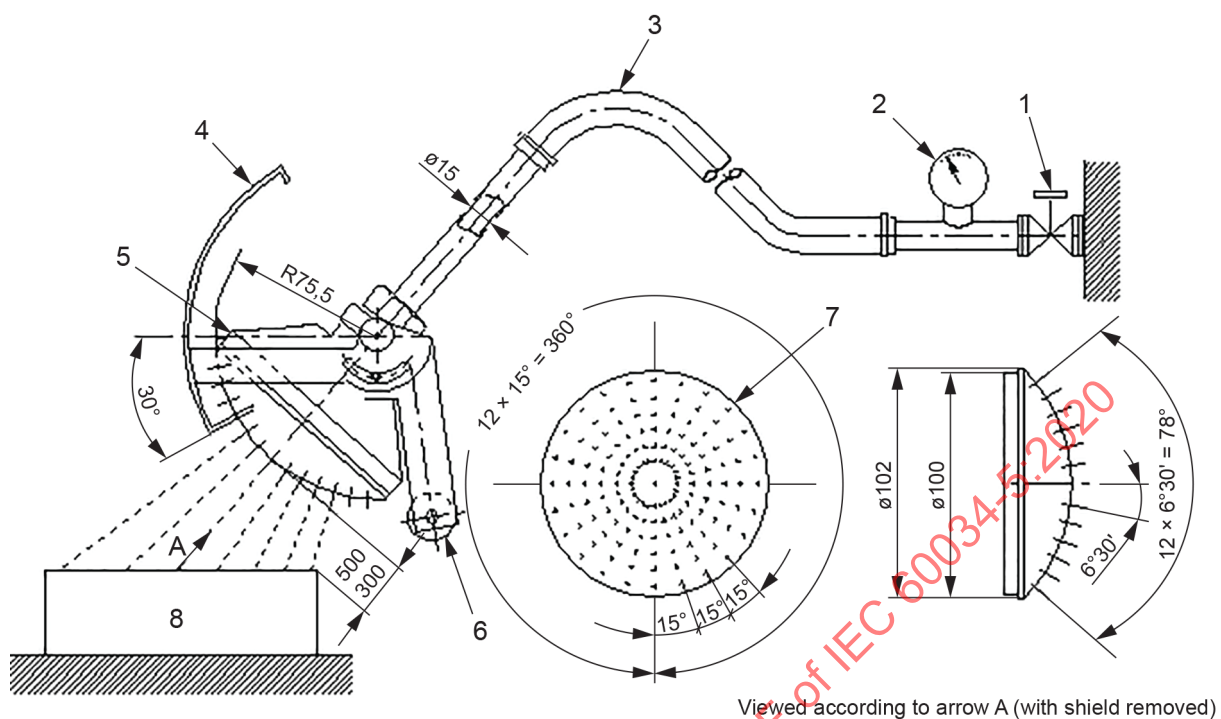
IEC

Key

- 1 Holes $\phi 0,4$
- 2 Machine under test
- 3 Counterweight

Figure 4 – Equipment to prove protection against spraying and splashing water
(shown with spraying holes in the case of second characteristic numeral 3)

Dimensions in millimetres



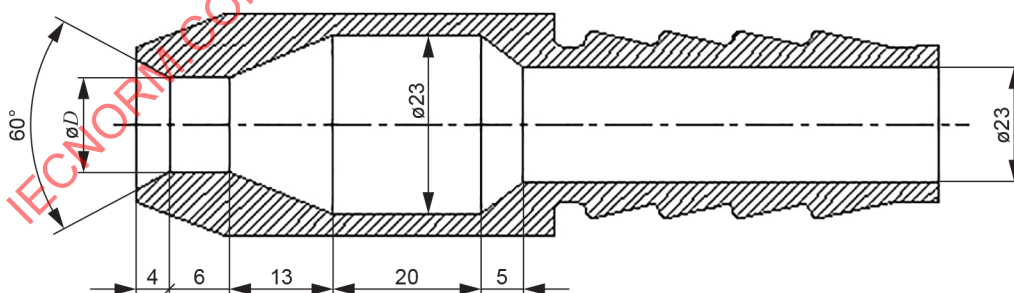
IEC

Key

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 Cock | 7 Spray nozzle – brass with 121 holes Ø 0,5 |
| 2 Pressure gauge | 1 hole in centre |
| 3 Hose | 2 inner circles of 12 holes at 30° pitch |
| 4 Moving shield – aluminium | 4 outer circles of 24 holes at 15° pitch |
| 5 Spray nozzle | 8 Machine under test |
| 6 Counterweight | |

Figure 5 – Hand-held equipment to prove protection against spraying and splashing water

Dimensions in millimetres



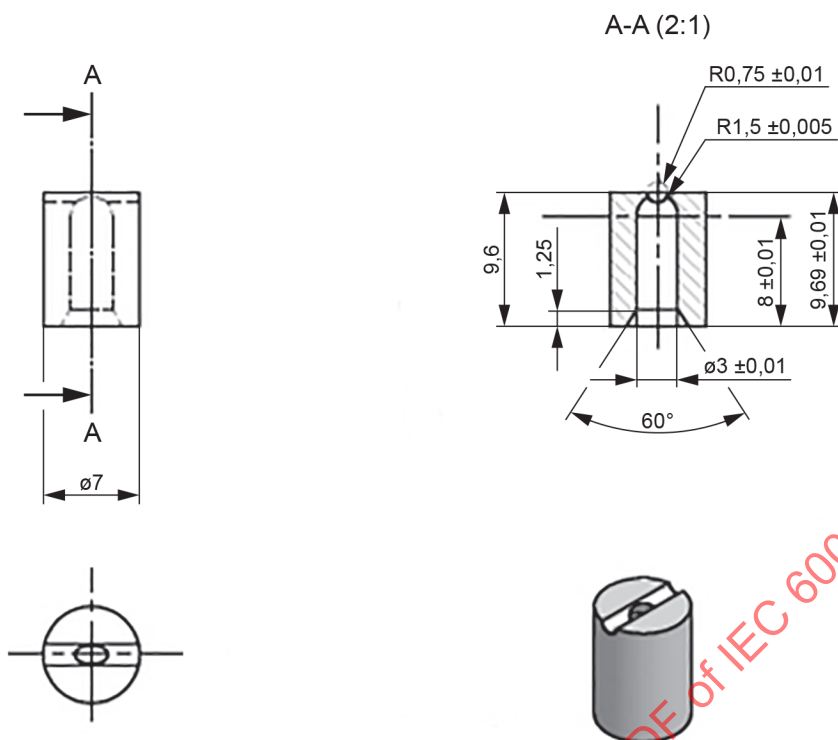
IEC

D is 6,3 mm for the tests of Table 5 numeral 5

D is 12,5 mm for the tests of Table 5 numeral 6

Figure 6 – Standard nozzle for hose test

Dimensions in millimetres

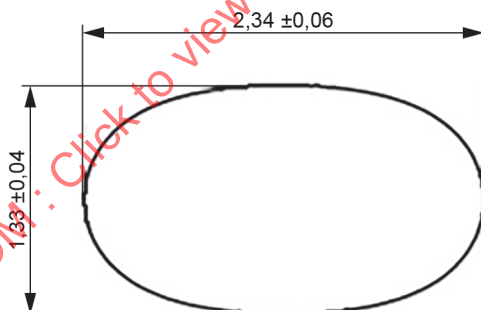


IEC

NOTE The dimension 9,69 $\pm$ 0,01 refers to the center of the radius R0,75 $\pm$ 0,01.

Figure 7a – Fan jet nozzle dimensions

Dimensions in millimetres



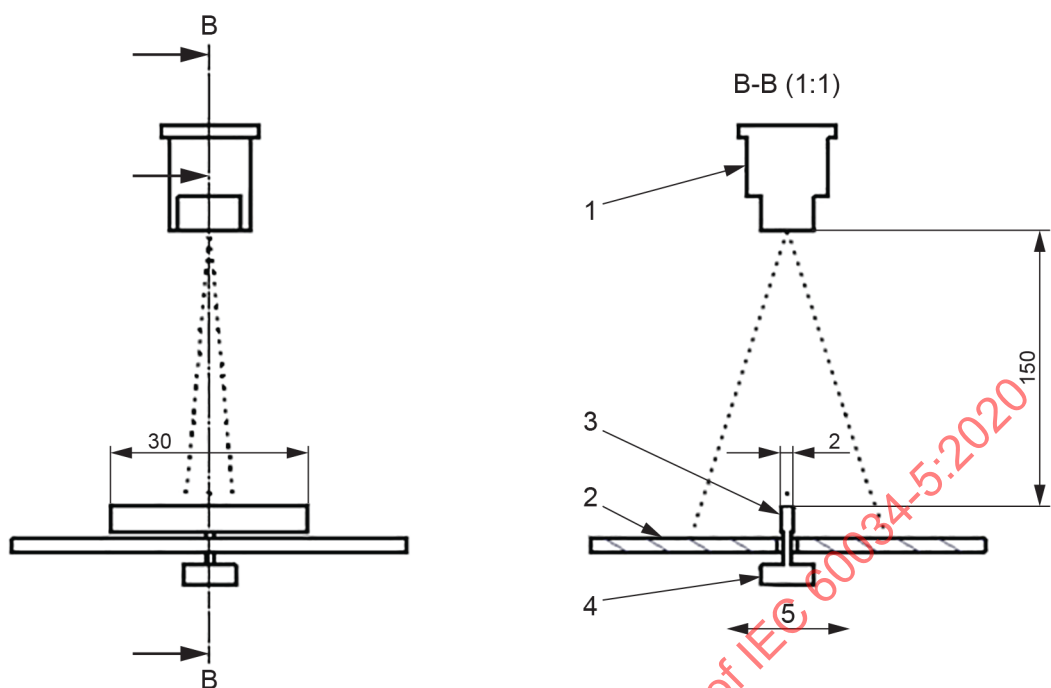
IEC

A magnification of 100 times the edge of the nozzle shall show regular profile.

Figure 7b – Fan jet nozzle resulting dimensions of spraying hole for checking purpose

Figure 7 – Geometry of fan jet nozzle

Dimensions in millimetres



IEC

Key

- 1 Fan jet nozzle

Adjustment of the flow - rate between (15 ± 1) l/min to reach a distribution impact force of 0,9 – 1,2 N
The water temperature during verification shall be (20 ± 5) °C.

- 2 Cover plate

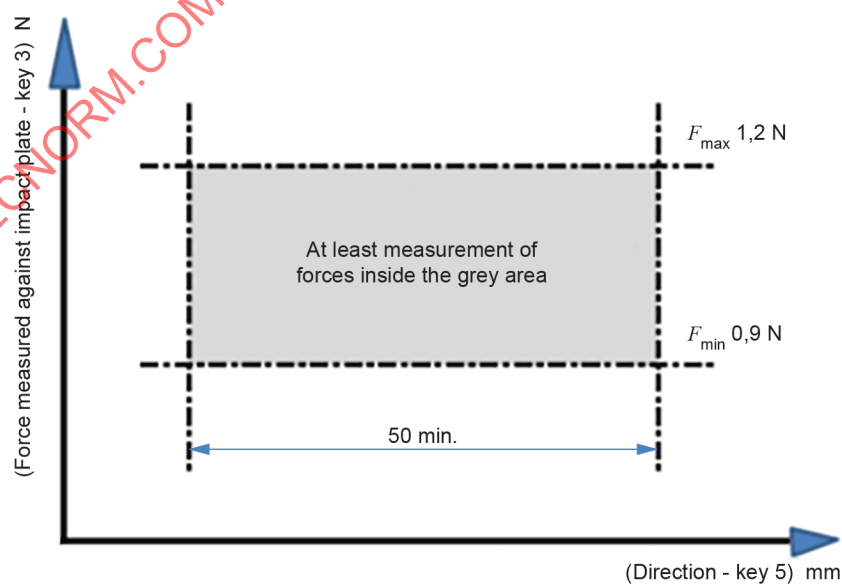
- 3 Impact plate 2×30 mm

- 4 Force sensor

- 5 Distribution forces directions (see also Figure 8b)

Figure 8a – Set-up for measuring the impact force of the water jet for determining the protection against high pressure and high temperature water jet, degree of protection against ingress of water IP X9

Dimensions in millimetres

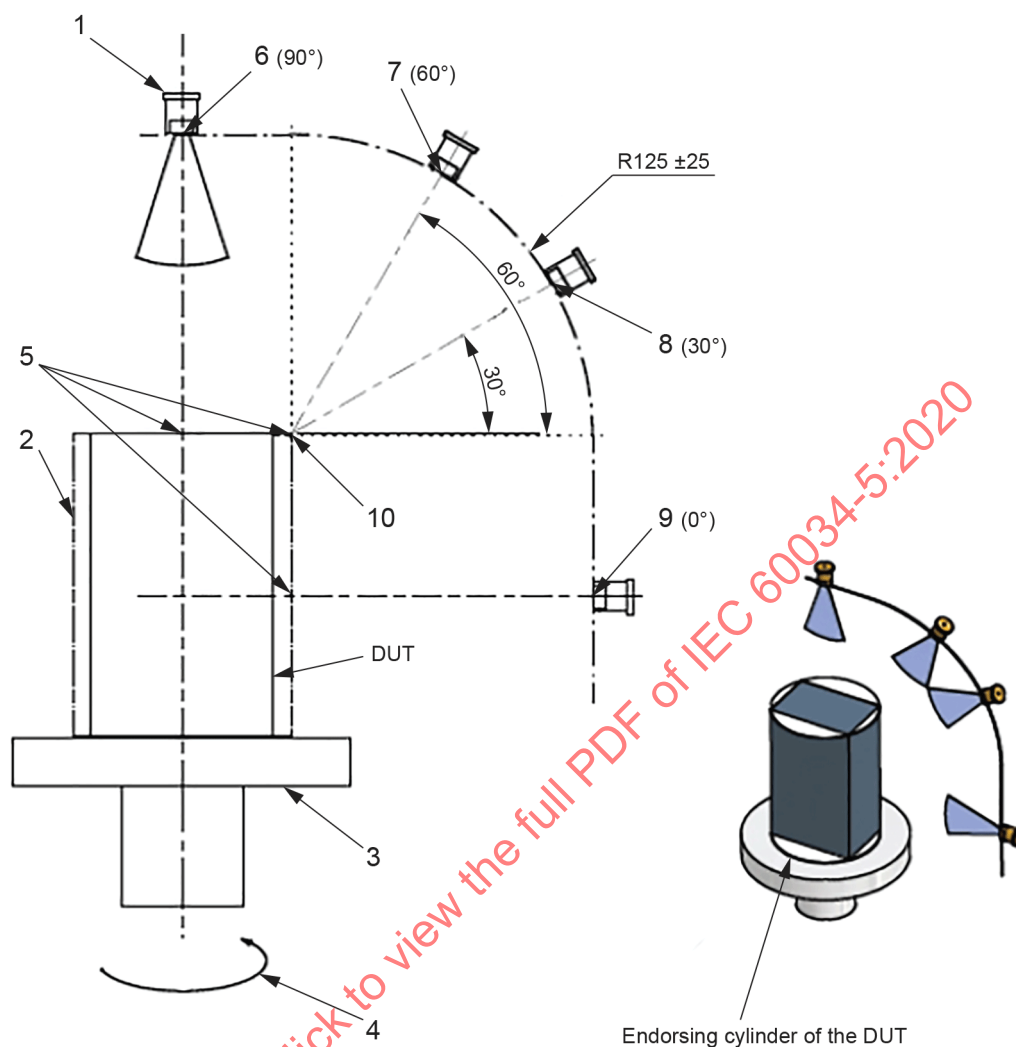


IEC

Figure 8b – Impact force distribution

Figure 8 – Measurement of the impact force

Dimensions in millimetres



IEC

Key

- 1 Fan jet nozzle
- 2 Endoring cylinder for device under test (DUT)
- 3 Holder (rotating table)
- 4 Swivel axis (axis of rotation)
- 5 Reference point for 0°, for 30° and 60°, then for 90° versus the endoring cylinder for device under test (DUT)
- 6 Position 1 of the nozzle (90°)
- 7 Position 2 of the nozzle (60°)
- 8 Position 3 of the nozzle (30°)
- 9 Position 4 of the nozzle (0°)
- 10 Center point of circle R125mm to locate nozzles

Figure 9 – Test set-up for determining the protection against high-pressure/steam-jet cleaning – degree of protection against ingress of water IP X9 for small enclosures

10.2 Acceptance conditions

10.2.1 General

After the test in accordance with Table 5 has been carried out, the machine shall be inspected for ingress of water and subjected to the following verification and tests.

10.2.2 Ingress of water

The amount of water which has entered the machine shall not be capable of interfering with its satisfactory operation. The windings and live parts not designed to operate when wet shall not be wet and no accumulation of water which could reach them shall occur inside the machine.

It is, however, permissible for the blades of fans inside rotating machines to be wet and leakage along the shaft is allowable if provision is made for drainage of this water.

10.2.3 Withstand voltage test

In the case of a test on a machine not running:

- a) the machine shall be operated under no-load conditions at rated voltage for 15 min,
- b) then be submitted to a withstand voltage test, the test voltage being 50 % of the test voltage for a new machine (but not less than 125 % of the rated voltage).

In the case of a test on a running machine, only the withstand voltage test is made, in accordance with item b) above.

The test is deemed satisfactory if these checks show no failure.

11 Requirements and tests for open weather-protected machines

The degree of protection W is intended for air-cooled open machines with open circuit cooling, that is, machines with cooling systems designated by IC0X to IC3X according to IEC 60034-6.

Weather-protected machines shall be so designed that the ingress of rain, snow and airborne particles into the electrical parts is reduced.

Other measures providing weather protection (such as encapsulated windings or total enclosure) are not designated by W.

Machines with degree of protection W shall have ventilation passages constructed such that:

- a) at both intake and discharge, high-velocity air and airborne particles are prevented from entering the internal passages leading directly to the electrical parts of the machine;
- b) the air intake path, by baffling or use of separate housings, provides at least three abrupt changes in the direction of the air intake, each of which is at least 90°;
- c) the air intake path provides an area of average velocity not exceeding 3 m/s, enabling any particles to settle. Removable or otherwise easy to clean filters or any other arrangement for the separation of particles may be provided instead of a settling chamber.

The protection of the machine against contact, foreign objects and water shall comply with the conditions and tests specified for the stated degree of protection.

The design of the terminal box shall ensure a degree of protection of at least IP54.

If necessary, arrangements to provide protection against icing, moisture, corrosion or other abnormal conditions shall be made by agreement (e.g. by using anti-condensation heating).

For the verification of weather protection W, a study of drawings is generally sufficient.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-5:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	30
4 Désignation	31
4.1 Généralités	31
4.2 Un seul chiffre caractéristique	31
4.3 Lettres supplémentaires	31
4.4 Exemples de désignations	32
5 Degrés de protection – Premier chiffre caractéristique	32
5.1 Indication du degré de protection	32
5.2 Conformité à un degré de protection donné	32
5.3 Ventilateurs extérieurs	32
5.4 Trous d'évacuation	33
6 Degrés de protection – Deuxième chiffre caractéristique	34
6.1 Indication du degré de protection	34
6.2 Conformité à des degrés de protection inférieurs	34
7 Marquage	35
8 Exigences générales d'essais	36
8.1 Généralités	36
8.2 Distance suffisante	36
8.2.1 Généralités	36
8.2.2 Machines à basse tension (tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu)	36
8.2.3 Machines à haute tension (tension assignée supérieure à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu)	36
9 Essais correspondant au premier chiffre caractéristique	36
10 Essais correspondant au deuxième chiffre caractéristique	40
10.1 Conditions d'essai	40
10.2 Sanctions d'essai	50
10.2.1 Généralités	50
10.2.2 Pénétration de l'eau	50
10.2.3 Essai de tension de tenue	50
11 Exigences et essais des machines ouvertes protégées contre les intempéries	50
Figure 1 – Doigt d'épreuve normalisé	39
Figure 2 – Appareil pour la vérification de la protection contre la poussière	40
Figure 3 – Appareil pour la vérification de la protection contre les gouttes d'eau	43
Figure 4 – Appareil pour la vérification de la protection contre l'eau tombant en pluie et contre les projections d'eau (représenté avec les trous disposés dans le cas du deuxième chiffre caractéristique 3)	44
Figure 5 – Appareil portatif pour la vérification de la protection contre l'eau tombant en pluie et contre les projections d'eau	45
Figure 6 – Buse normalisée pour les essais à la lance	46
Figure 7 – Géométrie de la buse de projection	47

Figure 8 – Mesure de la force d'impact	48
Figure 9 – Dispositif d'essai pour déterminer la protection contre le nettoyage à haute pression/au jet de vapeur – degré de protection contre la pénétration d'eau IP X9 pour les enveloppes de petite dimension	49
Tableau 1 – Exigences d'essais des dispositifs protecteurs	32
Tableau 2 – Degrés de protection indiqués par le premier chiffre caractéristique	33
Tableau 3 – Degrés de protection indiqués par le deuxième chiffre caractéristique	35
Tableau 4 – Conditions et sanctions d'essai correspondant au premier chiffre caractéristique	37
Tableau 5 – Conditions d'essai pour le deuxième chiffre caractéristique	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-5:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale de machines électriques tournantes (code IP) – Classification

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60034-5 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

La présente version bilingue (2020-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-04.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition, parue en 2000, ainsi que son amendement 1:2006. Cette édition constitue une révision technique.

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

- ajout d'un second chiffre 9 et de la méthode d'essai correspondante,
- ajout d'une note de clarification au Tableau 3,
- clarification du terme trou d'évacuation ouvert,
- clarification portant sur la pénétration des poussières au Tableau 4,
- valeurs de pression désormais exprimées uniquement en Pa,
- ajout d'une clarification dans le domaine d'application de la présente norme pour les moteurs (Ex),
- un nouvel article 3 avec définitions.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 2/1960/CDV et 2/1972A/RVC.

Le rapport de vote 2/1972A/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale de machines électriques tournantes (code IP) – Classification

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 s'applique à la classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes. Elle définit les exigences des enveloppes de protection qui conviennent à tous les autres égards à l'utilisation prévue et qui, du point de vue des matériaux et de la construction, garantissent que les caractéristiques faisant l'objet du présent document demeurent inchangées dans les conditions normales d'utilisation.

Le présent document ne spécifie pas les degrés de protection contre les dommages mécaniques de la machine, ou les conditions telles que l'humidité (produite par exemple par la condensation), les poussières ou vapeurs corrosives, les champignons ou la faune nuisible.

Le présent document s'applique également aux machines antidéflagrantes, mais il ne spécifie pas les types de protection pour une utilisation en milieu potentiellement explosif (poussières, gaz). Ces derniers sont définis dans la série de normes IEC 60079.

Dans certaines applications (telles que les matériels agricoles ou les appareils domestiques), des précautions plus importantes contre un contact accidentel ou volontaire peuvent être spécifiées.

Le présent document donne les définitions des degrés de protection normaux procurés par les enveloppes applicables aux machines électriques tournantes, en ce qui concerne:

- a) la protection des personnes contre les contacts ou l'approche de parties sous tension et contre les contacts avec des pièces en mouvement (autres que les arbres lisses en rotation et pièces analogues) à l'intérieur de l'enveloppe et la protection de la machine contre la pénétration de corps solides étrangers;
- b) la protection des machines contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau;
- c) la protection des machines contre les effets nuisibles dus à la pénétration de poussières.

Il donne les désignations indiquant ces degrés de protection et les essais à effectuer en vue de vérifier que les machines satisfont aux exigences du présent document.

2 Références normatives

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

IEC 60034-6, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (Code IC)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

machine fermée

machine qui n'est traversée par aucun fluide prélevé dans le milieu environnant à des fins de refroidissement

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-44-17]

3.2

machine ouverte

machine ayant un circuit de refroidissement ouvert, dont le fluide de refroidissement est prélevé directement dans le milieu environnant, passe à travers la machine et retourne ensuite directement dans le milieu environnant

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-44-16]

4 Désignation

4.1 Généralités

Les désignations utilisées pour les degrés de protection sont constituées par les lettres IP suivies de deux chiffres caractéristiques signifiant que les machines sont conformes aux conditions indiquées dans les tableaux des Articles 5 et 6 respectivement.

4.2 Un seul chiffre caractéristique

Lorsqu'il est exigé d'indiquer un degré de protection au moyen d'un seul chiffre caractéristique, le chiffre omis doit être remplacé par la lettre X, par exemple IPX5 ou IP2X.

4.3 Lettres supplémentaires

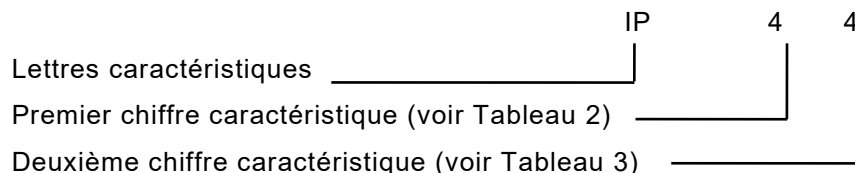
4.3.1 Une information complémentaire peut être indiquée au moyen d'une lettre supplémentaire placée à la suite du second chiffre caractéristique. Si plus d'une lettre est utilisée, l'ordre alphabétique doit être appliqué.

4.3.2 Dans des applications spéciales (telles que des machines à circuit de refroidissement ouvert pour installation sur le pont des navires, dont les ouvertures d'aspiration et de refoulement sont fermées à l'arrêt), les chiffres peuvent être suivis d'une lettre indiquant que la protection contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau a été vérifiée ou a fait l'objet d'un essai sur la machine à l'arrêt (lettre S) ou sur la machine en marche (lettre M). Dans ce cas, le degré de protection dans chaque état de la machine doit être indiqué, par exemple IP55S/IP20M.

L'absence des lettres S et M doit signifier que le degré de protection visé sera procuré dans toutes les conditions normales d'utilisation.

4.3.3 Pour des machines ouvertes à refroidissement par air conçues pour des conditions atmosphériques spécifiées et pourvues de mesures ou de procédés complémentaires de protection (comme spécifié à l'Article 11), la lettre W peut être utilisée.

4.4 Exemples de désignations



5 Degrés de protection – Premier chiffre caractéristique

5.1 Indication du degré de protection

Le premier chiffre caractéristique désigne le degré de protection procuré par l'enveloppe, tant en ce qui concerne les personnes que les parties de la machine à l'intérieur de l'enveloppe.

Le Tableau 2 décrit sommairement dans la troisième colonne, les objets qui, pour chaque degré de protection représenté par le premier chiffre caractéristique, "ne pourront pas pénétrer" à l'intérieur de l'enveloppe.

L'expression "ne pas pouvoir pénétrer" signifie soit qu'une partie du corps, un outil ou un fil tenu par une personne ne peut pas pénétrer dans la machine, soit que, en cas de pénétration, une distance suffisante est conservée entre cette partie et les parties sous tension ou des pièces dangereuses en mouvement (les arbres lisses en rotation et des pièces analogues ne sont pas considérés comme dangereux).

La troisième colonne du Tableau 2 indique également les dimensions minimales des corps solides étrangers qui ne pourront pas pénétrer.

5.2 Conformité à un degré de protection donné

Une enveloppe qui satisfait à un degré de protection donné est réputée satisfaisante, de ce fait même, à tout degré inférieur de protection figurant dans le Tableau 2. En conséquence, les essais de vérification de ces degrés inférieurs de protection ne sont pas exigés, sauf en cas de doute.

5.3 Ventilateurs extérieurs

Les pales ou bras des ventilateurs extérieurs à l'enveloppe doivent être protégés contre les contacts au moyen d'un dispositif protecteur conforme au Tableau 1.

Tableau 1 – Exigences d'essais des dispositifs protecteurs

Protection de la machine	Essai
IP1X	Essai à la sphère de 50 mm
IP2X à IP6X	Essai au doigt d'épreuve

Pour l'essai, le rotor doit être mis lentement en rotation, par exemple manuellement si cela est possible.

Les arbres lisses en rotation et des pièces analogues ne sont pas considérés comme dangereux.

5.4 Trous d'évacuation

Si la machine est pourvue de trous d'évacuation, les exigences suivantes doivent être appliquées:

- les trous d'évacuation destinés normalement à être ouverts sur le site doivent être gardés ouverts pendant l'essai;
- les trous d'évacuation sont considérés comme ouverts dès lors qu'aucun reniflard ou bouchon n'est monté sur le trou de purge;
- lorsque des machines avec une protection IP3X ou IP4X sont destinées à fonctionner avec les trous d'évacuation ouverts, ces derniers peuvent être conformes à une protection IP2X;
- lorsque des machines avec une protection IP5X sont destinées à fonctionner avec les trous d'évacuation ouverts, ces derniers doivent être conformes à une protection IP4X.

Tableau 2 – Degrés de protection indiqués par le premier chiffre caractéristique

Premier chiffre caractéristique	Degré de protection		Conditions d'essai
	Brève description (NOTE 1)	Définition	
0	Machine non protégée	Pas de protection spéciale	Pas d'essai
1 (NOTE 2)	Machine protégée contre des corps solides supérieurs à 50 mm	Contact accidentel ou involontaire d'une grande surface du corps humain telle qu'une main avec des parties sous tension ou des pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou approche de celles-ci (mais aucune protection contre l'accès volontaire) Pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 50 mm	Tableau 4
2 (NOTE 2)	Machine protégée contre des corps solides supérieurs à 12 mm	Contact des doigts ou d'objets analogues ne dépassant pas 80 mm de longueur avec des parties sous tension ou des pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou approche de celles-ci Pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 12 mm	
3 (NOTE 2)	Machine protégée contre des corps solides supérieurs à 2,5 mm	Contact d'outils ou de fils de diamètre supérieur à 2,5 mm avec des parties sous tension ou des pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou approche de celles-ci Pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 2,5 mm	
4 (NOTE 2)	Machine protégée contre des corps solides supérieurs à 1 mm	Contact de fils ou de bandes d'épaisseur supérieure à 1 mm avec des parties sous tension ou des pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou approche de celles-ci Pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 1 mm	
5 (NOTE 3)	Machine protégée contre la poussière	Contact avec les parties sous tension ou les pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe, ou approche de celles-ci La pénétration de la poussière n'est pas totalement empêchée, mais la poussière ne pénètre pas en quantité suffisante pour nuire au bon fonctionnement de la machine	
6	Machine étanche à la poussière	Pénétration de la poussière totalement empêchée	

NOTE 1 La brève description fournie dans la deuxième colonne du présent tableau ne peut pas être utilisée pour spécifier le type de protection.

NOTE 2 Pour les machines auxquelles est attribué un premier chiffre caractéristique 1, 2, 3 ou 4, des corps solides de forme régulière ou irrégulière, dont trois dimensions orthogonales sont supérieures aux valeurs indiquées dans la colonne "Définition", ne peuvent pas pénétrer.

NOTE 3 Le degré de protection contre les poussières défini par le présent document présente un caractère général. Si la nature des poussières (taille des particules, leur nature, particules fibreuses, par exemple) est spécifiée, des conditions d'essai particulières peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6 Degrés de protection – Deuxième chiffre caractéristique

6.1 Indication du degré de protection

Le deuxième chiffre caractéristique indique le degré de protection procuré par l'enveloppe contre les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau.

Le Tableau 3 donne, dans la troisième colonne, des détails sur le type de protection procuré par l'enveloppe pour chaque degré de protection représenté par le deuxième chiffre caractéristique.

Une machine ouverte à refroidissement par air est protégée contre les intempéries lorsque, grâce à des mesures de construction, la pénétration de la pluie, de la neige et des particules en suspension dans l'air, dans des conditions spécifiées, est réduite à une valeur compatible avec un fonctionnement correct.

Ce degré de protection est caractérisé par la lettre W, placée après le second chiffre caractéristique.

6.2 Conformité à des degrés de protection inférieurs

Pour les deuxièmes chiffres caractéristiques jusques et y compris 6, une enveloppe qui satisfait à un degré est considérée comme satisfaisant de ce fait même à tout degré inférieur de protection figurant dans le Tableau 3.

En conséquence, les essais de vérification de ces degrés inférieurs de protection ne sont pas exigés, sauf en cas de doute.

Pour IPX7, IPX8 et IPX9, la conformité de l'enveloppe à tout degré inférieur de protection dans le Tableau 3 ne doit pas être présumée.

Tableau 3 – Degrés de protection indiqués par le deuxième chiffre caractéristique

Deuxième chiffre caractéristique	Degré de protection		Conditions d'essai
	Brève description (NOTE 1)	Définition	
0	Machine non protégée	Pas de protection spéciale	Pas d'essai
1	Machine protégée contre les chutes verticales de gouttes d'eau	Les gouttes d'eau (tombant verticalement) ne doivent pas avoir d'effets nuisibles	Tableau 5
2	Machine protégée contre les chutes d'eau pour une inclinaison maximale de 15°	Les chutes verticales des gouttes d'eau ne doivent pas avoir d'effets nuisibles quand la machine est inclinée jusqu'à 15° de sa position normale	
3	Machine protégée contre l'eau en pluie	De l'eau tombant en pluie dans une direction faisant avec la verticale un angle inférieur ou égal à 60° ne doit pas avoir d'effets nuisibles	
4	Machine protégée contre les projections d'eau	De l'eau projetée de toutes les directions sur la machine ne doit pas avoir d'effets nuisibles	
5	Machine protégée contre les jets d'eau	De l'eau projetée de toutes les directions à l'aide d'une lance sur la machine ne doit pas avoir d'effets nuisibles (NOTE 3)	
6	Machine protégée contre les paquets de mer	Par grosse mer ou sous l'effet de jets puissants, l'eau ne doit pas pénétrer dans la machine en quantité nuisible	
7	Machine protégée contre les effets d'une immersion	La pénétration d'eau en quantité nuisible à l'intérieur de la machine immergée dans l'eau, sous une pression et pendant une durée déterminées, ne doit pas être possible	
8	Machine protégée contre les effets d'une immersion prolongée	La machine convient pour une immersion prolongée dans l'eau dans des conditions spécifiées qui doivent être spécifiées par le constructeur (NOTE 2)	
9	Machine protégée contre les jets d'eau à haute pression et à haute température	De l'eau projetée sur l'enveloppe, à haute pression et à haute température de toutes les directions, ne doit pas avoir d'effets nuisibles (NOTE 3)	

NOTE 1 La brève description fournie dans la deuxième colonne du présent tableau ne peut pas être utilisée pour spécifier le type de protection.

NOTE 2 Cela signifie normalement que la machine est rigoureusement étanche. Cependant, pour certains types de machines, cela peut signifier que de l'eau peut pénétrer pourvu qu'il n'en résulte pas d'effets nuisibles.

NOTE 3 Il est avéré que les protections type IPx5 ou IPx9 ne sont pas équivalentes à une protection absolue contre toutes les conditions météorologiques pouvant se présenter sur une longue durée. La protection contre les intempéries peut être obtenue au moyen d'une protection supplémentaire.

7 Marquage

Il est recommandé de marquer sur la machine les lettres ou les chiffres caractéristiques, de préférence sur la plaque signalétique ou, si cela n'est pas possible, sur l'enveloppe.

Dans le cas où toutes les parties de la machine n'ont pas le même degré de protection, la désignation du degré le plus faible doit au moins être indiquée, suivie des autres désignations éventuelles avec l'indication de la partie de la machine à laquelle elles se rapportent.

L'espace limité disponible sur la plaque signalétique ne permet généralement d'indiquer que le code IP le plus faible. Pour les parties ou éléments de degré de protection plus élevé, il est recommandé de les spécifier ensuite dans la documentation et/ou dans les instructions de fonctionnement.

Il n'est pas nécessaire d'indiquer sur la plaque signalétique, ou dans la documentation le degré inférieur de protection:

- des dispositifs protecteurs des ventilateurs extérieurs (tels que permis en 5.3);
- des trous d'évacuation (tels que permis en 5.4);

Lorsque le montage de la machine a une influence sur le degré de protection, le mode d'installation prévu doit être indiqué par le constructeur sur la plaque signalétique ou dans ses instructions pour le montage.

8 Exigences générales d'essais

8.1 Généralités

Les essais spécifiés dans le présent document sont des essais de type. Ils doivent être effectués sur des produits courants ou leurs modèles. Lorsque cela n'est pas réalisable, la vérification par un autre essai ou par examen sur plans doit être soumise à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Sauf spécification contraire, les machines soumises aux essais doivent être propres, toutes leurs parties étant en place et montées conformément aux indications du constructeur.

Dans le cas des premiers et deuxièmes chiffres caractéristiques 1, 2, 3 et 4, un examen visuel peut, dans certains cas évidents, montrer que le degré de protection prévu est obtenu. Dans de tels cas, aucun essai n'a besoin d'être effectué. Toutefois, en cas de doute, les essais doivent être effectués conformément aux exigences des Articles 9 et 10.

8.2 Distance suffisante

8.2.1 Généralités

Dans le cadre des articles suivants concernant les essais de la présente norme, le terme "distance suffisante" a la signification donnée en 8.2.2 ou 8.2.3.

8.2.2 Machines à basse tension (tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu)

Le dispositif d'essai (sphère, doigt, fil, etc.) ne touche pas les parties sous tension ni les pièces en mouvement autres que les pièces non dangereuses telles qu'axes lisses en rotation.

8.2.3 Machines à haute tension (tension assignée supérieure à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu)

Le dispositif d'essai étant placé dans la position la plus défavorable, la machine doit pouvoir satisfaire à l'essai diélectrique prévu pour la machine.

Cette exigence d'essai diélectrique peut être remplacée par une distance dans l'air spécifiée qui garantirait que cet essai est satisfaisant dans les conditions électriques de service les plus défavorables.

9 Essais correspondant au premier chiffre caractéristique

Les conditions d'essai et critères de réception pour le premier chiffre caractéristique sont données dans le Tableau 4.

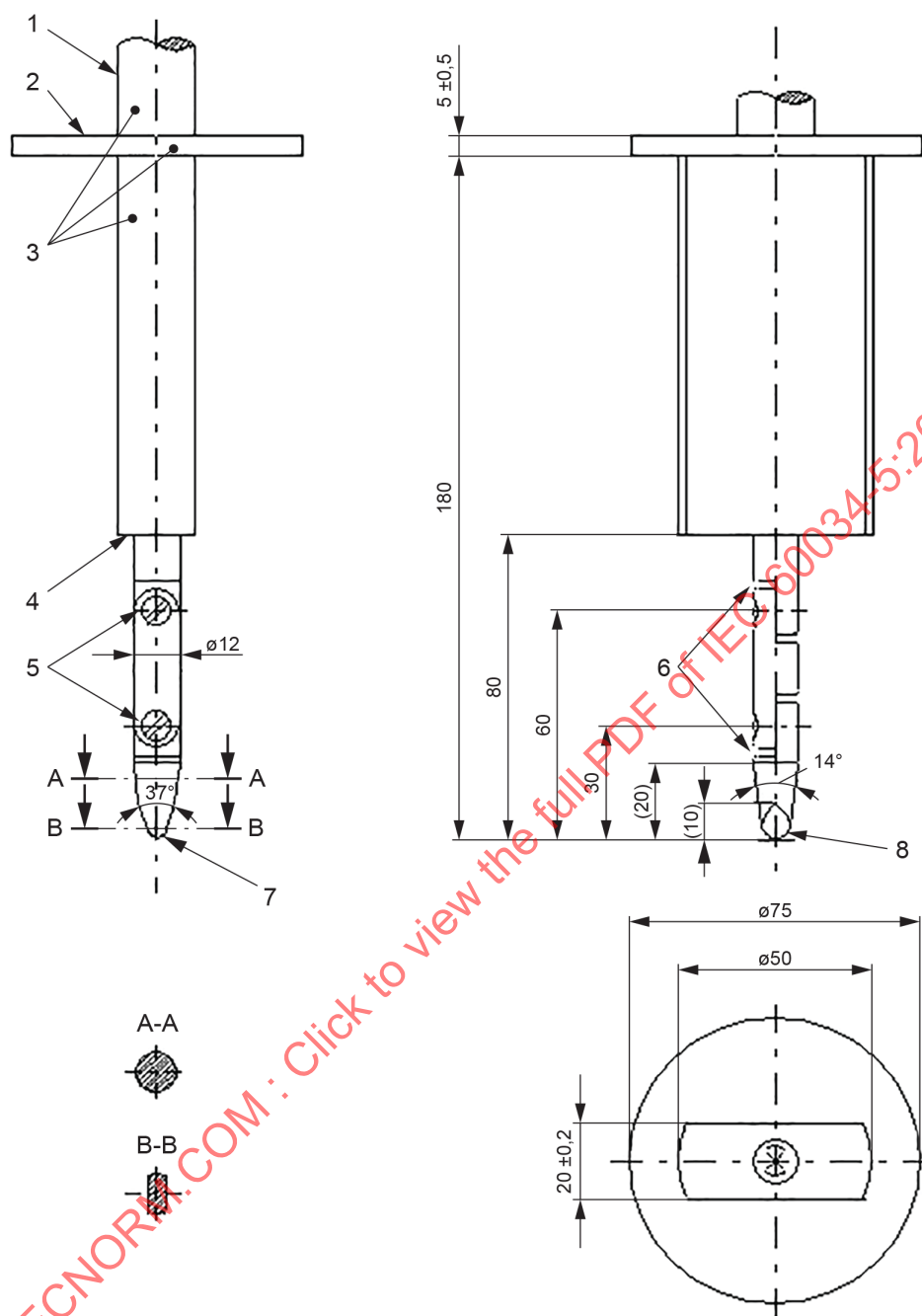
L'essai à la poussière pour les chiffres 5 et 6 doit être effectué avec l'arbre à l'arrêt, pour autant que la différence de pression entre la machine à l'arrêt et en marche (en raison des effets du ventilateur) soit inférieure à 2 kPa. Si la différence de pression est supérieure à 2 kPa, la pression interne de la machine pendant l'essai à la poussière doit être diminuée en conséquence. En variante, la machine peut être soumise à l'essai avec l'arbre en rotation à la vitesse assignée.

Tableau 4 – Conditions d'essai et critères de réception correspondant au premier chiffre caractéristique

Premier chiffre caractéristique	Conditions d'essai et critères de réception
0	Aucun essai n'est exigé.
1	L'essai est effectué en appliquant une sphère rigide de $50^{+0,05}_0$ mm de diamètre aux ouvertures de l'enveloppe avec une force comprise entre 45 N et 55 N. La protection est satisfaisante si la sphère ne passe par aucune ouverture et si une distance suffisante est maintenue par rapport aux parties normalement sous tension en service ou aux pièces en mouvement à l'intérieur de la machine.
2	a) Essai au doigt d'épreuve L'essai est effectué avec un doigt d'épreuve métallique tel que celui représenté à la Figure 1. Les deux articulations du doigt peuvent être pliées à un angle de 90° par rapport à l'axe du doigt, mais dans une seule et même direction. Sans exercer de poussée excessive (pas plus de 10 N), ce doigt est appliqué à toutes les ouvertures de l'enveloppe et, s'il pénètre, il est placé dans toutes les positions possibles. La protection est satisfaisante si une distance suffisante est maintenue entre le doigt d'épreuve et les parties sous tension ou les pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe. Il est toutefois admissible de toucher des arbres lisses en rotation ou des pièces analogues non dangereuses. Pour cet essai, les pièces intérieures en mouvement peuvent, si c'est possible, être mises en mouvement lent. Pour les essais sur une machine à basse tension, une source d'alimentation à basse tension (au moins 40 V) en série avec une lampe appropriée est raccordée entre le doigt d'épreuve et les parties sous tension à l'intérieur de l'enveloppe. Les parties conductrices recouvertes seulement de vernis ou de peinture, ou protégées par oxydation ou par un procédé analogue doivent être recouvertes d'une feuille métallique reliée électriquement aux parties qui sont sous tension en service normal. La protection est satisfaisante si la lampe ne s'allume pas. Pour les machines à haute tension, la distance suffisante est contrôlée par un essai diélectrique ou par une mesure de distance dans l'air conformément aux principes énoncés en 8.2.3. b) Essai à la sphère L'essai est effectué en appliquant une sphère rigide de $12,5^{+0,05}_0$ mm de diamètre sur les ouvertures de l'enveloppe avec une force comprise entre 27 N et 33 N. La protection est satisfaisante si la sphère ne passe par aucune ouverture et si une distance suffisante est maintenue par rapport aux parties sous tension ou aux pièces en mouvement à l'intérieur de la machine.
3	L'essai est effectué avec une tige ou un fil d'acier droit et rigide de $2,5^{+0,05}_0$ mm de diamètre appliqué avec une force comprise entre 2,7 N et 3,3 N. L'extrémité du fil ou de la tige doit être exempte d'aspérités et être coupée suivant une section droite. La protection est satisfaisante si l'on ne réussit pas à faire pénétrer ce fil ou cette tige à l'intérieur de l'enveloppe.
4	L'essai est effectué avec un fil d'acier droit et rigide de $1^{+0,05}_0$ mm de diamètre appliqué avec une force comprise entre 0,9 N et 1,1 N. L'extrémité du fil doit être exempte d'aspérités et être coupée suivant une section droite. La protection est satisfaisante si l'on ne réussit pas à faire pénétrer ce fil à l'intérieur de l'enveloppe.

Premier chiffre caractéristique	Conditions d'essai et critères de réception
5	a) Essai à la poussière L'essai est effectué en utilisant un appareillage mettant en œuvre les principes fondamentaux représentés à la Figure 2, dans lequel de la poudre de talc est maintenue en suspension dans une chambre d'essai convenablement fermée. La poudre de talc utilisée doit pouvoir passer à travers un tamis à mailles carrées, dont le diamètre nominal des fils est de 50 µm et l'espace libre entre les fils de 75 µm. La quantité de talc à employer est de 2 kg/m³ de la chambre d'essai. La poudre ne doit pas être utilisée pour plus de 20 essais. Les machines électriques ont une enveloppe dans laquelle le cycle normal de fonctionnement entraîne des réductions de la pression interne par rapport à la pression atmosphérique ambiante, dues, par exemple, à l'effet de cycles thermiques (catégorie 1). Pour cet essai, la machine est placée à l'intérieur de la chambre d'essai, et la pression à l'intérieur de l'enveloppe est maintenue en dessous de la pression atmosphérique au moyen d'une pompe à vide. Si l'enveloppe comporte un seul trou d'évacuation, le raccordement d'aspiration doit être effectué sur un trou spécialement prévu pour cet essai, sauf si le trou d'évacuation est prévu pour être fermé sur le site (voir 5.4). L'essai a pour but de faire passer dans l'enveloppe, si possible par une dépression appropriée, au moins 80 fois le volume d'air de l'enveloppe sans dépasser un débit d'extraction de 60 volumes par heure. La dépression ne doit en aucun cas dépasser 2 kPa sur le manomètre représenté à la Figure 2. Si un débit d'extraction de 40 à 60 volumes par heure est obtenu, l'essai est arrêté au bout de 2 h. Si, avec la dépression maximale de 2 kPa, le débit d'extraction est inférieur à 40 volumes par heure, l'essai est prolongé jusqu'à ce que le volume d'air aspiré soit égal à 80 fois le volume d'air de l'enveloppe ou bien jusqu'à ce qu'une durée de 8 heures se soit écoulée. S'il est impossible en pratique de soumettre la machine complète à l'essai dans la chambre d'essai, l'un des procédés suivants doit être appliqué: – essai de parties de la machine munies d'enveloppes individuelles (boîtes à bornes, enveloppe des bagues collectrices, etc.); – essai de parties représentatives de la machine, comportant des éléments tels que portes, ouvertures de ventilation, joints, paliers, etc., avec les parties vulnérables de la machine, telles que bornes, bagues collectrices, etc., en place lors des essais; – essai d'une machine plus petite comportant les mêmes détails de construction à pleine échelle; – essai aux conditions déterminées par accord entre le constructeur et l'utilisateur. Dans le deuxième et le troisième cas, le volume d'air à aspirer à travers la machine à l'essai est celui spécifié pour la machine complète à pleine échelle. La protection est satisfaisante si, à l'inspection, la poudre de talc ne s'est pas accumulée en quantité suffisante ou à un endroit tel que cela puisse gêner le fonctionnement normal de la machine ou entraîner un cheminement le long des lignes de fuite. b) Essai au fil Si la machine est destinée à fonctionner avec un(des) trou(s) d'évacuation ouvert(s), ces derniers doivent être soumis à essai de la même façon que pour le premier chiffre caractéristique 4, c'est-à-dire en utilisant un fil de 1 mm de diamètre.
6	Essai conforme à 5 a). La protection est satisfaisante si l'examen montre qu'il n'y a aucune pénétration de poudre de talc.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- | | | |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 Manche | 4 Plaque d'arrêt | 7 R2 ± 0,05 cylindrique |
| 2 Garde | 5 Articulations | 8 R4 ± 0,05 sphérique |
| 3 Matière isolante | 6 Chanfreiner toutes les arêtes | |

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance spécifique:

sur les angles: $\begin{pmatrix} 0 \\ -10 \end{pmatrix}^\circ$

sur les dimensions:

jusqu'à 25 mm: $\begin{pmatrix} 0 \\ -0,05 \end{pmatrix}$ mm;

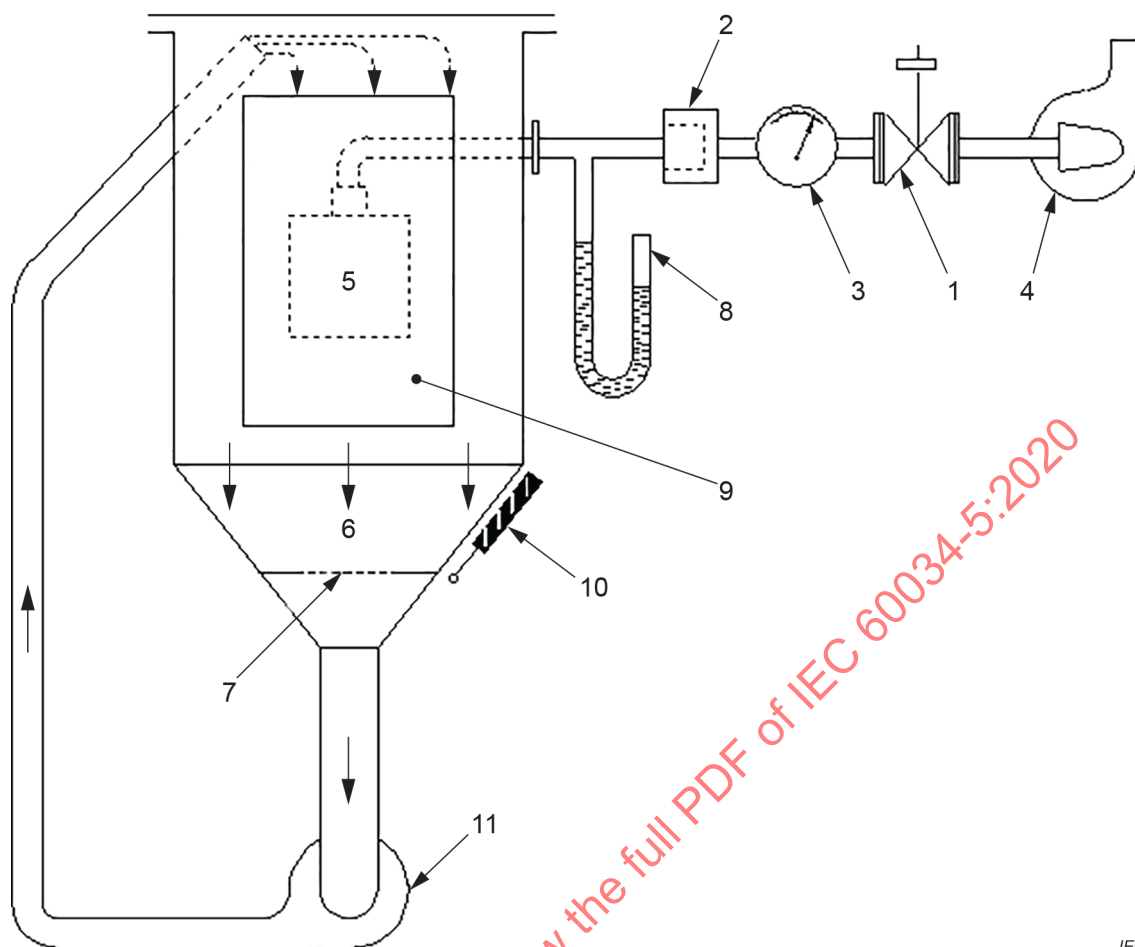
au-dessus de 25 mm: ± 0,2 mm

Matériau du doigt: par exemple acier trempé.

Les deux articulations du doigt d'épreuve peuvent être pliées sous un angle de $\begin{pmatrix} 90 \\ 0 \end{pmatrix}^{+10}$ mais dans une seule et même direction.

L'emploi de la solution pointe-rainure n'est qu'une des méthodes possibles pour limiter l'angle de pliage à 90°. Pour cette raison les dimensions et tolérances de ces détails ne sont pas indiquées sur le dessin. La conception réelle doit assurer un angle de pliage de 90°, avec une tolérance de 0° à +10°.

Figure 1 – Doigt d'épreuve normalisé



Légende

- | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 Robinet | 5 Machine en essai | 9 Fenêtre vitrée |
| 2 Filtre à poussière | 6 Poudre de talc | 10 Vibreur |
| 3 Débitmètre d'air | 7 Grille de protection | 11 Pompe de circulation |
| 4 Pompe à vide | 8 Manomètre | |

Figure 2 – Appareil pour la vérification de la protection contre la poussière

10 Essais correspondant au deuxième chiffre caractéristique

10.1 Conditions d'essai

Les conditions d'essai pour le deuxième chiffre caractéristique sont données dans le Tableau 5.

Les essais doivent être effectués avec de l'eau douce. Lors des essais, l'humidité se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe peut se condenser en partie. Il y a lieu de ne pas confondre avec une pénétration d'eau la rosée qui peut ainsi se former.

Dans le cadre de ces essais, la surface de la machine doit être calculée avec une précision de 10 %.

Si possible, la machine doit être mise en marche à la vitesse assignée. Ceci peut être obtenu par des moyens mécaniques ou par alimentation. Si la machine est mise sous tension, des précautions de sécurité convenables doivent être prises.

Tableau 5 – Conditions d'essai pour le deuxième chiffre caractéristique

Premier chiffre caractéristique	Conditions d'essai et critères de réception
0	Aucun essai n'est exigé.
1	L'essai est effectué à l'aide de l'appareil dont le principe est donné à la Figure 3. Le débit d'eau doit être suffisamment uniforme sur toute la surface de l'appareil et doit produire une chute de pluie comprise entre 3 mm et 5 mm d'eau par minute (dans le cas de l'appareil selon la Figure 3, cela correspond à une baisse du niveau d'eau de 3 mm à 5 mm/min). La machine à l'essai est montée dans sa position normale de fonctionnement au-dessous de l'appareil à gouttes dont le fond doit avoir une section supérieure à celle de la machine. Sauf dans le cas des machines destinées à être montées sur un mur ou au plafond, il convient que le support de l'enveloppe soumise à l'épreuve soit plus petit que la base de l'enveloppe elle-même. La machine, normalement fixée sur un mur ou au plafond, est montée dans sa position normale d'utilisation sur une planche de bois, de dimensions égales à celles de la surface de la machine en contact avec le mur ou le plafond lorsque la machine est montée dans sa position normale d'utilisation. La durée de l'essai doit être de 10 min.
2	L'appareil à gouttes est le même que celui spécifié pour le deuxième chiffre caractéristique 1 et il est réglé de façon à produire le même débit d'eau. La machine est soumise à essai pendant 2,5 min dans chacune des quatre positions inclinées. Les positions font un angle de 15° de part et d'autre de la verticale dans deux plans orthogonaux. La durée totale de l'essai doit être de 10 min.
3	L'essai doit être effectué à l'aide d'un appareil tel que celui qui est représenté à la Figure 4, à condition que les dimensions et la forme de la machine à soumettre à l'essai soient telles que le rayon du tube oscillant ne dépasse pas 1 m. Si cette condition ne peut être remplie, un appareil d'arrosage portatif, tel que représenté à la Figure 5, doit être utilisé. a) Conditions d'utilisation de l'appareil d'essai de la Figure 4. Le débit total doit être réglé de façon à obtenir un débit moyen de (0,067 à 0,074) l/min par trou multiplié par le nombre de trous. Le débit total doit être mesuré à l'aide d'un débitmètre. Le tube est muni de trous jusqu'à un angle de 60° de chaque côté de la verticale et doit être maintenu immobile dans le plan vertical. La machine à l'essai est montée sur une table tournante à axe vertical et approximativement au centre du demi-cercle. La durée minimale de l'essai doit être de 10 min. b) Conditions d'utilisation de l'appareil d'essai de la Figure 5. Le masque à contrepoids doit être en place pour cet essai. La pression d'eau est ajustée de façon à obtenir un débit de (10 ± 0,5) l/min (pression de 80 kPa à 100 kPa environ). La durée de l'essai doit être de 1 min/m² de surface calculée de la machine (non compris toute surface de montage) avec une durée minimale de 5 min.
4	Les conditions de choix entre l'appareil de la Figure 4 et l'appareil de la Figure 5 sont les mêmes que celles qui sont indiquées pour le deuxième chiffre caractéristique 3. a) Utilisation de l'appareil indiqué à la Figure 4. Le tube oscillant est muni de trous sur tout le demi-cercle (180°). La durée de l'essai et le débit total d'eau sont les mêmes que pour le degré 3. Le support de la machine à l'essai doit être percé afin de ne pas constituer un écran pour l'eau et l'enveloppe doit être arrosée de toutes les directions en faisant osciller le tube jusqu'à la limite de sa course dans chaque direction à la vitesse de 60° s⁻¹. b) Utilisation de l'appareil indiqué à la Figure 5. Le masque à contrepoids est retiré de la pomme d'arrosage, et la machine est arrosée de toutes les directions possibles. Le débit d'eau et la durée d'arrosage par unité de surface sont les mêmes que pour le degré 3.

Premier chiffre caractéristique	Conditions d'essai et critères de réception
5	L'essai est effectué en arrosant la machine de toutes les directions possibles avec un jet d'eau jaillissant d'une buse d'essai normalisée comme indiqué à la Figure 6. Les conditions à observer sont les suivantes: – diamètre intérieur de la buse: 6,3 mm; – débit: 11,9 – 13,2 l/min; – pression de l'eau à la sortie de la lance: 30 kPa environ (voir NOTE 1); – durée de l'essai par m² de surface de la machine: 1 min; – durée minimale de l'essai: 3 min; – distance entre la buse et la surface de la machine: 3 m environ (voir NOTE 2). (Cette distance peut être diminuée si cela est nécessaire, afin d'assurer un mouillage approprié lors des projections vers le haut).
6	L'essai est effectué en arrosant la machine de toutes les directions possibles avec un jet d'eau jaillissant d'une buse d'essai normalisée comme indiqué à la Figure 6. Les conditions à observer sont les suivantes: – diamètre intérieur de la buse: 12,5 mm; – débit: 95 – 105 l/min – pression de l'eau à la sortie de la lance: 100 kPa environ (voir NOTE 1); – durée de l'essai par m² de surface de la machine: 1 min; – durée minimale de l'essai: 3 min; – distance entre la buse et la surface de la machine: 3 m environ (voir NOTE 2).
7	L'essai est effectué en immergeant complètement la machine dans l'eau de manière que les conditions suivantes soient satisfaites: - la surface de l'eau doit se trouver au moins à 150 mm au-dessus du point le plus élevé de la machine; - la portion la plus basse de la machine doit être au moins à 1 m au-dessous de la surface de l'eau; - la durée minimale de l'essai doit être de 30 min; - la température de l'eau ne doit pas différer de celle de la machine de plus de 5 °C. Sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, cet essai peut être remplacé par le suivant: Il convient de créer une surpression d'air d'environ 10 kPa à l'intérieur de la machine. La durée de l'essai est de 1 min. L'essai est jugé satisfaisant s'il ne s'échappe pas d'air pendant l'essai. Les fuites peuvent être décelées soit par immersion, l'eau couvrant juste la machine, soit par application sur celle-ci d'une solution d'eau savonneuse.
8	Les conditions d'essai font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais elles ne doivent pas être moins sévères que celles prescrites pour le degré 7.
9	L'essai est effectué en arrosant l'enveloppe de la machine avec un jet d'eau jaillissant d'une buse d'essai normalisée comme indiqué à la Figure 7. Le montage pour la mesure de la force d'impact du jet d'eau est indiqué à la Figure 8a. La force de distribution doit être vérifiée aux limites supérieure et inférieure de la plage de tolérance de la distance (voir Figure 8b). Au cours de l'essai a) ou b) de l'enveloppe, la température de l'eau doit être de (80 ± 5) °C. - Les enveloppes de petite dimension (inférieures à 250 mm) doivent être montées sur le dispositif d'essai comme illustré à la Figure 9: - vitesse de la table tournante: 5 tr/min ± 1 tr/min - positions de projection: 0°, 30°, 60°, 90° - La durée de l'essai est de 30 s par position. - Les enveloppes de grande dimension (supérieure ou égale à 250 mm) doivent être montées en fonction de l'usage prévu. L'enveloppe doit être arrosée sur toute sa surface exposée: - positions de projection: l'enveloppe doit être arrosée de toutes les directions possibles sur toute sa surface et le jet doit être aussi perpendiculaire que possible à la surface arrosée. - la distance entre la lance et l'échantillon en essai doit être de 175 ± 25 mm. - La durée de l'essai doit être de 1 min/m² de surface calculée de l'enveloppe (non compris toute surface de montage) avec une durée minimale de 3 min.