

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers –

Part 22-6: Power transformer and reactor fittings – Electric fans for transformers

Transformateurs de puissance –

**Partie 22-6: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines
d'inductance – Ventilateurs électriques pour transformateurs**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers –

Part 22-6: Power transformer and reactor fittings – Electric fans for transformers

Transformateurs de puissance –

**Partie 22-6: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines
d'inductance – Ventilateurs électriques pour transformateurs**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-9252-5

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	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	6
4 Service conditions	6
4.1 General	6
4.2 Degree of protection of electrical components (IP)	6
4.3 Corrosion protection	6
5 General characteristics and requirements	7
5.1 Main components and characteristics	7
5.1.1 Nameplate and rating plates	7
5.1.2 Motor drive	7
5.1.3 Connection box	8
5.1.4 Housing	8
5.1.5 Fan wheel	8
5.1.6 Protective grating	8
5.1.7 Materials	9
5.1.8 Vibration limits	9
5.2 Supply conditions	9
5.2.1 Transport and storage	9
5.2.2 Installation and operation, operational performance	9
5.2.3 Technical documentation	9
5.3 Performance requirements	10
5.3.1 General	10
5.3.2 Rated values	10
5.3.3 Ambient conditions for rated power and noise	10
5.4 Tests	10
5.4.1 General	10
5.4.2 List of tests	11
5.4.3 Routine tests	11
5.4.4 Type tests	11
Annex A (normative) Ordering designations	12
A.1 Minimal ordering designations	12
A.2 Additional specifications (if necessary)	12
Annex B (informative) Performance of the fans – Typical fan characteristic speed controlled curves	13
Annex C (informative) Design examples	14
Bibliography	16
Figure B.1 – Performance of the fans	13
Figure C.1 – Fan design example	14
Figure C.2 – Fan design example with guide vane	15
Table C.1 – Common selection of materials used in the construction	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –**Part 22-6: Power transformer and reactor fittings –
Electric fans for transformers****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.

IEC 60076-22-6 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
14/1022/CDV	14/1041A/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60076 series, published under the general title *Power transformers*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-6:2021

POWER TRANSFORMERS –

Part 22-6: Power transformer and reactor fittings – Electric fans for transformers

1 Scope

This part of IEC 60076 covers the electric fans used in the cooling circuits of power transformers and reactors. It applies to electric fans mounted on liquid immersed power transformers according to IEC 60076-1 and reactors according to IEC 60076-6 with and without conservator for indoor or outdoor installation. It outlines the service conditions and the mechanical and electrical requirements that are common to all the equipment.

The electric fans concerned by this document are of the axially operating type and are for use on liquid to air coolers and for blowing out radiators.

This document also outlines the operation requirements specific to each equipment as well as the preferred dimensions relevant for interchangeability and uniform fan assembly and the type and routine tests to be performed.

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 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60076-1:2011, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-10, *Power transformers – Part 10: Determination of sound levels*

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

ISO 281, *Rolling bearings – Dynamic load ratings and rating life*

ISO 5801:2017, *Fans – Performance testing using standardized airways*

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres – Salt spray tests*

ISO 12944 (all parts), *Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems*

ISO 13347-1, *Industrial fans – Determination of fan sound power levels under standardized laboratory conditions – Part 1: General overview*

ISO 13347-3, *Industrial fans – Determination of fan sound power levels under standardized laboratory conditions – Part 3: Enveloping surface methods*

ISO 13348, *Industrial fans – Tolerances, methods of conversion and technical data presentation*

ISO 13857:2019, *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 14694, *Industrial fans – Specifications for balance quality and vibration levels*

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

electric fan

<for transformers> fan specifically designed to blow air through the cooling system of a transformer

Note 1 to entry: See IEC 60050-811:2017, 811-22-01 for definition of "fan".

4 Service conditions

4.1 General

The service conditions set out in IEC 60076-1:2011, 4.2 represent the normal scope of operation of the equipment specified in this document. For any unusual service conditions which require special consideration in the design of the equipment see IEC 60076-1:2011, 5.5. Operation under such unusual service conditions shall be subject to agreement between the purchaser and supplier, as they require special consideration in the design of the equipment.

4.2 Degree of protection of electrical components (IP)

The degree of protection of the connection box or terminal box and of the motor drive shall be at least IP 54 according to IEC 60529, unless otherwise specified by the purchaser.

4.3 Corrosion protection

The materials used for the construction of the equipment or the surface treatment shall be resistant to the insulating liquid and suitable to withstand the environmental conditions given in 4.1. Unless otherwise specified the dielectric liquid is mineral oil according to IEC 60296.

The corrosion protection shall be agreed between purchaser and manufacturer according to ISO 12944 (all parts) or other standards as agreed with the purchaser. The responsibility to specify the correct level of corrosion protection lies with the purchaser and is dependent on the environment where the transformer will be located and on the durability required. Where no level of corrosion protection is specified, the minimum shall be C4 medium.

5 General characteristics and requirements

5.1 Main components and characteristics

5.1.1 Nameplate and rating plates

5.1.1.1 General

The fan shall be identified by a nameplate and carry a rating plate for the fan and for the motor. The plates shall be of the all-weather type and clearly visible. They can also be unified in one plate.

5.1.1.2 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the manufacturer;
- country and manufacturing location;
- number of this document (i.e. IEC 60076-22-6);
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number and year of manufacture.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the manufacturer.

5.1.1.3 Electric fan rating plate

The electric fan rating plate shall contain the following information:

- the rating indicated for 50 Hz and/or 60 Hz operation;
- the rating data referring to free blowing conditions;
- volume flow in m^3/s referred to in the type test document;
- rotational speed in min^{-1} ;
- input power in kW;
- maximum current consumption at rated voltage given in A;
- a direction arrow indicating the air flow direction (in connection with the rotational direction) either attached to the rating plate or mounted in its immediate vicinity.

All values shall be indicated for the fan without gratings.

5.1.1.4 Specifications for the motor rating plate

The motor rating plate shall be according to IEC 60034-1.

5.1.2 Motor drive

To drive the fan wheel any type of electric motor may be used, for instance three-phase AC motors or EC motors.

The electric motor shall comply with IEC 60034-1 and be suitable for unprotected outdoor installation.

Thermal class 155 as per IEC 60034-1 applies to all motors.

Condensation water and any other intrusive water shall be able to run off without any damaging effect. This applies to both horizontal and vertical mounting of the fan (blowing upwards).

The lifetime of the bearings of the motor shall be in accordance with ISO 281 at standard conditions; when ball bearings are used, they shall be of standard design with lifetime exceeding L10 30 000 h. Extreme conditions such as high temperatures, vibrations, and frequent starts and stops can reduce the bearing lifetime considerably.

5.1.3 Connection box

The electrical connection to the power supply shall be accomplished by a connection box on the motor drive or by a connection box at a different place, for example, at the fan housing. The cables to the connecting box shall be suitably fixed.

The connection box provides a terminal board with clamps or similar connection facilities.

This is also applicable in the case of control systems.

The connection box shall be easily accessible and shall have a minimum of two cable entries with metric thread.

Terminals, including the earthing terminal, shall be suitable to connect 1,5 mm², 2,5 mm², 4,0 mm² or 6,0 mm² cables according to the electric power to be connected. All terminals shall be easily accessible.

Captive screws shall be used for the cover of the connection box.

The cover seal shall be designed to prevent overpressing or slipping at all times.

5.1.4 Housing

The housing is the structure surrounding a fan, which forms the outer boundary of the coolant gas passing through the fan.

The purpose of the housing is to duct the airflow in a specific direction.

The motor with fan wheel is mounted on the housing. The housing shall also include fixing points to fit the fan unit to the radiator or to the cooling unit, and fixing points for the protective grating.

The direction of air flow and rotational direction shall be indelibly marked on the housing or be combined with the nameplate.

5.1.5 Fan wheel

The fan wheel can be mounted rigidly on the motor shaft. It can also be an integrated part of the motor drive.

The fan wheel shall be designed in such a way that no water is able to gather, for example leading to unbalancing. This applies to both horizontal and vertical mounting of the fan (blowing upwards).

5.1.6 Protective grating

The protective grating is provided to prevent accidental contact with the fan wheel as well as the access of large foreign bodies.

Fans for radiator cooling systems shall be fitted with two protective gratings (on inlet and discharge side), fans for liquid-to-air coolers shall be fitted with one protective grating on the accessible side. The protective gratings shall provide protection as per ISO 13857:2019, Table 4.

5.1.7 Materials

The materials shall be chosen according to the specific environmental conditions of the application, which shall be specified by the purchaser. Table C.1 shows a common selection of the materials used in the construction of the fans.

5.1.8 Vibration limits

The vibration severity determined at the outer perimeter of the fan housing shall be in accordance with ISO 14694 (BV-3).

5.2 Supply conditions

5.2.1 Transport and storage

Electric fans shall be dispatched in assembled condition ready for mounting and in such a way that no damage can occur.

The packaging shall be suitable for indoor storage; if outdoor storage is required, this shall be specified by the purchaser.

The instructions of the supplier concerning transport and storage shall be followed.

5.2.2 Installation and operation, operational performance

All of the fan properties given in this document are related to normed conditions. Mounting and installation conditions affect the operational properties of the fan.

Tolerances of fan performance values shall be according to ISO 13348.

The operational conditions shall be defined using IEC 60076-1 (ambient temperature range: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$).

If other ambient temperatures apply, they shall be specified in the order.

5.2.3 Technical documentation

Minimum documentation to be supplied with the fan is:

- manual;
- outline drawing;
- data sheet with characteristic curve;
- conformity to the related standard.

These requirements are for the electric fan, not for the fan alone.

If requested, other documentation shall be specified in the order.

5.3 Performance requirements

5.3.1 General

In 5.3.2, all rated values are with reference to fans without gratings. Depending on the mounting situation, the supplier shall provide specific values.

In Annex A the minimum designation for ordering is indicated, in Annex B a typical example of performance curves is shown (see Figure B.1) and in Annex C design examples are reported (see Figure C.1 and Figure C.2).

5.3.2 Rated values

The following designations apply, conforming to ISO 5801:

- f [Hz] = frequency;
- U_N [V] = rated voltage;
- I [A] = operating current during free blowing;
- I_N [A] = rated current of the motor;
- P_e or P_{ed} [W] = motor input power during free blowing;
- η_{es} or η_{eds} [%] = static overall efficiency of the fan;
- n [min^{-1}] = rotational speed;
- q_{V1} [m^3/s] = volume flow of the fan during free blowing;
- p_{fs} [Pa] = maximum static pressure according to installation type A;
- L_{WA5} [dB(A)] = A weighted sound power level on suction side of a fan during free blowing;
- D [mm] = diameter of the fan wheel.

The characteristic curve shall be provided by the supplier ($p_{fs} = f(q_V)$). The noise is dependent on the working point and the installation conditions.

The value L_{WA5} is indicated to compare different types of fans. The complete sound power level of the transformer shall be investigated in accordance with IEC 60076-10.

5.3.3 Ambient conditions for rated power and noise

The volume flow refers to an air density of $1,20 \text{ kg/m}^3$ at a temperature of $t = 20 \text{ °C}$ and an air pressure of $101,325 \text{ kPa}$ (this corresponds to a site altitude below $1\,000 \text{ m}$). These values shall be measured at rated voltage with the associated frequency if no other operating data has been specified in the order.

5.4 Tests

5.4.1 General

The tests shall be carried out in the conditions stated in 5.3.1.

Performance measurements (volume flow, static pressure, motor input and rotational speed) shall be carried out in accordance with ISO 5801.

Noise measurements shall be carried out in accordance with ISO 13347-3.

Terms, quantities, and measuring instruments shall be in accordance with ISO 13347-1.

The purchaser and manufacturer may agree upon additional tests.

The sound power level of transformer is determined according to IEC 60076-10.

5.4.2 List of tests

5.4.2.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Motor power input (5.4.3.1);
- Current (5.4.3.2);
- Rotational speed (5.4.3.3);
- Compliance of corrosion protection (5.4.3.4).

5.4.2.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Performance test according to ISO 5801, including characteristic curve, noise measurement and fan efficiency (5.4.4.1);
- Conformance of corrosion protection to 4.3 (5.4.4.2).

5.4.3 Routine tests

5.4.3.1 Motor power input

The test consists of a running test under specific conditions to guarantee the specified performance.

5.4.3.2 Current

While performing the motor power test of 5.4.3.1 the current is measured and shall be within the specified values.

5.4.3.3 Rotational speed

While performing the motor power test of 5.4.3.1 the rotational speed is measured and shall be within the specified values.

5.4.3.4 Compliance of corrosion protection

The supplier shall guarantee the specified corrosion protection by quality assurance procedures.

5.4.4 Type tests

5.4.4.1 Performance test according to ISO 5801

The test shall be performed according to ISO 5801:2017 installation type A. The resulting characteristic curve, noise level and fan efficiency shall be recorded.

5.4.4.2 Conformance of corrosion protection in accordance with 4.3

The test shall be performed in accordance with ISO 9227 and evaluated according to ISO 12944 (all parts) or other standards as agreed with the purchaser.

Annex A (normative)

Ordering designations

A.1 Minimal ordering designations

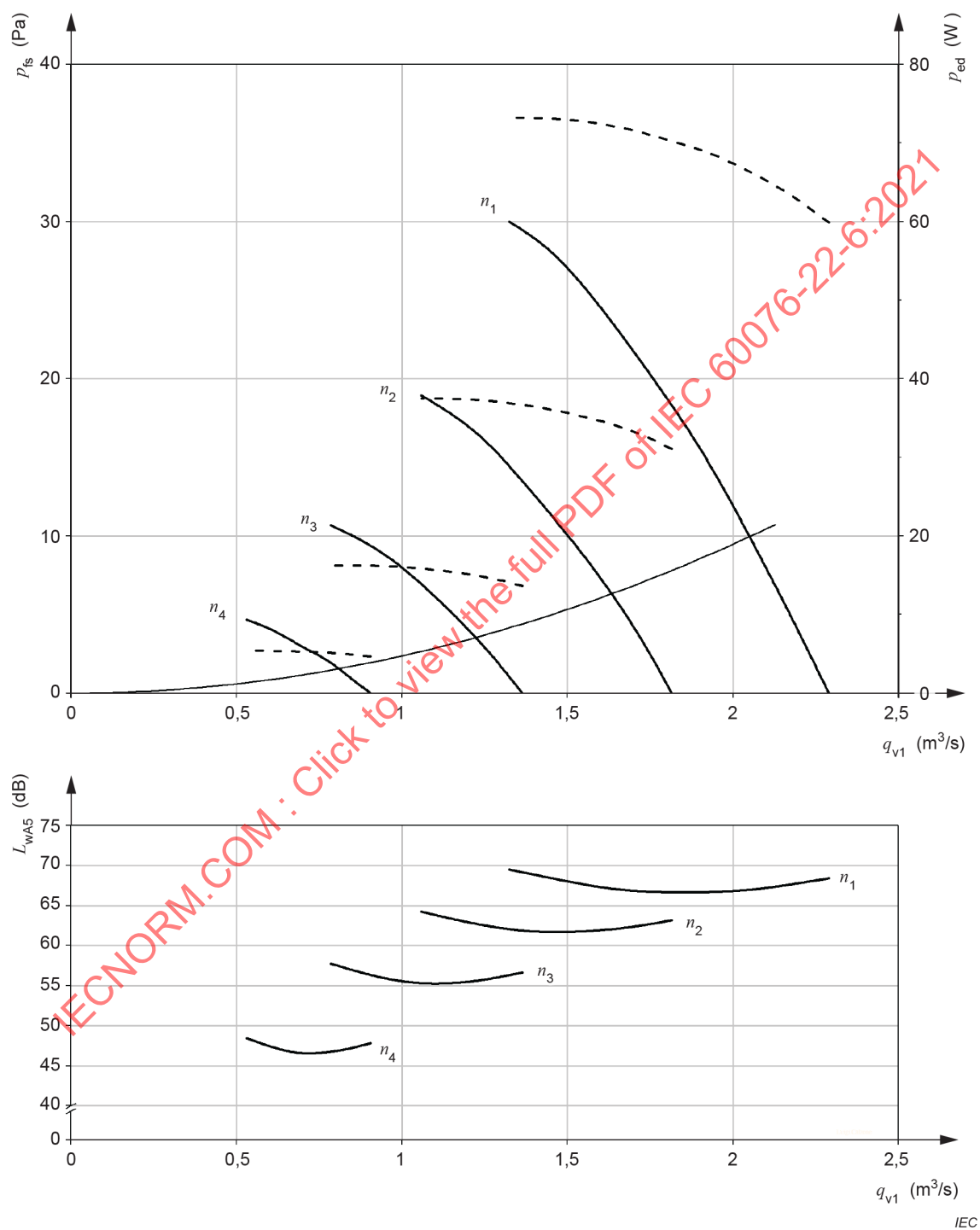
- f [Hz] = frequency
- U_N [V] = rated voltage
- character of current 1 phase / 3 phase
- q_{V1} [m³/s] = volume flow of the fan at duty point
- p_{fs} [Pa] = static pressure at duty point
- L_{WA5} [dB(A)] = A weighted sound power level of a fan at duty point
- D [mm] = nominal diameter of the fan
- fixing points
- protective grating with execution
- mounting (vertical or horizontal)
- air flow direction
- corrosion protection level

A.2 Additional specifications (if necessary)

- protection: IPXX
- ambient temperature range
- altitude above sea level on site
- motor protection according to IEC 60529

Annex B (informative)

Performance of the fans – Typical fan characteristic speed controlled curves

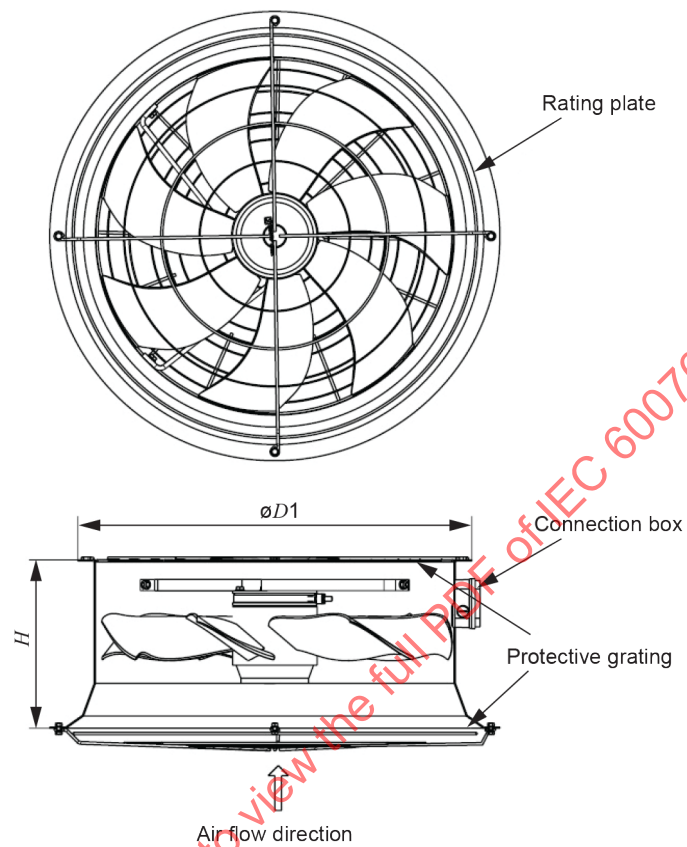


NOTE A change to the volume flow will result in a change to the sound power level and absorbed power.

Figure B.1 – Performance of the fans

Annex C (informative)

Design examples



IEC

Figure C.1 – Fan design example

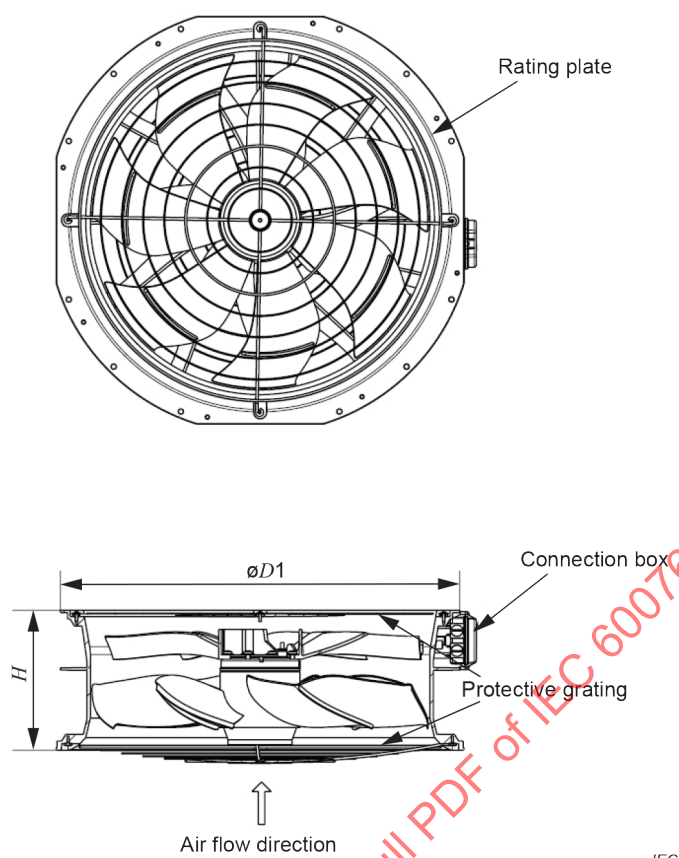


Figure C.2 – Fan design example with guide vane

Table C.1 – Common selection of materials used in the construction

Fan housing	Coated carbon steel, compound plastic, stainless steel, aluminium
Fan wheel (blade/hub)	Aluminium with or without coating, plastic or compound plastic
Connection box	Coated cast iron or steel, aluminium with or without coating, compound plastic
Terminals	Insulating material like ceramic or equivalent material or plastic
Protective grating	Coated steel or stainless steel
Motor housing	Coated cast iron or steel, aluminium with or without coating
Fasteners like screws, washers, nuts, etc., except for electrical connections	Treated steel or stainless steel, according to specified corrosion protected level

Bibliography

IEC 60050-811, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 811: Electric traction* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60076-6, *Power transformers – Part 6: Reactors*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-6:2021

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-6:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	22
4 Conditions de service	22
4.1 Généralités	22
4.2 Degré de protection des composants électriques (IP).....	22
4.3 Protection contre la corrosion	22
5 Caractéristiques et exigences générales.....	23
5.1 Principaux composants et caractéristiques.....	23
5.1.1 Plaques signalétiques.....	23
5.1.2 Transmission du moteur	23
5.1.3 Boîte à bornes	24
5.1.4 Carter	24
5.1.5 Roue de ventilateur	24
5.1.6 Grille de protection	25
5.1.7 Matériaux	25
5.1.8 Limites de vibrations.....	25
5.2 Conditions de fourniture	25
5.2.1 Transport et stockage	25
5.2.2 Installation et fonctionnement, caractéristiques de fonctionnement	25
5.2.3 Documentation technique	25
5.3 Exigences de performances	26
5.3.1 Généralités	26
5.3.2 Valeurs assignées	26
5.3.3 Conditions ambiantes pour la puissance assignée et le bruit	26
5.4 Essais.....	27
5.4.1 Généralités.....	27
5.4.2 Liste des essais.....	27
5.4.3 Essais individuels de série.....	27
5.4.4 Essais de type.....	28
Annex A (normative) Désignations de commande	29
A.1 Désignations de commandes minimales.....	29
A.2 Spécifications supplémentaires (si nécessaire)	29
Annex B (informative) Performances des ventilateurs – Courbes contrôlées de la vitesse caractéristique classique d'un ventilateur	30
Annex C (informative) Exemples de conception	31
Bibliographie.....	33
Figure B.1 – Performances des ventilateurs.....	30
Figure C.1 – Exemple de conception de ventilateur.....	31
Figure C.2 – Exemple de conception de ventilateur avec aube directrice	32
Tableau C.1 – Choix courant de matériaux utilisés dans la construction.....	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 22-6: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Ventilateurs électriques pour transformateurs

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

L'IEC 60076-22-6 a été établie par le comité d'études 14 de l'IEC: Transformateurs de puissance. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
14/1022/CDV	14/1041A/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60076, publiées sous le titre général *Transformateurs de puissance*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-6:2021

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 22-6: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Ventilateurs électriques pour transformateurs

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60076 couvre les ventilateurs électriques utilisés dans les circuits de refroidissement des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance. Elle s'applique aux ventilateurs électriques montés sur des transformateurs de puissance immergés dans un liquide conformes à l'IEC 60076-1 et des bobines d'inductance conformes à l'IEC 60076-6 avec et sans conservateur pour des installations intérieures ou extérieures. Elle définit les conditions de service et les exigences mécaniques et électriques communes à tous ces équipements.

Les ventilateurs électriques concernés par le présent document sont de type à fonctionnement axial et sont destinés à être utilisés sur des aéroréfrigérants et pour souffler sur des radiateurs.

Le présent document donne également les exigences de fonctionnement spécifiques à chaque équipement ainsi que les dimensions préférentielles pertinentes pour l'interchangeabilité et l'assemblage uniforme du ventilateur, avec également les essais de type et individuels de série à réaliser.

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 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60076-1:2011, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 60076-10, *Transformateurs de puissance – Partie 10: Détermination des niveaux de bruit*

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

ISO 281, *Roulements – Charges dynamiques de base et durée nominale*

ISO 5801:2017, *Ventilateurs – Essais aérauliques sur circuits normalisés*

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins*

ISO 12944 (toutes les parties), *Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture*

ISO 13347-1, *Ventilateurs industriels – Détermination des niveaux de puissance acoustique des ventilateurs dans des conditions de laboratoire normalisées – Partie 1: Présentation générale*

ISO 13347-3, *Ventilateurs industriels – Détermination des niveaux de puissance acoustique des ventilateurs dans des conditions de laboratoire normalisées – Partie 3: Méthodes de la surface enveloppante*

ISO 13348, *Ventilateurs industriels – Tolérances, méthodes de conversion et présentation des données techniques*

ISO 13857:2019, *Sécurité des machines – Distances de sécurité empêchant les membres supérieurs et inférieurs d'atteindre les zones dangereuses*

ISO 14694, *Ventilateurs industriels – Spécifications pour l'équilibrage et les niveaux de vibration*

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

ventilateur électrique

<pour transformateurs> ventilateur spécialement conçu pour souffler de l'air à travers le système de refroidissement d'un transformateur

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 60050-811:2017, 811-22-01 pour la définition de "ventilateur".

4 Conditions de service

4.1 Généralités

Les conditions de service définies en 4.2 de l'IEC 60076-1:2011 représentent le domaine d'application normal du fonctionnement des équipements spécifiés dans le présent document. Pour les conditions de service exceptionnelles qui nécessitent une prise en considération particulière lors de la conception de l'équipement, voir l'IEC 60076-1:2011, 5.5. Le fonctionnement dans les conditions exceptionnelles de service doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, étant donné qu'il exige une prise en considération particulière lors de la conception de l'équipement.

4.2 Degré de protection des composants électriques (IP)

Le degré de protection de la boîte de raccordement ou de la boîte à bornes et de la transmission du moteur doit être au moins IP 54 conformément à l'IEC 60529, sauf spécification contraire de l'acheteur.

4.3 Protection contre la corrosion

Les matériaux utilisés pour la construction de l'équipement ou le traitement de surface doivent résister au liquide isolant et aux conditions environnementales indiquées en 4.1. Sauf spécification contraire, le liquide diélectrique est une huile minérale conforme à l'IEC 60296.

La protection contre la corrosion doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant conformément à l'ISO 12944 (toutes les parties) ou à d'autres normes retenues en accord avec l'acheteur. La spécification du niveau correct de protection contre la corrosion est de la responsabilité de l'acheteur et dépend de l'environnement dans lequel le transformateur va se trouver et de la durabilité exigée. Si aucun niveau de protection contre la corrosion n'est spécifié, le niveau minimal doit être C4 moyen.

5 Caractéristiques et exigences générales

5.1 Principaux composants et caractéristiques

5.1.1 Plaques signalétiques

5.1.1.1 Généralités

Le ventilateur doit être identifié par une plaque signalétique, et en porter une pour le ventilateur et le moteur. Les plaques doivent être à l'épreuve des intempéries et clairement visibles. Elles peuvent également être rassemblées en une seule plaque.

5.1.1.2 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fabricant;
- pays et lieu de fabrication;
- référence du présent document (c'est-à-dire IEC 60076-22-6);
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant et date de fabrication.

L'identification du fabricant doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif à partir du manuel de montage, d'exploitation et de maintenance fourni par le fabricant.

5.1.1.3 Plaque signalétique du ventilateur électrique

La plaque signalétique du ventilateur électrique doit contenir les informations suivantes:

- les caractéristiques assignées indiquées pour un fonctionnement à 50 Hz et/ou 60 Hz;
- les caractéristiques assignées faisant référence aux conditions de ventilation;
- le débit volumique en m^3/s indiqué dans le document d'essai de type;
- la vitesse de rotation, en min^{-1} ;
- la puissance d'entrée, en kW;
- la consommation maximale de courant à la tension assignée, en A;
- une flèche indiquant le sens d'écoulement de l'air (lié au sens de rotation) fixée à la plaque signalétique ou placée à proximité immédiate de celle-ci.

Toutes les valeurs doivent être indiquées pour le ventilateur sans grille.

5.1.1.4 Spécifications de la plaque signalétique du moteur

La plaque signalétique du moteur doit être conforme à l'IEC 60034-1.

5.1.2 Transmission du moteur

Pour entraîner la roue du ventilateur, n'importe quel type de moteur électrique peut être utilisé, un moteur en courant alternatif triphasé ou des moteurs à commutation électronique, par exemple.

Le moteur électrique doit être conforme à l'IEC 60034-1 et être adapté à une installation extérieure non protégée.

La classe thermique 155 selon l'IEC 60034-1 s'applique à tous les moteurs.

L'eau de condensation et toute autre forme d'eau intrusive doivent pouvoir s'écouler sans provoquer de dommages. Ceci s'applique tant au montage horizontal que vertical du ventilateur (soufflage ascendant).

La durée de vie des roulements du moteur doit être conforme à l'ISO 281 dans les conditions normalisées. Si des roulements à billes sont utilisés, ils doivent être d'un modèle normalisé et avoir une durée de vie L supérieure à 10 30 000 h. Des conditions extrêmes (températures élevées, vibrations et démarrages/arrêts fréquents, par exemple) peuvent considérablement réduire la durée de vie du roulement.

5.1.3 Boîte à bornes

La connexion électrique à l'alimentation doit être assurée par une boîte à bornes sur la transmission du moteur ou par une boîte à bornes placée à un endroit différent (au niveau du carter du ventilateur, par exemple). Les câbles de la boîte à bornes doivent être correctement fixés.

La boîte à bornes est équipée d'une plaque à bornes avec des colliers de serrage ou des modes de connexion analogues.

Cela s'applique également aux systèmes de commande.

La boîte à bornes doit être facilement accessible et disposer d'au moins deux entrées de câble à filetage métrique.

Les bornes, y compris la borne de terre, doivent être adaptées pour se connecter à des câbles de 1,5 mm², 2,5 mm², 4,0 mm² ou 6,0 mm² selon la puissance électrique à connecter. Toutes les bornes doivent être facilement accessibles.

Des vis imperdables doivent être utilisées pour le couvercle de la boîte à bornes.

Le joint du couvercle doit être conçu pour empêcher de manière permanente son écrasement ou son glissement.

5.1.4 Carter

Le carter est la structure qui enveloppe un ventilateur et qui constitue la limite extérieure du gaz réfrigérant qui le traverse.

Le carter a pour objet d'orienter le débit d'air dans un sens particulier.

Le moteur de la roue de ventilateur est monté sur le carter. Le carter doit également comporter des points de fixation pour installer l'unité de ventilation sur le radiateur ou l'unité de refroidissement, ainsi que des points de fixation pour la grille de protection.

Le sens de l'écoulement d'air et le sens de rotation doivent être marqués de manière indélébile sur le carter ou être combinés avec la plaque signalétique.

5.1.5 Roue de ventilateur

La roue de ventilateur peut être montée de manière rigide sur l'arbre de moteur. Elle peut également être intégrée à la transmission du moteur.

La roue de ventilateur doit être conçue de sorte que l'eau ne puisse pas s'accumuler et donner lieu à un déséquilibre, par exemple. Ceci s'applique tant au montage horizontal que vertical du ventilateur (soufflage ascendant).

5.1.6 Grille de protection

La grille de protection permet d'éviter le contact accidentel avec la roue du ventilateur et l'insertion de corps étrangers de grande taille.

Les ventilateurs des systèmes de refroidissement de radiateur doivent être équipés de deux grilles de protection (côtés admission et refoulement), les ventilateurs pour aéroréfrigérants devant être équipés d'une grille de protection sur le côté accessible. Les grilles de protection doivent assurer la protection conformément à l'ISO 13857:2019, Tableau 4.

5.1.7 Matériaux

Les matériaux doivent être choisis en fonction des conditions d'environnement particulières de l'application, qui doivent être spécifiées par l'acheteur. Le Tableau C.1 donne un choix courant de matériaux utilisés dans la construction des ventilateurs.

5.1.8 Limites de vibrations

La sévérité des vibrations déterminée sur le diamètre extérieur du carter du ventilateur doit être conforme à l'ISO 14694 (BV-3).

5.2 Conditions de fourniture

5.2.1 Transport et stockage

Les ventilateurs électriques doivent être expédiés assemblés, prêts à être montés, et de sorte qu'aucun dommage ne puisse se produire.

L'emballage doit être adapté à un stockage à l'intérieur. Si un stockage à l'extérieur est nécessaire, cela doit être spécifié par l'acheteur.

Les instructions du fournisseur relatives au transport et au stockage doivent être respectées.

5.2.2 Installation et fonctionnement, caractéristiques de fonctionnement

Toutes les propriétés du ventilateur indiquées dans le présent document sont données pour des conditions normalisées. Les conditions de montage et d'installation ont un impact sur les propriétés de fonctionnement du ventilateur.

Les tolérances concernant les valeurs de performance des ventilateurs doivent être conformes à l'ISO 13348.

Les conditions de fonctionnement doivent être définies à l'aide de l'IEC 60076-1 (plage de températures ambiantes: -25 °C à $+40\text{ °C}$).

Si d'autres températures ambiantes s'appliquent, celles-ci doivent être indiquées dans la commande.

5.2.3 Documentation technique

La documentation minimale à fournir est la suivante:

- manuel;
- dessin d'encombrement;

- fiche technique avec la courbe caractéristique;
- conformité à la norme correspondante.

Ces exigences concernent le ventilateur électrique, pas le ventilateur seul.

Si cela est exigé, une autre documentation doit être spécifiée dans la commande.

5.3 Exigences de performances

5.3.1 Généralités

En 5.3.2, toutes les valeurs assignées sont indiquées pour des ventilateurs sans grille. Selon la situation de montage, le fournisseur doit donner des valeurs spécifiques.

L'Annex A donne la désignation minimale pour les commandes, l'Annex B un exemple type de courbes de performance (voir la Figure B.1) et l'Annex C des exemples de conception (voir Figure C.1 et Figure C.2).

5.3.2 Valeurs assignées

Les désignations suivantes s'appliquent, conformément à l'ISO 5801:

- f [Hz] = fréquence;
- U_N [V] = tension assignée;
- I [A] = courant de fonctionnement pendant la ventilation libre;
- I_N [A] = courant assigné du moteur;
- P_e ou P_{ed} [W] = puissance d'entrée du moteur pendant la ventilation libre;
- η_{es} or η_{eds} [%] = rendement global statique du ventilateur;
- n [min^{-1}] = vitesse de rotation;
- q_{V1} [m^3/s] = flux volumique du ventilateur pendant le soufflage libre;
- p_{fs} [Pa] = pression statique maximale selon l'installation de type A;
- L_{WA5} [dB(A)] = niveau de puissance acoustique pondérée A côté aspiration d'un ventilateur en ventilation libre;
- D [mm] = diamètre de la roue de ventilateur.

La courbe caractéristique doit être donnée par le fournisseur ($p_{fs} = f(q_V)$). Le bruit dépend du point de travail et des conditions d'installation.

La valeur L_{WA5} est indiquée pour comparer différents types de ventilateurs. Le niveau de puissance acoustique complet du transformateur doit être déterminé selon l'IEC 60076-10.

5.3.3 Conditions ambiantes pour la puissance assignée et le bruit

Le débit volumique se rapporte à une densité de l'air de $1,20 \text{ kg/m}^3$ à une température de $t = 20 \text{ °C}$ et à une pression atmosphérique de $101,325 \text{ kPa}$ (ce qui correspond à une altitude inférieure à $1\,000 \text{ m}$). Ces valeurs doivent être mesurées à la tension assignée avec la fréquence associée si aucune autre donnée de fonctionnement n'a été spécifiée dans la commande.

5.4 Essais

5.4.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés dans les conditions indiquées en 5.3.1.

Les performances (débit volumique, pression statique, vitesse d'entrée et de rotation du moteur) doivent être mesurées conformément à l'ISO 5801.

Le bruit doit être mesuré conformément à l'ISO 13347-3.

Les termes, grandeurs et instruments de mesure doivent être conformes à l'ISO 13347-1.

L'acheteur et le fabricant peuvent convenir de procéder à des essais supplémentaires.

Le niveau de puissance acoustique du transformateur est déterminé conformément à l'IEC 60076-10.

5.4.2 Liste des essais

5.4.2.1 Essais individuels de série

La liste d'essais suivante n'a pas été établie dans un ordre spécifique:

- Puissance absorbée du moteur (5.4.3.1);
- Courant (5.4.3.2);
- Vitesse de rotation (5.4.3.3);
- Conformité de la protection contre la corrosion (5.4.3.4).

5.4.2.2 Essais de type

La liste d'essais suivante n'a pas été établie dans un ordre spécifique:

- L'essai de performances selon l'ISO 5801, incluant la courbe caractéristique, la mesure du bruit et le rendement du ventilateur (5.4.4.1);
- La conformité de la protection contre la corrosion en 4.3 (5.4.4.2).

5.4.3 Essais individuels de série

5.4.3.1 Puissance absorbée du moteur

L'essai est réalisé dans des conditions particulières pour garantir les performances spécifiées.

5.4.3.2 Courant

Pendant l'essai de puissance du moteur de 5.4.3.1, le courant est mesuré et doit se situer dans les limites des valeurs spécifiées.

5.4.3.3 Vitesse de rotation

Pendant l'essai de puissance du moteur de 5.4.3.1, la vitesse de rotation est mesurée et doit se situer dans les limites des valeurs spécifiées.

5.4.3.4 Conformité de la protection contre la corrosion

Le fournisseur doit garantir la protection spécifiée contre la corrosion par des procédures d'assurance qualité.

5.4.4 Essais de type

5.4.4.1 Essai de performances selon l'ISO 5801

L'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 5801:2017, type d'installation A. La courbe caractéristique, le niveau de bruit et le rendement du ventilateur obtenus doivent être consignés.

5.4.4.2 Conformité de la protection contre la corrosion conformément à 4.3

L'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 9227 et évalué selon l'ISO 12944 (toutes les parties) ou d'autres normes retenues en accord avec l'acheteur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-6:2021