

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Power transformers –
Part 22-3: Power transformer and reactor fittings – Insulating liquid to air heat
exchangers**

**Transformateurs de puissance –
Partie 22-3: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines
d'inductance – Aéroréfrigérants**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-6634-2

**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
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 General requirements	8
4.1 Service conditions.....	8
4.2 Degree of protection of electrical components (IP)	8
4.3 Corrosion protection	8
4.3.1 External (atmosphere)	8
4.3.2 Insulating liquid side	8
4.4 Insulating liquid characteristics	8
5 Design and characteristics.....	9
5.1 Main components and characteristics	9
5.1.1 Headers.....	9
5.1.2 Tube sheets.....	9
5.1.3 Tube bundle	9
5.1.4 Turbulators	9
5.1.5 Passes	9
5.1.6 Standard design and cooling arrangement.....	9
5.2 General characteristics	9
5.2.1 Rating plate information.....	9
5.2.2 Rated cooling capacity.....	10
5.2.3 Information to be provided with enquiry and order.....	10
5.2.4 Mechanical design	11
5.2.5 Preparation for transport and storage	12
6 Tests	13
6.1 General requirements for tests.....	13
6.1.1 General	13
6.1.2 List of tests	13
6.2 Routine tests.....	13
6.2.1 Tightness tests	13
6.2.2 Visual inspection	14
6.2.3 Functional test.....	14
6.2.4 Cleanliness.....	14
6.2.5 External painting.....	14
6.3 Type tests – Rated values test.....	14
Annex A (informative) Design details of heat exchangers.....	15
A.1 Dimensions and designs	15
A.1.1 General	15
A.1.2 Schematic design of cooling unit (without oil pump).....	15
A.1.3 Versions of flange arrangement	16
A.2 Constructional materials – Common selection of materials.....	17
Annex B (informative) Performance of heat exchangers.....	18
B.1 General.....	18
B.2 Performance of heat exchangers.....	18

- B.3 Variation of cooling capacity as function of average oil temperature rise 19
- B.4 Variation of cooling capacity for modified flow quantities 20
 - B.4.1 Variation of cooling capacity as function of air flow quantity 20
 - B.4.2 Variation of cooling capacity as function of oil flow quantity 21
- Bibliography 22

- Figure A.1 – Schematic design of cooling unit (without oil pump) 15
- Figure A.2 – Versions of flange arrangement 16
- Figure B.1 – General diagram for cooling temperatures 18
- Figure B.2 – Variation of cooling capacity as function of average oil temperature rise 19
- Figure B.3 – Variation of cooling capacity as function of air flow quantity 20
- Figure B.4 – Variation of cooling capacity as function of oil flow quantity 21

- Table 1 – Mandatory fittings 12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –

**Part 22-3: Power transformer and reactor fittings –
Insulating liquid to air heat exchangers**

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 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 60076-22-3 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

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

FDIS	Report on voting
14/995/FDIS	14/1003/RVD

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.

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

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.

INTRODUCTION

Under the part title “Power transformer and reactor fittings”, this part of IEC 60076-22 covers the insulating liquid to air heat exchangers in the cooling circuits of power transformers and reactors.

POWER TRANSFORMERS –

Part 22-3: Power transformer and reactor fittings – Insulating liquid to air heat exchangers

1 Scope

This part of IEC 60076 applies to liquid to air heat exchangers, using forced air and forced liquid circuits, used 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 this equipment.

It also outlines the operation requirements specific to this equipment as well as the preferred dimensions relevant for interchangeability 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 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for mineral oil-immersed power transformers*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

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

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 4406, *Hydraulic fluid power – Fluids – Method for coding the level of contamination by solid particles*

ISO 7005 (all parts), *Pipe flanges*

ISO 9614-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurement by scanning*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	29
4 Exigences générales	30
4.1 Conditions de service.....	30
4.2 Degré de protection des composants électriques (IP).....	30
4.3 Protection contre la corrosion	30
4.3.1 Extérieure (atmosphère)	30
4.3.2 Côté liquide isolant	30
4.4 Caractéristiques du liquide isolant.....	31
5 Conception et caractéristiques.....	31
5.1 Principaux composants et caractéristiques.....	31
5.1.1 Boîte à huile	31
5.1.2 Plaques à tubes.....	31
5.1.3 Faisceau de tubes	31
5.1.4 Turbulateurs	31
5.1.5 Passages.....	31
5.1.6 Conception normalisée et système de refroidissement.....	31
5.2 Caractéristiques générales	31
5.2.1 Informations de la plaque signalétique.....	31
5.2.2 Capacité de refroidissement assignée	32
5.2.3 Informations à fournir lors d'un appel d'offres et d'une commande	32
5.2.4 Conception mécanique	33
5.2.5 Préparation pour le transport et le stockage.....	34
6 Essais	35
6.1 Exigences générales pour les essais	35
6.1.1 Généralités	35
6.1.2 Liste des essais	35
6.2 Essais individuels de série.....	35
6.2.1 Essais d'étanchéité.....	35
6.2.2 Examen visuel	36
6.2.3 Essai fonctionnel	36
6.2.4 Propreté	36
6.2.5 Peinture extérieure	36
6.3 Essais de type – Essai des valeurs assignées	36
Annexe A (informative) Détails de conception des aéroréfrigérants.....	37
A.1 Dimensions et conceptions	37
A.1.1 Généralités	37
A.1.2 Plan schématique du groupe de refroidissement (sans pompe à huile)	37
A.1.3 Disposition des versions de bride	38
A.2 Matériaux de construction – Choix commun des matériaux	39
Annexe B (informative) Performances des aéroréfrigérants.....	40
B.1 Généralités	40
B.2 Performances des aéroréfrigérants	40

B.3	Variation de la capacité de refroidissement en fonction de l'échauffement moyen de l'huile.....	41
B.4	Variation de la capacité de refroidissement pour des débits modifiés	42
B.4.1	Variation de la capacité de refroidissement en fonction du débit d'air	42
B.4.2	Variation de la capacité de refroidissement en fonction du débit d'huile.....	43
	Bibliographie.....	44
	Figure A.1 – Plan schématique du groupe de refroidissement (sans pompe à huile)	37
	Figure A.2 – Disposition des versions de bride.....	38
	Figure B.1 – Schéma général pour les températures de refroidissement	40
	Figure B.2 – Variation de la capacité de refroidissement en fonction de l'échauffement moyen de l'huile.....	41
	Figure B.3 – Variation de la capacité de refroidissement en fonction du débit d'air	42
	Figure B.4 – Variation de la capacité de refroidissement en fonction du débit d'huile	43
	Tableau 1 – Accessoires obligatoires	34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

**Partie 22-3: Accessoires pour transformateurs de puissance
et bobines d'inductance – Aéroréfrigérants**

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 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 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 60076-22-3 a été établie par le comité d'études 14 de l'IEC: Transformateurs de puissance.

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

FDIS	Rapport de vote
14/995/FDIS	14/1003/RVD

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

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

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 du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC à l'adresse "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

Publiée sous le titre "Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance", la présente partie de l'IEC 60076-22 couvre les aéroréfrigérants dans les circuits de refroidissement des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 22-3: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Aéroréfrigérants

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60076 s'applique aux aéroréfrigérants, utilisant des circuits à circulation forcée d'air et de liquide, utilisés sur les transformateurs de puissance immergés (conformes à l'IEC 60076-1) et les bobines d'inductance (conformes à l'IEC 60076-6) avec ou sans conservateur pour les installations intérieures ou extérieures. Elle présente les conditions de service et les exigences mécaniques et électriques communes à cet équipement.

Elle présente également les exigences de fonctionnement spécifiques à cet équipement et les dimensions préférentielles pertinentes pour l'interchangeabilité, ainsi que les essais de type et individuels de série à réaliser.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60076-1, *Transformateurs de puissance – Partie 1: généralités*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for mineral oil-immersed power transformers* (disponible en anglais seulement)

IEC 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

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

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 4406, *Hydraulic fluid power – Fluids – Method for coding the level of contamination by solid particles* (disponible en anglais seulement)

ISO 7005 (toutes les parties), *Brides de tuyauterie*

ISO 9614-2, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 2: Mesurage par balayage*

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