

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Power transformers –  
Part 22-4: Power transformer and reactor fittings – Insulating liquid to water  
heat exchangers**

**Transformateurs de puissance –  
Partie 22-4: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines  
d'inductance – Hydroréfrigérants**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-6635-9

**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
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 Performance requirements.....	8
4.3 Degree of protection of electrical components (IP).....	8
4.4 Corrosion protection .....	8
4.4.1 External (atmosphere) .....	8
4.4.2 Insulating liquid side .....	9
4.4.3 Water side .....	9
4.5 Insulating liquid characteristics .....	9
5 Design and characteristics.....	9
5.1 General.....	9
5.2 Main components and characteristics .....	9
5.2.1 General .....	9
5.2.2 Shell .....	9
5.2.3 Tube bundle in double tube arrangement.....	9
5.2.4 Headers.....	10
5.3 General characteristics .....	10
5.3.1 Rating plate information.....	10
5.3.2 Information to be provided with enquiry and order.....	10
5.3.3 Rated cooling capacity.....	11
5.3.4 Mechanical design .....	11
5.3.5 Preparation for transport and storage .....	13
5.3.6 Mounting and operating conditions .....	14
6 Tests .....	14
6.1 General requirements for tests.....	14
6.1.1 General .....	14
6.1.2 List of tests.....	14
6.2 Routine tests.....	15
6.2.1 Tightness test insulating liquid side .....	15
6.2.2 Tightness test water side .....	15
6.2.3 Visual inspection .....	15
6.2.4 Cleanliness.....	15
6.3 Type tests – Rated values test.....	15
Annex A (informative) Details of the heat exchangers .....	16
A.1 Masses and dimensions.....	16
A.2 Collection and forms of suspensory types .....	16
A.3 Collection and forms of horizontal types.....	17
A.4 Collection and forms of vertical standing types.....	18
A.5 Parts list – Materials – Common selection of materials.....	19
A.6 Example for fresh water .....	20

Annex B (informative) Rating conditions of the heat exchangers .....	21
B.1 General.....	21
B.2 Definitions, symbols.....	21
B.3 Calculation of capacity in service .....	21
B.3.1 Service capacity for different temperatures at inlet according to Figure B.1 .....	21
B.3.2 Service capacity for different mass flows according to Figure B.2 for plain tubes and according to Figure B.3 for finned tubes.....	21
B.3.3 Service capacity for different mass flows and different temperatures .....	22
B.3.4 Example for calculation of 25 % capacity margin of new heat exchangers.....	22
Annex C (informative) Example for calculation of capacity in service .....	26
Bibliography.....	28
Figure A.1 – Collection and forms of suspensory types .....	16
Figure A.2 – Collection and forms of horizontal types.....	17
Figure A.3 – Collection and forms of vertical standing types .....	18
Figure B.1 – Capacity factor depending on inlet temperatures of oil and water.....	23
Figure B.2 – Capacity factor depending on mass for plain tubes .....	24
Figure B.3 – Capacity factor depending on mass for finned tubes .....	25
Table 1 – Water quality data .....	12
Table 2 – Mandatory fittings.....	13
Table A.1 – Examples of material selection depending on water quality .....	20
Table A.2 – Average values for chemically neutral water (fresh water).....	20

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## POWER TRANSFORMERS –

**Part 22-4: Power transformer and reactor fittings –  
Insulating liquid to water 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 60076-22-4 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
14/996/FDIS	14/1004/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 water heat exchangers in the cooling circuits of power transformers and reactors.

Annex B gives guidance to the end user for approximation of the behaviour of the heat exchanger under different operation conditions. Annex C gives an example based on the calculation rules stipulated in Annex B.

## POWER TRANSFORMERS –

### Part 22-4: Power transformer and reactor fittings – Insulating liquid to water heat exchangers

#### 1 Scope

This part of IEC 60076 applies to liquid to water heat exchangers, using forced water 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 4406, *Hydraulic fluid power – Fluids – Method for coding the level of contamination by solid particles*

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application .....	35
2 Références normatives .....	35
3 Termes et définitions .....	35
4 Exigences générales .....	36
4.1 Conditions de service.....	36
4.2 Exigences de performances .....	36
4.3 Degré de protection des composants électriques (IP).....	36
4.4 Protection contre la corrosion .....	36
4.4.1 Extérieure (atmosphère) .....	36
4.4.2 Côté liquide isolant .....	37
4.4.3 Côté eau.....	37
4.5 Caractéristiques du liquide isolant.....	37
5 Conception et caractéristiques.....	37
5.1 Généralités .....	37
5.2 Principaux composants et caractéristiques.....	37
5.2.1 Généralités .....	37
5.2.2 Enveloppe .....	37
5.2.3 Faisceau de tubes dans la disposition à double tube .....	37
5.2.4 Boîte à huile .....	38
5.3 Caractéristiques générales .....	38
5.3.1 Informations de la plaque signalétique.....	38
5.3.2 Informations à fournir lors d'un appel d'offres et d'une commande .....	38
5.3.3 Capacité de refroidissement assignée .....	39
5.3.4 Conception mécanique .....	39
5.3.5 Préparation pour le transport et le stockage.....	42
5.3.6 Conditions de montage et de fonctionnement .....	42
6 Essais .....	42
6.1 Exigences générales pour les essais .....	42
6.1.1 Généralités .....	42
6.1.2 Liste des essais.....	43
6.2 Essais individuels de série .....	43
6.2.1 Essai d'étanchéité côté liquide isolant .....	43
6.2.2 Essai d'étanchéité côté eau .....	43
6.2.3 Examen visuel .....	43
6.2.4 Propreté .....	44
6.3 Essais de type – Essai des valeurs assignées .....	44
Annexe A (informative) Détails relatifs aux hydroréfrigérants .....	45
A.1 Masses et dimensions.....	45
A.2 Connexion et formes des types suspendus .....	45
A.3 Connexion et formes des types horizontaux .....	46
A.4 Connexion et formes des types verticaux .....	47
A.5 Liste des pièces – Matériaux – Choix commun des matériaux .....	48
A.6 Exemple pour l'eau douce.....	49



Annexe B (informative) Conditions assignées des hydroréfrigérants .....	50
B.1 Généralités .....	50
B.2 Définitions, symboles .....	50
B.3 Calcul de la capacité en service .....	50
B.3.1 Capacité de service pour différentes températures à l'entrée selon Figure B.1 .....	50
B.3.2 Capacité de service pour différents débits massiques selon la Figure B.2 pour les tubes lisses et selon la Figure B.3 pour les tubes à ailettes .....	50
B.3.3 Capacité de service pour différents débits massiques et différentes températures .....	51
B.3.4 Exemple de calcul d'une marge de capacité de 25 % des hydroréfrigérants neufs .....	51
Annexe C (informative) Exemple de calcul de la capacité en service .....	55
Bibliographie .....	57
Figure A.1 – Connexion et formes des types suspenseurs .....	45
Figure A.2 – Connexion et formes des types horizontaux .....	46
Figure A.3 – Connexion et formes des types verticaux .....	47
Figure B.1 – Facteur de capacité en fonction des températures à l'entrée de l'eau et de l'huile .....	52
Figure B.2 – Facteur de capacité en fonction de la masse des tubes lisses .....	53
Figure B.3 – Facteur de capacité en fonction de la masse des tubes à ailettes .....	54
Tableau 1 – Données de qualité de l'eau .....	40
Tableau 2 – Accessoires obligatoires .....	41
Tableau A.1 – Exemples de choix de matériau en fonction de la qualité de l'eau .....	49
Tableau A.2 – Valeurs moyennes pour de l'eau chimiquement neutre (eau douce) .....	49

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

**Partie 22-4: Accessoires pour transformateurs de puissance  
et bobines d'inductance – Hydroréfrigérants**

## 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 60076-22-4 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
14/996/FDIS	14/1004/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 hydroréfrigérants dans les circuits de refroidissement des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance.

L'Annexe B fournit des recommandations à l'utilisateur final pour évaluer le comportement de l'hydroréfrigérant dans différentes conditions de fonctionnement. L'Annexe C donne un exemple basé sur les règles de calcul stipulées à l'Annexe B.

## TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

### Partie 22-4: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Hydroréfrigérants

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60076-22 s'applique aux hydroréfrigérants, utilisant des circuits à circulation forcée d'eau et de liquide, utilisés 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 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 4406, *Hydraulic fluid power – Fluids – Method for coding the level of contamination by solid particles* (disponible en anglais seulement)

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