

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Power transformers –  
Part 22-2: Power transformer and reactor fittings – Removable radiators**

**Transformateurs de puissance –  
Partie 22-2: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines  
d'inductance – Radiateurs détachables**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-5669-5

**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
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
4 General requirements .....	7
4.1 General.....	7
4.2 External corrosion protection .....	7
4.3 Internal corrosion protection .....	7
4.4 Insulating liquid characteristics .....	7
5 General characteristics and requirements.....	7
5.1 Main components.....	7
5.2 Radiator types defined in this document.....	8
5.3 Materials.....	8
5.4 Dimensions and tolerances .....	8
5.5 Preparation for transport and storage.....	9
5.6 Identification of radiators.....	9
6 Tests .....	9
6.1 Routine tests.....	9
6.1.1 Tightness tests .....	9
6.1.2 Surfaces .....	10
6.2 Type tests.....	10
6.2.1 Cooling performance .....	10
6.2.2 Vacuum resistance type test.....	17
7 Dimensions and drawings .....	18
Annex A (normative) Alternative radiator designs – Dimensions and drawings .....	20
Bibliography.....	25
Figure 1 – Radiators' dissipation diagram .....	11
Figure 2 – Coefficient $KN$ .....	12
Figure 3 – Coefficient $KP$ .....	12
Figure 4 – Coefficient $KDH$ .....	13
Figure 5 – Test layout .....	15
Figure 6 – Type FG.....	18
Figure 7 – Type FR.....	19
Figure A.1 – Type FA.....	20
Figure A.2 – Type FG-L .....	21
Figure A.3 – Type FG-R.....	22
Figure A.4 – Type FAR .....	23
Figure A.5 – Type FG1A (with flanges) .....	24
Table 1 – Radiator characteristics form.....	9

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POWER TRANSFORMERS –****Part 22-2: Power transformer and reactor fittings –  
Removable radiators**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 60076-22-2 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

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

CDV	Report on voting
14/895/CDV	14/917A/RVC

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

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.

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

## INTRODUCTION

Under the part title “Power transformer and reactor fittings” this part of IEC 60076-22 covers the removable radiators used in the cooling circuits of power transformers and reactors.

## POWER TRANSFORMERS –

### Part 22-2: Power transformer and reactor fittings – Removable radiators

#### 1 Scope

This part of IEC 60076 applies to radiators 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 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 oil-immersed power transformers*

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

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 .....	27
INTRODUCTION.....	29
1 Domaine d'application .....	30
2 Références normatives .....	30
3 Termes et définitions .....	30
4 Exigences générales .....	31
4.1 Généralités .....	31
4.2 Protection contre la corrosion externe.....	31
4.3 Protection contre la corrosion interne.....	31
4.4 Caractéristiques du liquide isolant.....	31
5 Caractéristiques et exigences générales.....	32
5.1 Composants principaux.....	32
5.2 Types de radiateurs définis dans le présent document .....	32
5.3 Matériaux.....	32
5.4 Dimensions et tolérances .....	33
5.5 Préparation pour le transport et le stockage .....	33
5.6 Identification des radiateurs .....	34
6 Essais .....	34
6.1 Essais individuels de série.....	34
6.1.1 Essais d'étanchéité.....	34
6.1.2 Surfaces .....	34
6.2 Essais de type .....	35
6.2.1 Performances de refroidissement .....	35
6.2.2 Essai de type de résistance au vide.....	41
7 Dimensions et plans .....	42
Annexe A (normative) Autres conceptions de radiateur – Dimensions et plans.....	46
Bibliographie.....	56
Figure 1 – Schéma de dissipation des radiateurs .....	35
Figure 2 – Coefficient $KN$ .....	36
Figure 3 – Coefficient $KP$ .....	36
Figure 4 – Coefficient $KDH$ .....	37
Figure 5 – Montage d'essai .....	39
Figure 6 – Type FG.....	43
Figure 7 – Type FR.....	45
Figure A.1 – Type FA.....	47
Figure A.2 – Type FG-L .....	49
Figure A.3 – Type FG-R.....	51
Figure A.4 – Type FAR .....	53
Figure A.5 – Type FG1A (avec brides) .....	55
Tableau 1 – Formulaire de caractéristiques du radiateur.....	33

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

**Partie 22-2: Accessoires pour transformateurs de puissance  
et bobines d'inductance – Radiateurs détachables**

## 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 60076-22-2 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:

CDV	Rapport de vote
14/895/CDV	14/917A/RVC

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

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

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

## INTRODUCTION

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

## TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

### Partie 22-2: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Radiateurs détachables

#### 1 Domaine d'application

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

Elle présente également les exigences de fonctionnement spécifiques à ces équipements 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 oil-immersed power transformers* (disponible en anglais seulement)

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

ISO 4406, *Transmissions hydrauliques – Fluides – Méthode de codification du niveau de pollution particulaire solide*

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