

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Mechanical structures for electrical and electronic equipment – Thermal management for cabinets in accordance with IEC 60297 and IEC 60917 series – Part 2: Method for the determination of forced air cooling

Structures mécaniques pour équipements électriques et électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries IEC 60297 ET IEC 60917 – Partie 2: Méthode pour la détermination du refroidissement par ventilation forcée

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.240

ISBN 978-2-8322-5692-3

**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 Thermal conditions	7
4.1 Baseline thermal conditions	7
4.2 Reference temperature	7
4.3 Syntax of surfaces of a generic subrack, chassis or cabinet.....	8
4.4 Preferred airflow conditions	9
4.5 Cabinet airflow volume and temperature rise management	10
5 Forced air thermal flow chart for cabinet equipment.....	11
5.1 General.....	11
5.2 Evaluation of the actual thermal performance of subrack or chassis.....	12
5.3 Cabinet airflow considerations	12
5.4 Arrangement of subracks and/or chassis-based equipment within the cabinet.....	12
5.5 Selection of cabinet mounted forced air cooling device(s)	13
5.6 Thermal operating environment.....	13
5.7 Arrangement of cabinets in a server room and preferred airflow.....	15
Annex A (informative) General method of thermal design for electronic equipment	16
A.1 Thermal resistance and thermal network model	16
A.1.1 Thermal resistance	16
A.1.2 Thermal network model	16
Bibliography.....	19
Figure 1 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic subrack or chassis to be mounted into a cabinet.....	8
Figure 2 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic cabinet	9
Figure 3 – Preferred cabinet airflow patterns.....	10
Figure 4 – Airflow volume management	11
Figure 5 – Forced air thermal flow chart for cabinet equipment	12
Figure 6 – Thermal operating environment (cabinet sectional side view)	14
Figure 7 – Cabinet operating temperature range	15
Figure 8 – Example of cabinet airflows in an aisle containment server room	15
Figure A.1 – Thermal network model for a plug-in unit in subrack or chassis.....	18
Table 1 – Preferred airflow pattern.....	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRICAL
AND ELECTRONIC EQUIPMENT –
THERMAL MANAGEMENT FOR CABINETS IN
ACCORDANCE WITH IEC 60297 AND IEC 60917 SERIES –**

Part 2: Method for the determination of forced air cooling

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 62610-2 has been prepared by subcommittee 48D: Mechanical structures for electrical and electronic equipment, of IEC technical committee 48: Electrical connectors and mechanical structures for electrical and electronic equipment.

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

FDIS	Report on voting
48D/664/FDIS	48D/673/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 62610 series, published under the general title *Mechanical structures for electrical and electronic equipment – Thermal management for cabinets in accordance with IEC 60297 and IEC 60917 series*, 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

Power dissipation of high-end servers, telecommunication equipment and electronic controllers has been increasing rapidly. Thermal management for electronic systems has become critical to maintain performance and reliability.

For a long time natural convection air cooling was an adequate and reliable solution. Typically, the cooling air entered a system at the bottom and the heated air exited at the top. However, with increasing packaging density heat dissipation of components required “compartmentalizing” of functions within a cabinet. Individual subracks and chassis require their own individual cooling solutions often enhanced by forced air cooling devices such as fans.

In the absence of any guide, subrack and chassis designers typically solve their cooling problems in a way that is best suited for their specific application leaving the cabinet system integrator to deal with a mix of incompatible subrack and/or chassis cooling concepts.

An improper arrangement of multiple subracks and/or chassis (the equipment) in a cabinet may cause a severe imbalance of airflow within the cabinet. Two typical undesirable factors may be triggered by such an imbalanced airflow. The required airflow volume to each individual cabinet mounted equipment may be inadequate for proper cooling. The temperature of components in a cabinet mounted subrack and/or chassis may increase as the exhaust air of one equipment increases the intake air temperature of other equipment.

This document defines the basic and principal method to implement forced air cooling in electrical and electronic cabinets. This is applied for the thermal design of any electrical/electronic cabinet, as well as for their set-up in machine rooms, such as data centers using aisle containment. Cooling airflow is considered not only inside of the cabinets but also outside of the cabinets. A variable speed fan may be optional in cabinets or subracks/chassis, but is not regarded in this standard.

The intention of this document is to guide the subrack and/or chassis system designer, the cabinet integrator and also the data centre system integrator who deploys equipment cabinets in the machine room to provide for compatible forced air cooling solutions.

This document is based on the mechanical structures as defined in the IEC 60297 and IEC 60917 series of standards.

MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT – THERMAL MANAGEMENT FOR CABINETS IN ACCORDANCE WITH IEC 60297 AND IEC 60917 SERIES –

Part 2: Method for the determination of forced air cooling

1 Scope

This part of IEC 62610 provides for compatible methods of configuring forced air cooled cabinets assembled with associated subracks and/or chassis in accordance with the IEC 60297 and IEC 60917 series.

This document contains the following:

- a) thermal interfaces of subracks and/or chassis-based equipment in a cabinet, described by:
 - reference temperature,
 - preferred airflow conditions,
 - airflow volume conditions,
 - standard air;
- b) procedures for determining compatible forced airflow conditions in a cabinet by applying typical thermal interface conditions.

The drawings used are not intended to indicate product design. They are only for explanatory indications for determining forced air cooling.

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 60917-1, *Modular order for the development of mechanical structures for electronic equipment practices – Part 1: Generic standard*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Termes et définitions	24
4 Conditions thermiques	25
4.1 Conditions thermiques de base	25
4.2 Température de référence.....	25
4.3 Dénomination des surfaces d'un bac à cartes, d'un châssis ou d'une armoire générique	26
4.4 Conditions préférentielles de circulation d'air	27
4.5 Volume de circulation d'air et gestion des échauffements à l'intérieur d'une armoire	28
5 Organigramme thermique de circulation d'air forcée pour un équipement dans une armoire.....	29
5.1 Généralités	29
5.2 Evaluation des performances thermiques réelles du bac à cartes ou du châssis ...	30
5.3 Etude de la circulation d'air à l'intérieur de l'armoire	30
5.4 Disposition d'équipements composés de bacs à cartes et/ou de châssis à l'intérieur d'une armoire	30
5.5 Choix des dispositifs de refroidissement par ventilation forcée montés dans une armoire	31
5.6 Environnement de fonctionnement thermique.....	31
5.7 Disposition d'armoires dans une salle de serveurs et circulation d'air préférentielle.....	33
Annexe A (informative) Méthode générale de conception thermique pour un équipement électronique.....	34
A.1 Résistance thermique et modèle de réseau thermique	34
A.1.1 Résistance thermique	34
A.1.2 Modèle de réseau thermique	34
Bibliographie.....	37
Figure 1 – Dénomination des surfaces d'un bac à cartes ou d'un châssis générique à ventilation forcée à monter dans une armoire.....	26
Figure 2 – Dénomination des surfaces d'une armoire générique à ventilation forcée	27
Figure 3 – Modèles préférentiels de circulation d'air d'une armoire	28
Figure 4 – Gestion du volume de circulation d'air.....	29
Figure 5 – Organigramme thermique de circulation d'air forcée pour un équipement dans une armoire.....	30
Figure 6 – Environnement de fonctionnement thermique (vue en coupe de l'armoire)	32
Figure 7 – Plage de températures de fonctionnement d'une armoire	33
Figure 8 – Exemple de circulations d'air dans des armoires d'une salle de serveur à confinement d'allées	33
Figure A.1 – Modèle de réseau thermique pour une unité enfichable dans un bac à cartes ou un châssis	36
Tableau 1 – Modèle préférentiel de circulation d'air	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET
ÉLECTRONIQUES – GESTION THERMIQUE POUR LES ARMOIRES
CONFORMES AUX SÉRIES IEC 60297 ET IEC 60917 –****Partie 2: Méthode pour la détermination
du refroidissement par ventilation forcée**

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 62610-2 a été établie par le sous-comité 48D: Structures mécaniques pour équipement électronique, du comité d'études 48 de l'IEC: Connecteurs électriques et structures mécaniques pour les équipements électriques et électroniques.

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

FDIS	Rapport de vote
48D/664/FDIS	48D/673/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 62610, publiées sous le titre général *Structures mécaniques pour équipements électriques et électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917*, 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 à la publication recherchée. 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

La puissance dissipée par les serveurs de pointe, les équipements de télécommunication et les contrôleurs électroniques a augmenté très rapidement. Pour les systèmes électroniques, la gestion thermique est devenue critique pour le maintien des performances et de la fiabilité.

Pendant longtemps, le refroidissement par convection d'air naturel a constitué une solution adéquate et fiable. Généralement, l'air de refroidissement entrait dans un système par le bas et l'air chaud ressortait par le haut. Cependant, avec l'augmentation de la densité d'assemblage, la dissipation de chaleur des composants a exigé un "compartimentage" des fonctions à l'intérieur d'une armoire. Les bacs à cartes et les châssis individuels exigent leurs propres solutions de refroidissement souvent améliorées par des dispositifs de refroidissement par ventilation forcée tels que des ventilateurs.

En l'absence de guide, les concepteurs de bacs à cartes et de châssis résolvent généralement les problèmes de refroidissement de la manière la mieux adaptée à leur application spécifique en laissant l'intégrateur de systèmes dans les armoires gérer différents types de concepts de refroidissement de bacs à cartes et/ou de châssis incompatibles.

Une installation incorrecte de plusieurs bacs à cartes et/ou châssis (l'équipement) dans une armoire peut causer un déséquilibre sévère des circulations d'air à l'intérieur de l'armoire. Deux facteurs indésirables typiques peuvent être déclenchés par de telles circulations d'air déséquilibrées. Le volume de circulation d'air exigé pour chaque équipement individuel monté dans une armoire peut être inadapté pour fournir un refroidissement correct. La température des composants dans un bac à cartes et/ou un châssis montés à l'intérieur d'une armoire peut augmenter parce que l'air rejeté par un équipement fait monter la température de l'air à l'entrée d'autres équipements.

Le présent document définit la méthode fondamentale et principale pour mettre en œuvre un refroidissement par ventilation forcée dans des armoires électriques et électroniques. Elle s'applique à la conception thermique de n'importe quelle armoire électrique ou électronique, mais aussi à leur installation dans des salles de machines, par exemple des confinements d'allées de centres de données. La circulation d'air de refroidissement est prise en compte à l'intérieur des armoires, mais aussi à l'extérieur. La présente norme ne couvre pas les éventuels ventilateurs à vitesse variable qui peuvent être installés dans des armoires ou des bacs à cartes/châssis.

Le présent document est destiné à servir de guide aux concepteurs de systèmes de bacs à cartes et/ou de châssis, aux intégrateurs d'armoires et aussi aux intégrateurs de systèmes de centre de données qui déploient des armoires d'équipements dans une salle de machines pour fournir des solutions de refroidissement par ventilation forcée compatibles.

Le présent document est fondé sur les structures mécaniques telles qu'elles sont définies dans les séries de normes IEC 60297 et IEC 60917.

STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES – GESTION THERMIQUE POUR LES ARMOIRES CONFORMES AUX SÉRIES IEC 60297 ET IEC 60917 –

Partie 2: Méthode pour la détermination du refroidissement par ventilation forcée

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62610 fournit des méthodes compatibles destinées à configurer des armoires à refroidissement par ventilation forcée assemblées avec des bacs à cartes et/ou des châssis associés conformes aux séries de normes IEC 60297 et IEC 60917.

Le présent document contient ce qui suit:

- a) des interfaces thermiques d'équipements composés de bacs à cartes et/ou de châssis à l'intérieur d'une armoire, décrites par:
 - la température de référence,
 - les conditions préférentielles de circulation d'air,
 - les conditions de volume de circulation d'air,
 - l'air normalisé;
- b) des procédures pour déterminer des conditions de circulation d'air forcée compatibles dans une armoire en appliquant des conditions d'interface thermique typiques.

Les dessins utilisés ne sont pas destinés à indiquer la conception des produits. Ils n'ont qu'une vocation explicative pour la détermination du refroidissement par ventilation forcée.

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 60917-1, *Ordre modulaire pour le développement des structures mécaniques pour les infrastructures électroniques – Partie 1: Norme générique*