

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

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

**Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917 –
Partie 2: Guide de conception: Méthode pour la détermination de la structure de refroidissement par ventilation forcée**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

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

**Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917 –
Partie 2: Guide de conception: Méthode pour la détermination de la structure de refroidissement par ventilation forcée**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 31.240

ISBN 978-2-88912-588-3

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope and object.....	6
2 Thermal interfaces.....	6
2.1 Baseline thermal conditions.....	6
2.2 Reference temperature.....	6
2.3 Syntax of surfaces of a generic subrack, chassis or cabinet	7
2.4 Preferred airflow conditions	8
2.5 Cabinet airflow volume and temperature rise management.....	9
3 Forced air thermal flow chart for cabinet equipment.....	10
3.1 General.....	10
3.2 Evaluation of the actual thermal performance of subrack or chassis	11
3.3 Cabinet airflow considerations.....	11
3.4 Arrangement of subracks and/or chassis equipment within the cabinet.....	11
3.5 Selection of cabinet mounted forced air device(s).....	12
3.6 Thermal operating environment	12
Annex A (informative) Limitation of application and background information	14
Bibliography.....	16
Figure 1 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic subrack or chassis to be mounted into a cabinet.....	7
Figure 2 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic cabinet	7
Figure 3 – Preferred air flow patterns	9
Figure 4 – Air flow volume management	10
Figure 5 – Forced air thermal flow chart for cabinet equipment	11
Figure 6 – Thermal operating environment (Cabinet sectional side view)	12
Figure 7 – Example of effect of reference temperature on cabinet operating temperature range	13
Figure A.1 – Thermal network model for a plug-in unit in subrack or chassis.....	15
Table 1 – Preferred airflow pattern.....	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: Design guide: Method for the determination of forced air-cooling structure

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 62610-2 TS Ed.1.0, which is a technical specification, has been prepared by subcommittee 48D: Mechanical structures for electronic equipment, of IEC technical

committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
48D/459/DTS	48D/470/RVC

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

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

A list of all parts of IEC 62610 series, under the general title *Mechanical structures for 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 publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

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

For a long time convection air cooling was an adequate and reliable solution. Typically, the cooled air entered a system on the bottom and the heated air exits 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 devices such as fans.

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

An improper arrangement of multiple subracks and/or chassis (the equipment) in a cabinet may cause a severe imbalance of airflow and/or unwanted temperature rises preventing effective cooling of the cabinet installed equipment. Two typical undesirable factors may be triggered by such an imbalanced airflow and/or unwanted temperature rise(s) within a cabinet. The required airflow volume to each individual cabinet mounted equipment may fall short. The air-intake temperature of each cabinet mounted subrack and/or chassis may increase as exhaust air of one equipment may increase the air-intake temperature of another equipment. As a result, unwanted temperature rise of components may occur.

The intention of this guide is to educate the subrack and/or chassis system designer and the cabinet integrator to provide for compatible forced air cooling solutions.

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

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

Part 2: Design guide: Method for the determination of forced air-cooling structure

1 Scope and object

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

This design guide contains the following:

- a) Thermal interfaces of subrack and/or chassis based equipment in a cabinet
 - 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 explanatory indications for determining forced air-cooling structure.

The terminology used complies with IEC 60917-1.

2 Thermal interfaces

2.1 Baseline thermal conditions

In order to enable reproducible and comparable values, standard air is defined at the air inlet to be used for the determination of the thermal capability and requirement parameters of products.

NOTE Standard air as defined for this purpose has a density of $1,2 \text{ kg/m}^3$, a relative humidity of 50 %, a temperature of $20 \text{ }^\circ\text{C}$, a pressure of $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$. A specified heat capacity is $1\,005 \text{ J/kgK}$ at these conditions. These values are aligned with the fan industry specifications, common test practices and electronic industry expectations.

2.2 Reference temperature

The thermal operating temperature of subrack and chassis in the cabinet should be defined at the air inlet, and this temperature is called reference temperature in this technical specification.

Reference temperature is defined as the temperature of an objective ambient air of the equipment in the cabinet which is a starting point for a rise in internal temperatures of the equipment, and, at the same time, influences internal temperatures of it.

At one typical equipment which consists of a subrack and a forced air-cooling device, temperatures of internal air and inside components of the subrack are determined as certain

values from “reference temperature”. And, “reference temperature” of the equipment cabinet can be considered as equivalent with its intake air temperature, because the heat dissipating path of the forced air-cooling is dependent on ventilation characteristics of the equipment. (see Clause A.2)

The air intake is the initial point of an upstream airflow where air flows into the equipment to cool its inside. The intake air temperature of the equipment (T_{3-nr}) as supplied by the ambient temperature (T_4) could be identical (see Figure 6).

NOTE Generally, the intake air temperature is measured at the positions from 30 mm to 50 mm away from the outline of the equipment to avoid the influence of heat radiation. At the air intake opening, if the temperature is not considered as homogeneous because the opening is so wide, several positions (3 to 5) should be defined as reference temperature positions, and the average temperature should be taken as the intake air temperature.

2.3 Syntax of surfaces of a generic subrack, chassis or cabinet

In order to define airflow patterns of subrack and/or chassis based equipment mounted within a cabinet the syntax of the outer surfaces is defined as in Figure 1.

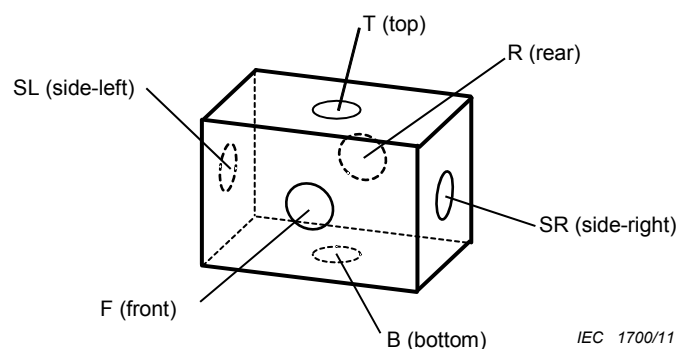


Figure 1 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic subrack or chassis to be mounted into a cabinet

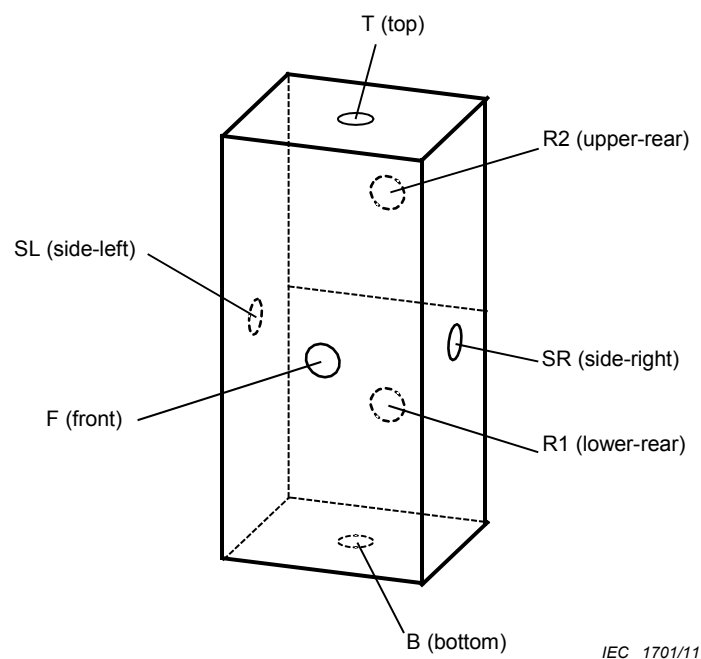


Figure 2 – Syntax of surfaces of a forced air cooled generic cabinet

2.4 Preferred airflow conditions

In order to facilitate an efficient cabinet airflow design, it is necessary to define the preferred airflow pattern of the cabinet mounted equipment. It is important that the cold air entry is not contaminated by the hot air exit (separation of the air entry path and the air exit path). The essential principles of cooling airflow direction are "FRONT to REAR" and "BOTTOM to TOP".

The complete syntax of airflow pattern in Table 1 is as follows :

Intake definition [+ additional intake definition] → exhaust definition [+ additional exhaust definition]

The intake and exhaust definition corresponds to the syntax of the surfaces as shown in Figure 1 and Figure 2.

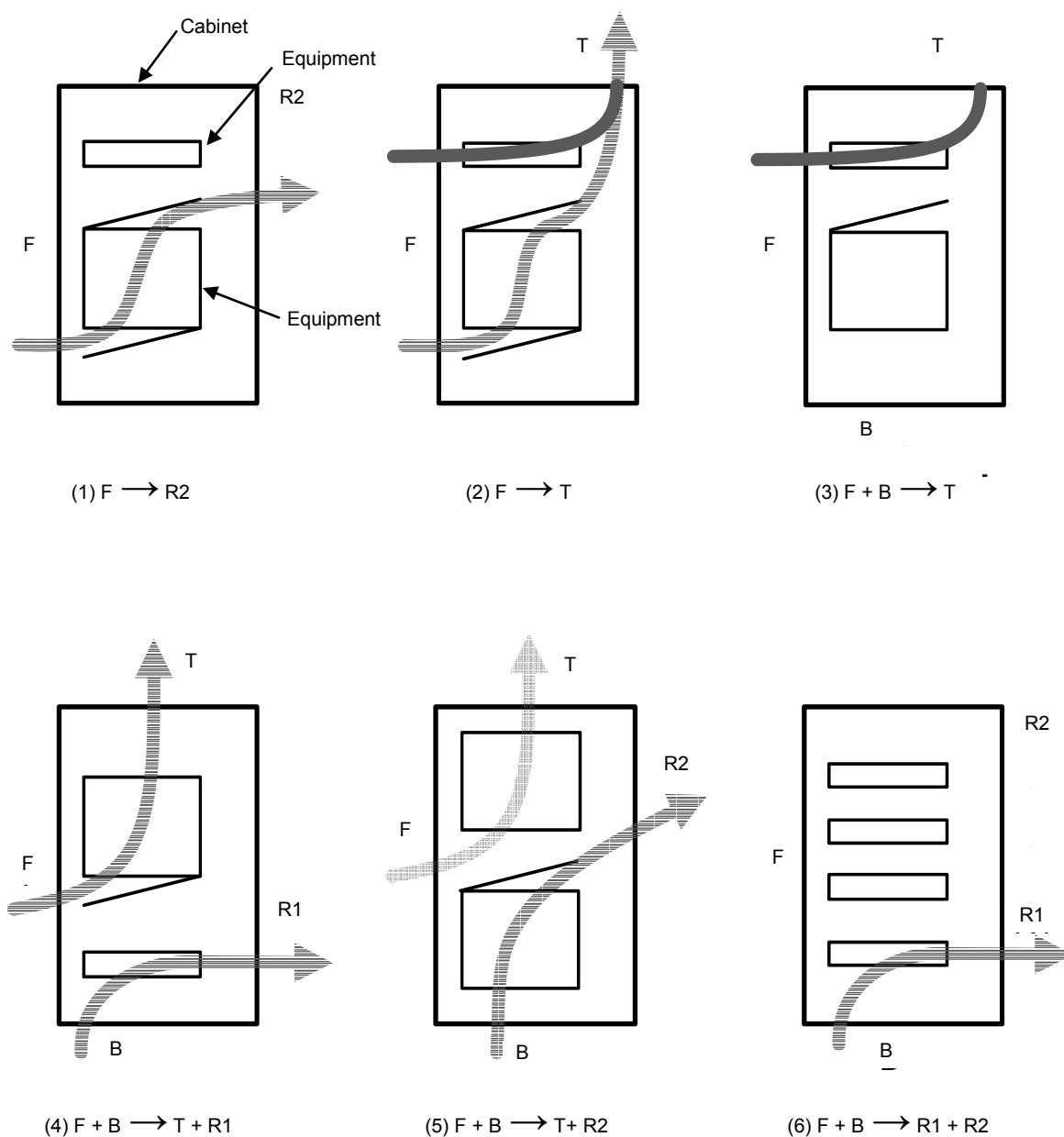
Table 1 – Preferred airflow pattern

Airflow pattern within subrack or chassis-based equipment ^a	Airflow pattern within cabinet ^b
$F \rightarrow R$ $F+B \rightarrow R$	$F \rightarrow T, F \rightarrow R2$ $F+B \rightarrow T, F+B \rightarrow T+R1$ $F+B \rightarrow T+R2, F+B \rightarrow R1+R2$
^a Subracks or chassis with forced air-cooling devices. ^b Cabinets with forced air-cooling devices.	

Subracks and chassis which do not comply to the preferred airflow pattern as described in this technical specification should provide for additional airflow management devices such as deflectors. These additional deflectors should bring the equipment in line with a preferred airflow pattern.

The following figures illustrate preferred airflow patterns in a cabinet as per Table 1.

The arrangements shown in this figure are typical only.



IEC 1702/11

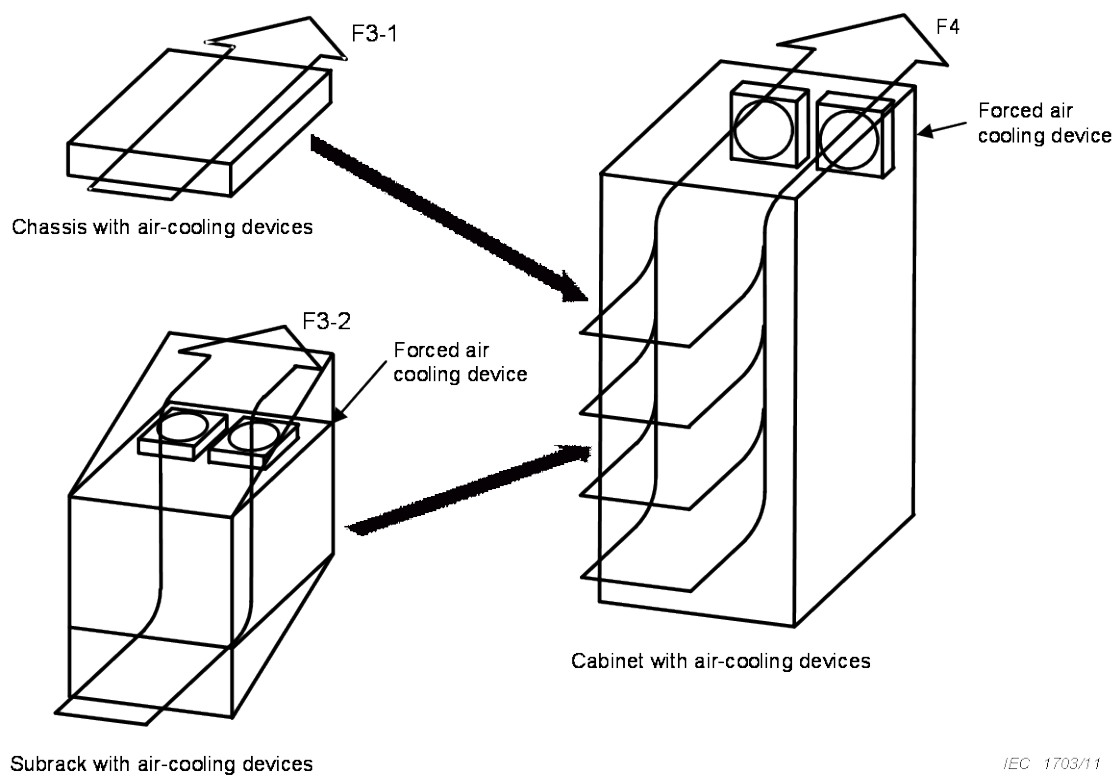
Figure 3 – Preferred air flow patterns**2.5 Cabinet airflow volume and temperature rise management**

The cabinet with forced air-cooling devices should have enough cooling capability for power dissipation in order to maintain the cooling capacities of various types of subracks or chassis with air-cooling devices in it.

The cabinet with one or more such subracks and chassis shall have exhaust air ventilation capacity more or equal than the sum of subracks' and chassis' airflow volume. This means that the cabinet does not impede respective subracks ventilation capacities.

The airflow volume of the cabinet mounted forced air devices (F4) shall be sized to match the combined air volume as produced by the forced air devices of the subrack(s) (F3-2) and chassis (F3-1) in the cabinet.

Total airflow volume of equipments: $\Sigma F_{3-n} \leq$ Airflow volume of the cabinet: F_4



F3-n Airflow volume of equipments
F4 Airflow volume of cabinet

Figure 4 – Air flow volume management

NOTE The power dissipation of air-exit fans should be considered to evaluate the exhaust air temperature rise of the equipped cabinet.

3 Forced air thermal flow chart for cabinet equipment

3.1 General

The flow chart as shown in Figure 5 identifies the forced airflow procedure for cabinet equipment.

The details of each step in the flow chart are explained in the following subclauses.

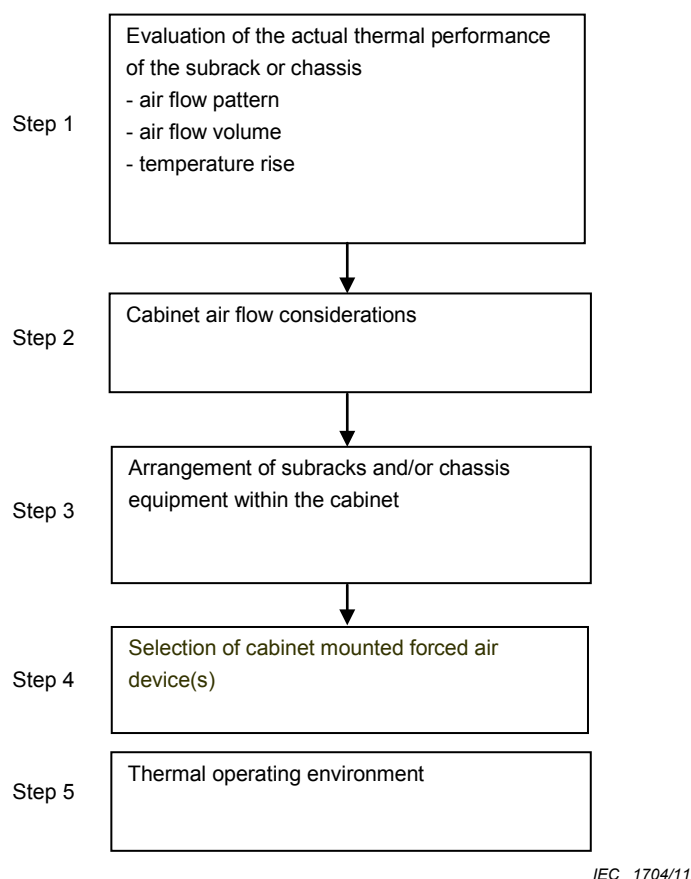


Figure 5 – Forced air thermal flow chart for cabinet equipment

3.2 Evaluation of the actual thermal performance of subrack or chassis

For the thermal management of cabinet mounted subracks and/or chassis equipment it is important to take the following into account:

- a) The airflow pattern (See Table 1)
- b) The airflow volume
- c) The operating temperature range
- d) The temperature rise limitation

3.3 Cabinet airflow considerations

The airflow in the application specific operating environment where the cabinet is installed should be investigated. The airflow pattern for the cabinet is chosen from the related Table 1.

3.4 Arrangement of subracks and/or chassis equipment within the cabinet

Ideally, all cabinet mounted subrack and/or chassis equipment have the same compatible airflow pattern chosen from Table 1. Incompatible airflow pattern of an individual subrack and/or chassis equipment may be mitigated by suitable airflow dividers or airflow deflector panels in order to prevent cabinet airflow imbalance and to control the airflow within the cabinet.

3.5 Selection of cabinet mounted forced air device(s)

The cabinet mounted forced air device(s) shall be chosen to realize that the cabinet airflow volume (F4) balances or exceeds the combined airflow volume (F3-n) provided by the subrack(s) and /or chassis.

$$\Sigma F3-n \leq F4$$

F3-n Airflow volume of subrack or chassis in the cabinet

F4 Airflow volume of the cabinet, created by the cabinet mounted forced air device(s)

3.6 Thermal operating environment

The individual subrack and/or chassis equipment operating temperature range is defined as T3-n (min) to T3-n (max) defined by the specifications for cooling of each subrack or chassis equipment.

The inlet air temperature of each subrack and/or chassis equipment mounted on a cabinet, corresponding exactly to the reference temperature of each equipment described in 2.2, "T3-nr" shall be within the operating temperature range T3-n(max/min).

$$T3-n \text{ (min)} \leq T3-nr \leq T3-n \text{ (max)} \text{ for each equipment}$$

For example, the following both conditions shall be fulfilled under the operating temperature range of the equipped cabinet T4 (max/min) in the case of Figure 6.

$$T3-1 \text{ (min)} \leq T3-1r \leq T3-1 \text{ (max)}$$

$$T3-2 \text{ (min)} \leq T3-2r \leq T3-2 \text{ (max)}$$

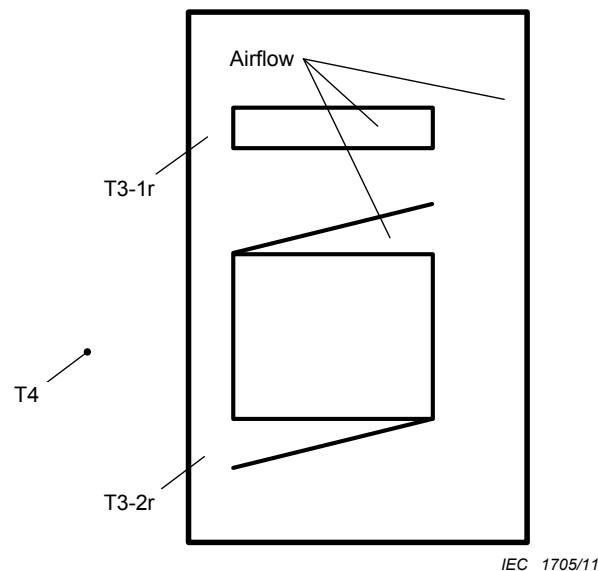


Figure 6 – Thermal operating environment (Cabinet sectional side view)

T3-nr Reference temperature of concerned subrack(s) or chassis mounted on a cabinet

T3-n (min) Minimum operating temperature for subrack(s) or chassis

T3-n (max) Maximum operating temperature for subrack(s) or chassis

T4 Ambient temperature around an equipment cabinet

NOTE 1 The operating temperature range of the equipped cabinet T4 (max/min) depends on its application.

NOTE 2 In case that the equipment cabinet has air inlet filters or air outlet filters, decreasing of the airflow volume due to pressure loss by the filters should be considered.

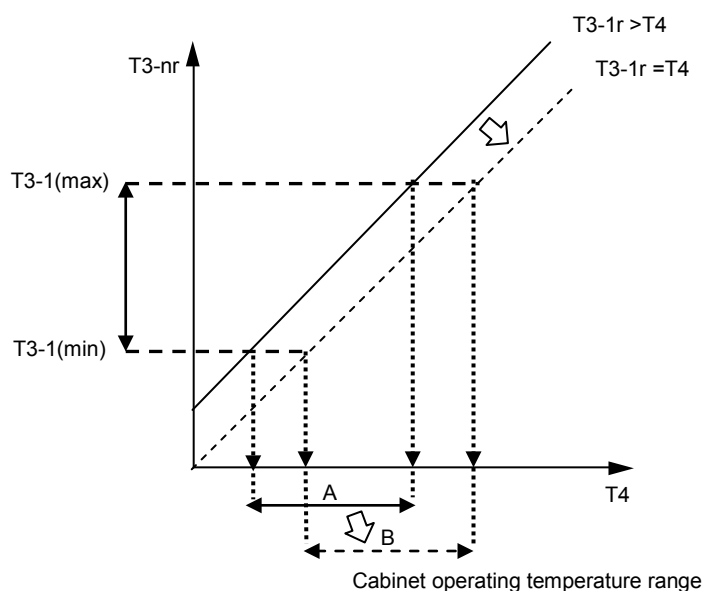
NOTE 3 Figure 7 shows the relation between reference temperature and operating temperature range of an equipment cabinet. If the reference temperature of subrack(s) and/or chassis (T_{3-nr}) goes down from the condition of " $T_{3-nr} > T_4$ " to " $T_{3-nr} = T_4$ ", the operating temperature range of the equipment cabinet moves to the right side as shown in Figure 7.

It means that the ambient around the equipment cabinet can be taken as higher temperature and demand for the performance of HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning) of the cabinet can be moderated.

It also indicates that the reference temperature of subrack(s) or chassis higher than the ambient temperature around the equipment cabinet ($T_{3-1r} > T_4$, as the solid line) is caused mainly by imbalance of airflow.

The dotted line shows the case of a reference temperature of subrack(s) or chassis equal with the ambient temperature around the equipment cabinet ($T_{3-1r} = T_4$).

A and B indicate the operating temperature ranges of the cabinet for each case.



Vertical axis: reference temperature of concerned n-subrack or chassis mounted on cabinet
Horizontal axis: ambient temperature around cabinet to be installed

IEC 1706/11

Figure 7 – Example of effect of reference temperature on cabinet operating temperature range

Annex A (informative)

Limitation of application and background information

A.1 Limitation of application of this design guide

This design guide is limited to cabinets with forced air cooling.

In case of the thermal management of the natural convection cooled cabinets, without forced air-cooling, heat dissipation from the cabinets' surface has to be considered as one of the key factors for determining their cabinet thermal management structures.

A.2 Background information on the determination of thermal management structures for the forced air-cooled cabinets by applying of their “reference temperature” and airflow volume

A.2.1 Thermal resistance

For a practical thermal design of the electronic equipment, one efficient technique is a thermal network method. It is generally used for the thermal design of various electronics equipment. The thermal network is composed of nodes and thermal resistances. A node is a point representing the temperature around the point in solid or fluid. Thermal resistance in solid or fluid along air stream is much like electrical resistance. The steady state defining equation is as follows:

$$\Delta T_{\text{across solid or liquid}} = R_T \times Q$$

Where

ΔT is a measured temperature rise across a solid or liquid,

R_T is thermal resistance of a material and Q is heat flow transferred through solid or liquid.

A.2.2 Thermal network model

Figure A.1 shows a simplified thermal network model for a plug-in unit in subrack or chassis. In the figure, black points indicate the nodes represented temperature. The junction temperature T_J and the surface temperature T_C are calculated by:

$$T_J = T_A + \Delta T_A + \Delta T_{CA} + \Delta T_{JC}$$

$$T_C = T_A + \Delta T_A + \Delta T_{CA}$$

where

T_A is the intake air temperature, equivalent with reference temperature.

Air intake is measured 30 mm to 50 mm from the equipments air entry.

ΔT_A is the temperature rise between intake air and the surrounding air of any component on/in the plug-in unit;

ΔT_{CA} is the temperature rise between the surrounding air of any component on/in the plug-in unit and its surface ;

ΔT_{JC} is the temperature rise between the surface of any component on/in the plug-in unit and its junction.

Each temperature rise can be described with related thermal resistance as follows

$$\Delta T_A = R_A \times Q$$

$$\Delta T_{CA} = R_{CA} \times P_d$$

where

R_A is the thermal resistance along airflow between intake air and the air nearby component concerned;

Q is the total power dissipation of upstream components;

R_{CA} is the thermal resistance between the air nearby the component concerned and its surface;

P_d is the power dissipation of component concerned.

R_A is calculated by:

$$R_A = \frac{1}{\rho_{air} \cdot C_{pair} \cdot F}$$

where

F is the airflow volume.

Surface temperature of components mounted in plug-in units which are installed in sub-rack or chassis can be evaluated as temperature rise value, comparing the temperature with air temperature at the air intake. The elements of temperature rise consist of air temperature rise before a component concerned, and air temperature rise caused by the heat convection on the surface of the component. Both elements are determined using airflow volume or airflow speed calculated as the value dividing airflow volume by cross-section of airflow, and power consumption.

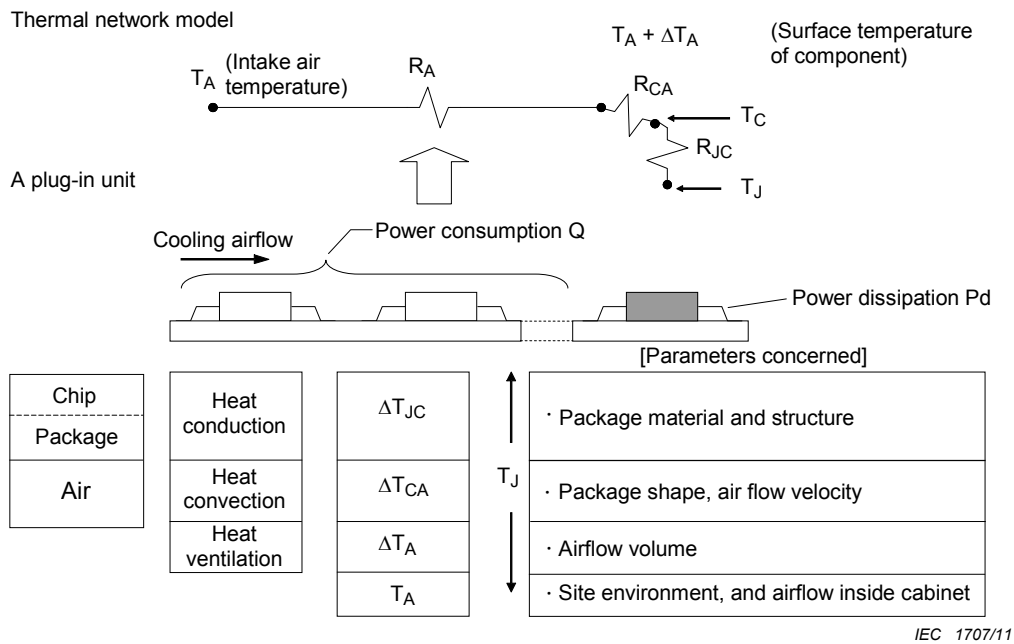


Figure A.1 – Thermal network model for a plug-in unit in subrack or chassis

Bibliography

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1 General and guidance*

IEC 60297-3-100, *Mechanical structures for electronic equipment – Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series – Part 3-100 : Basic dimensions of front panels, subracks, chassis, racks and cabinets*

IEC 60297-3-101, *Mechanical structures for electronic equipment – Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series – Part 3-101: Subracks and associated plug-in units*

IEC 60917-1, *Modular order for the development of mechanical structures for electronic equipment practices – Part1: Generic standard*

IEC 60917-2-1, *Modular order for the development of mechanical structures for electronic equipment practices – Part 2: Sectional specification - Interface co-ordination dimensions for the 25 mm equipment practice – Section 1: Detail specification – Dimensions for cabinets and racks*

IEC 60917-2-2, *Modular order for the development of mechanical structures for electronic equipment practices – Part 2: Sectional specification – Interface co-ordination dimensions for the 25 mm equipment practice – Section 2: Detail specification – Dimensions for subracks, chassis, backplanes, front panels and plug-in units*

ISO 5801, *Industrial fans – Performance testing using standardized airways*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application et objet.....	22
2 Interfaces thermiques	22
2.1 Conditions thermiques de base	22
2.2 Température de référence	22
2.3 Dénomination des surfaces d'un bac, d'un châssis ou d'une armoire générique	23
2.4 Conditions préférentielles de circulation d'air	24
2.5 Volume de circulation d'air et gestion des échauffements à l'intérieur d'une l'armoire	26
3 Schéma thermique de circulation d'air forcée pour équipements dans une armoire.....	27
3.1 Généralités.....	27
3.2 Evaluation des performances thermiques réelles du bac ou du châssis	27
3.3 Etude de la circulation d'air à l'intérieur de l'armoire	27
3.4 Disposition des équipements des bacs et/ou châssis à l'intérieur de l'armoire	28
3.5 Choix des dispositifs à ventilation forcée montés dans une armoire.....	28
3.6 Environnement de fonctionnement thermique	28
Annexe A (informative) Limitation d'application et informations de base.....	31
Bibliographie.....	34
Figure 1 – Dénomination des surfaces d'un bac ou d'un châssis générique à ventilation forcée à monter dans une armoire	23
Figure 2 – Dénomination des surfaces d'une armoire générique à refroidissement par ventilation forcée	24
Figure 3 – Modèles préférentiels de circulation d'air	25
Figure 4 – Gestion du volume de circulation d'air.....	26
Figure 5 – Schéma thermique pour la circulation d'air forcée pour équipements dans une armoire	27
Figure 6 – Environnement de fonctionnement thermique (Vue de coupe de l'armoire)	29
Figure 7 – Exemple de l'effet de la température de référence sur la plage de températures de fonctionnement de l'armoire	30
Figure A.1 – Modèle de réseau thermique pour une unité enfichable dans un bac ou un châssis	33
Tableau 1 – Modèle préférentiel de circulation d'air	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –
GESTION THERMIQUE POUR LES ARMOIRES CONFORMES
AUX SÉRIES CEI 60297 ET CEI 60917 –****Partie 2: Guide de conception: Méthode pour la détermination
de la structure de refroidissement par ventilation forcée**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI TS 62610-2 Ed.1.0, qui est une spécification technique, a été établie par le sous-comité 48D: Structures mécaniques pour équipement électronique, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
48D/459/DTS	48D/470/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62610, présentées sous le titre général *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La puissance dissipée par les serveurs de pointe, les équipements de télécommunication et les contrôleurs électroniques a augmenté très rapidement (loi de Moore). 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 a constitué une solution adéquate et fiable. Généralement, l'air frais entrainé 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 nécessité une "compartimentalisation" 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 à ventilation forcée de type ventilateurs.

En l'absence de guide, les concepteurs de bacs à cartes et de châssis résolvent généralement le problème par des solutions de refroidissement adaptées à leur application spécifique et l'intégrateur de systèmes dans les armoires se retrouve confronté à différents types de concepts de refroidissement de bacs et/ou de châssis incompatibles.

Une installation incorrecte de plusieurs bacs et/ou châssis (l'équipement) dans une armoire peut causer un déséquilibre sévère des circulations d'air et/ou des échauffements indésirables empêchant le refroidissement efficace de l'équipement installé à l'intérieur de l'armoire. Deux facteurs indésirables types peuvent être déclenchés par de telles circulations d'air déséquilibrées et/ou échauffements à l'intérieur d'une armoire. Le volume de circulation d'air nécessaire pour chaque équipement individuel monté dans une armoire peut devenir insuffisant. La température de l'air à l'entrée de chaque bac et/ou châssis monté à l'intérieur d'une armoire peut augmenter dans la mesure où l'air rejeté par un équipement peut accroître la température de l'air à l'entrée d'un autre équipement. Ceci peut donner lieu à un échauffement indésirable des composants.

Le présent guide est destiné à apporter les informations nécessaires aux concepteurs de systèmes de bacs à cartes et/ou de châssis et aux intégrateurs d'armoirs pour trouver des solutions de refroidissement par ventilation forcée compatibles.

Ce guide se fonde sur les structures mécaniques telles qu'elles sont définies dans les séries de normes CEI 60297 et CEI 60917.

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

Partie 2: Guide de conception: Méthode pour la détermination de la structure de refroidissement par ventilation forcée

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 62610 fournit des méthodes compatibles destinées aux armoires à refroidissement par ventilation forcée assemblées contenant des bacs à cartes et/ou des châssis associés conformes aux séries de normes CEI 60297 et CEI 60917.

Le présent guide de conception contient ce qui suit:

- a) Interfaces thermiques d'équipements constitués de bacs à cartes et/ou de châssis à l'intérieur d'une armoire
 - Température de référence
 - Conditions préférentielles de circulation d'air
 - Conditions de volume de circulation d'air
 - Air normal
- b) Des procédures pour déterminer les conditions de circulation d'air forcée compatibles à l'intérieur d'une armoire en appliquant les conditions d'interface thermique types

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

La terminologie utilisée est conforme à la CEI 60917-1.

2 Interfaces thermiques

2.1 Conditions thermiques de base

Pour obtenir des valeurs reproductibles et comparables, l'air normal est défini à l'entrée d'air à utiliser pour la détermination de la capacité thermique et des paramètres d'exigence des produits.

NOTE L'air normal défini à cet effet a une densité de $1,2 \text{ kg/m}^3$, une humidité relative de 50 %, une température de 20 °C , et une pression de $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$. Dans ces conditions, la capacité thermique spécifiée est de $1\,005 \text{ J/kgK}$. Ces valeurs sont alignées sur les spécifications de l'industrie des ventilateurs, sur les pratiques d'essai communes et sur les attentes de l'industrie électronique.

2.2 Température de référence

Il convient que la température de fonctionnement des bacs à cartes et des châssis à l'intérieur d'une armoire soit définie à l'entrée et cette température est désignée comme la température de référence dans la présente spécification technique.

La température de référence est définie comme la température recherchée pour l'air ambiant de l'équipement à l'intérieur de l'armoire qui est le point de départ pour une augmentation des températures internes de l'équipement, et, en même temps, influence les températures internes. Au niveau d'un équipement type constitué d'un bac et d'un dispositif de

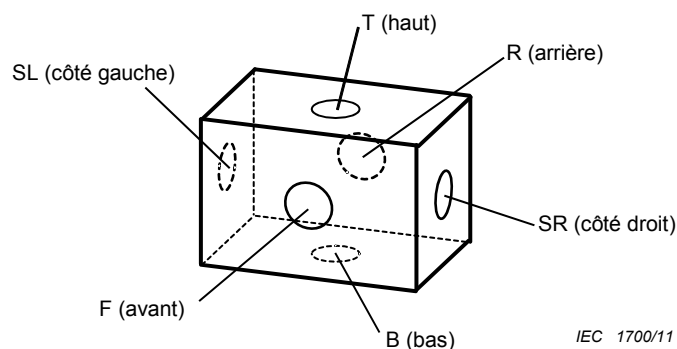
refroidissement à ventilation forcée, les températures de l'air interne et des composants intérieurs du bac sont déterminées comme certaines valeurs par la "température de référence". De plus, la "température de référence" d'un équipement peut être considérée comme équivalente à la température de l'air en entrée, car le chemin de dissipation de la chaleur du refroidissement par ventilation forcée dépend des caractéristiques de ventilation de l'équipement. (voir l'Article A.2).

La prise d'air est le point initial d'une circulation d'air montante entrant dans l'équipement pour en refroidir l'intérieur. Il convient que la température de prise d'air de l'équipement (T_{3-nr}), telle que fournie par la température ambiante (T_4), soit la même que la température ambiante (voir Figure 6).

NOTE Généralement, la température de prise d'air est mesurée à un emplacement situé à une distance de 30 mm à 50 mm du contour de l'équipement pour éviter l'influence de la chaleur rayonnée. Au niveau de l'ouverture de prise d'air, si la température n'est pas considérée comme homogène en raison d'une grande largeur d'ouverture, il convient de définir plusieurs positions (3 à 5) comme positions de température de référence, et il convient que la température moyenne soit prise comme la température de prise d'air.

2.3 Dénomination des surfaces d'un bac, d'un châssis ou d'une armoire générique

Pour définir les modèles de circulation d'air des équipements composés de bacs et/ou de châssis montés à l'intérieur d'une armoire, la Figure 1 indique la dénomination des surfaces extérieures.



IEC 1700/11

Figure 1 – Dénomination des surfaces d'un bac ou d'un châssis générique à ventilation forcée à monter dans une armoire

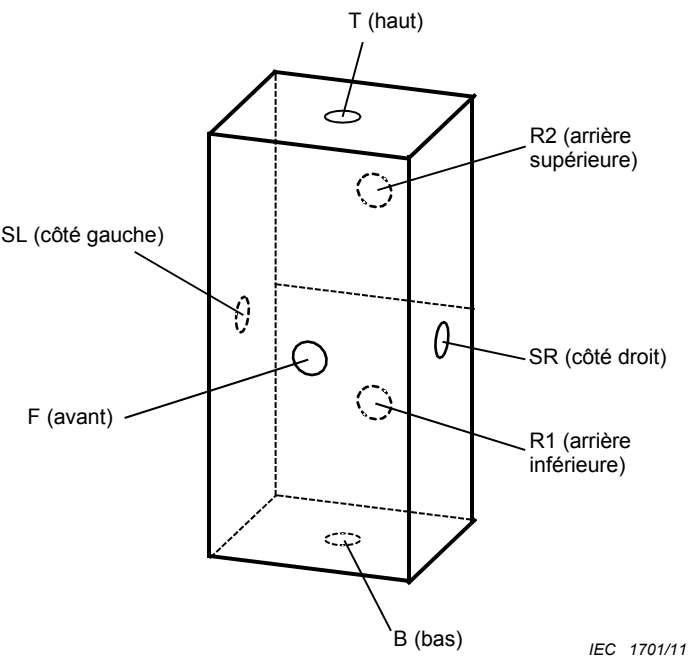


Figure 2 – Dénomination des surfaces d’une armoire générique à refroidissement par ventilation forcée

2.4 Conditions préférentielles de circulation d’air

Pour faciliter une conception de circulation d’air efficace à l’intérieur d’une armoire, il est nécessaire de définir le modèle préférentiel de circulation d’air de l’équipement monté dans l’armoire. Il est important que l’entrée d’air frais ne soit pas contaminée par la sortie d’air chaud (séparation du trajet d’entrée et du trajet de sortie de l’air). Les principes fondamentaux de direction de la circulation de l’air de refroidissement sont "D’AVANT vers l’ARRIERE" et "du BAS vers le HAUT".

La dénomination complète du modèle de ventilation d’air du Tableau 1 est la suivante:

définition de prise [+ définition de prise supplémentaire] → définition de rejet [+ définition de rejet supplémentaire]

Les définitions de prise et de rejet correspondent à la dénomination des surfaces comme représenté aux Figures 1 et 2.

Tableau 1 – Modèle préférentiel de circulation d’air

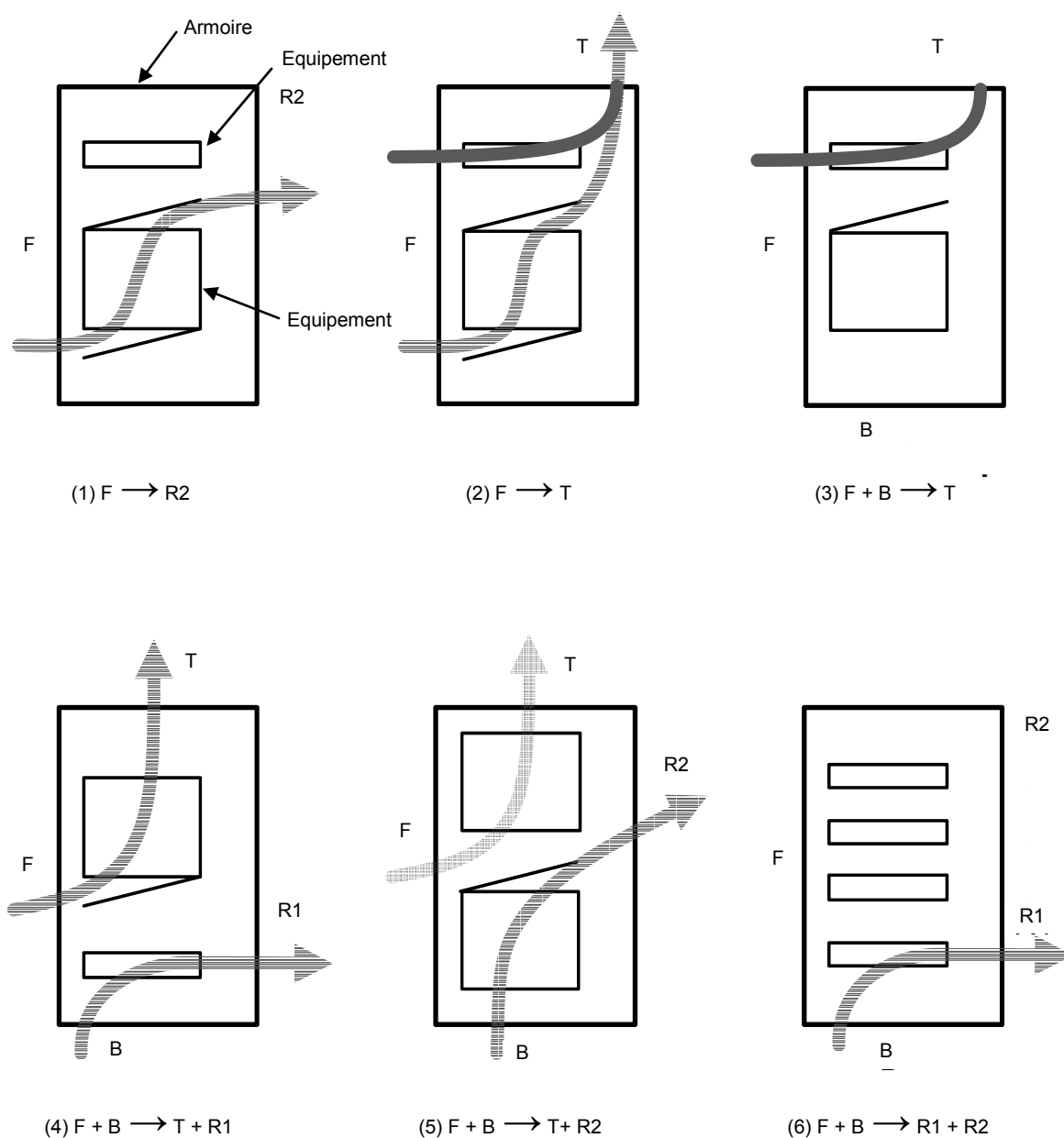
Modèle de circulation d’air à l’intérieur de l’équipement constitué de bacs ou châssis ^a	Modèle de circulation d’air à l’intérieur de l’armoire ^b
F → R F+B → R	F → T, F→ R2 F+B → T, F+B → T+R1 F+B → T+R2, F+B → R1+R2
^a Bacs à cartes ou châssis à dispositifs de refroidissement par ventilation forcée. ^b Armoires à dispositifs de refroidissement par ventilation forcée.	

Il convient que les bacs à cartes et les châssis qui ne sont pas conformes au modèle préférentiel de circulation d’air décrit dans la présente spécification technique soient équipés

de dispositifs supplémentaires de gestion des circulations d'air tels que des déflecteurs. Il convient que ces déflecteurs supplémentaires permettent à l'équipement de se conformer à un modèle préférentiel de circulation d'air.

Les figures suivantes illustrent les modèles préférentiels de circulation d'air dans une armoire selon le Tableau 1.

Les dispositions représentées dans la figure sont seulement les dispositions types.



IEC 1702/11

Figure 3 – Modèles préférentiels de circulation d'air

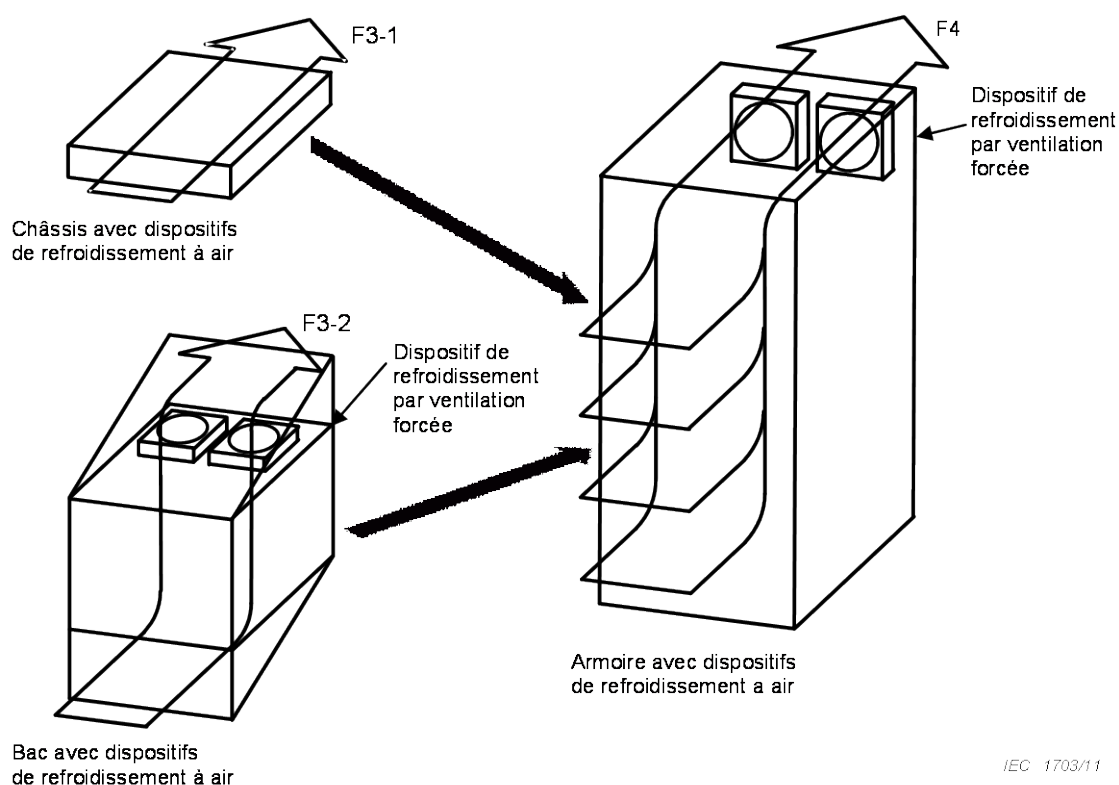
2.5 Volume de circulation d'air et gestion des échauffements à l'intérieur d'une l'armoire

Il convient qu'une armoire équipée de dispositifs de refroidissement par ventilation forcée ait une capacité de refroidissement suffisante pour faire face à la puissance dissipée et maintenir les capacités de refroidissement des différents types de bacs ou châssis équipés de dispositifs de refroidissement à air qu'elle contient.

Une armoire comportant un ou plusieurs bacs et châssis doit avoir une capacité de ventilation de l'air à rejeter supérieure ou égale à la somme du volume de circulation d'air des bacs et des châssis. Ceci signifie que l'armoire n'entrave pas les capacités de ventilation respectives des bacs.

Le volume de circulation d'air des dispositifs à ventilation forcée montés dans l'armoire (F4) doit être dimensionné pour s'adapter au volume d'air combiné produit par les dispositifs à ventilation forcée du ou des bacs (F3-2) et des châssis (F3-1) à l'intérieur de l'armoire.

Volume de circulation d'air total des équipements: $\Sigma F3-n \leq$ volume de circulation d'air de l'armoire: F4



IEC 1703/11

F3-n Volume de circulation d'air des équipements:

F4 Volume de circulation d'air de l'armoire

Figure 4 – Gestion du volume de circulation d'air

NOTE Il convient que la puissance dissipée des ventilateurs destinés à rejeter l'air soit prise en compte pour évaluer l'échauffement de l'air rejeté de l'armoire équipée.

3 Schéma thermique de circulation d'air forcée pour équipements dans une armoire

3.1 Généralités

Le schéma représenté à la Figure 5 identifie la procédure de circulation d'air forcée pour les équipements des armoires.

Les détails de chaque étape dans le schéma sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

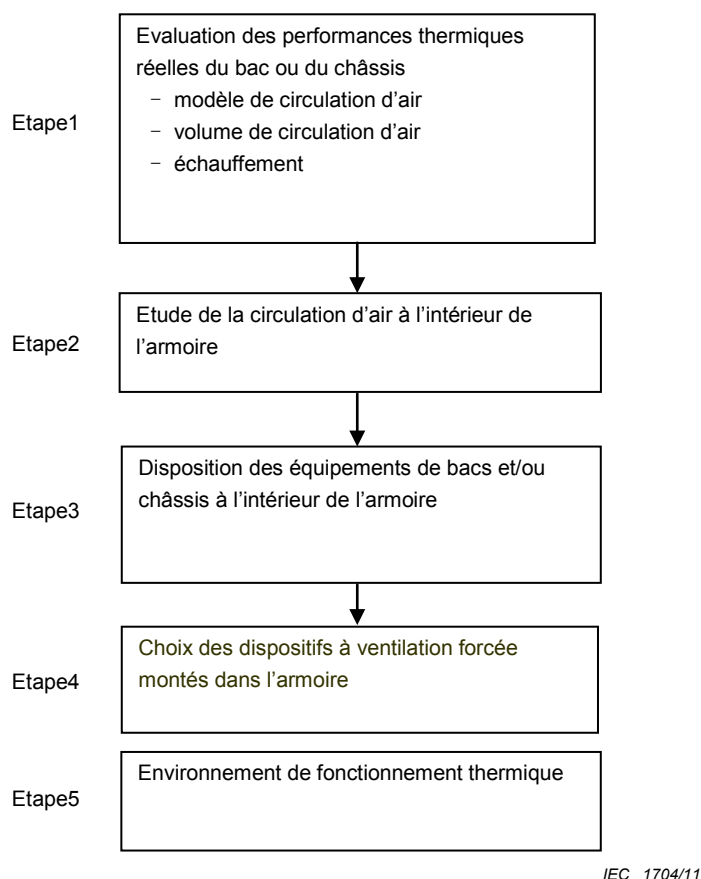


Figure 5 – Schéma thermique pour la circulation d'air forcée pour équipements dans une armoire

3.2 Evaluation des performances thermiques réelles du bac ou du châssis

Pour la gestion thermique des équipements de bacs et/ou châssis montés dans une armoire, il est important de prendre en compte ce qui suit:

- Le modèle de circulation d'air (voir Tableau 1)
- Le volume de circulation d'air
- La plage de températures de fonctionnement
- La limitation d'échauffement

3.3 Etude de la circulation d'air à l'intérieur de l'armoire

Il convient d'étudier la circulation de l'air dans l'environnement de fonctionnement spécifique à l'application dans laquelle l'armoire est installée. Le modèle de circulation d'air pour une armoire est choisi dans le Tableau 1 correspondant.

3.4 Disposition des équipements des bacs et/ou châssis à l'intérieur de l'armoire

Idéalement, tous les équipements de bac et/ou châssis montés dans une armoire ont le même modèle de circulation d'air compatible choisi dans le Tableau 1. Un modèle de circulation d'air incompatible d'un équipement individuel de bac et/ou de châssis peut être corrigé en utilisant des diviseurs de circulation d'air adaptés ou des panneaux déflecteurs afin d'empêcher un déséquilibre de la circulation de l'air à l'intérieur de l'armoire et de la contrôler.

3.5 Choix des dispositifs à ventilation forcée montés dans une armoire

Les dispositifs de ventilation forcée montés dans l'armoire doivent être choisis de façon que le volume de circulation d'air dans l'armoire vide (F4) soit égal ou dépasse le volume de circulation d'air combiné des équipements (F3-n) fourni par les bacs et/ou châssis concernés.

$$\Sigma F3-n \leq F4$$

F3-n Volume de circulation d'air de n-bac ou châssis concernés

F4 Volume de circulation d'air de l'armoire vide, créé par le dispositif de ventilation forcée monté dans l'armoire

3.6 Environnement de fonctionnement thermique

La plage de températures individuelles de fonctionnement des équipements de bac et/ou de châssis est définie comme T3-n (min) à T3-n (max) selon les spécifications pour le refroidissement de chaque équipement de bac ou de châssis.

La température de l'air à l'entrée de chaque équipement de bac et/ou châssis monté sur une armoire, correspondant exactement à la température de référence de chaque équipement décrit en 2.2, "T3-nr" doit se situer dans la plage de températures de fonctionnement T3-n(max/min).

$$T3-n \text{ (min)} \leq T3-nr \leq T3-n \text{ (max)} \text{ pour chaque équipement}$$

Par exemple, les deux conditions suivantes doivent être remplies dans la plage de températures de fonctionnement de l'armoire équipée T4 (max/min) dans le cas de la Figure 6.

$$T3-1 \text{ (min)} \leq T3-1r \leq T3-1 \text{ (max)}$$

$$T3-2 \text{ (min)} \leq T3-1r \leq T3-2 \text{ (max)}$$

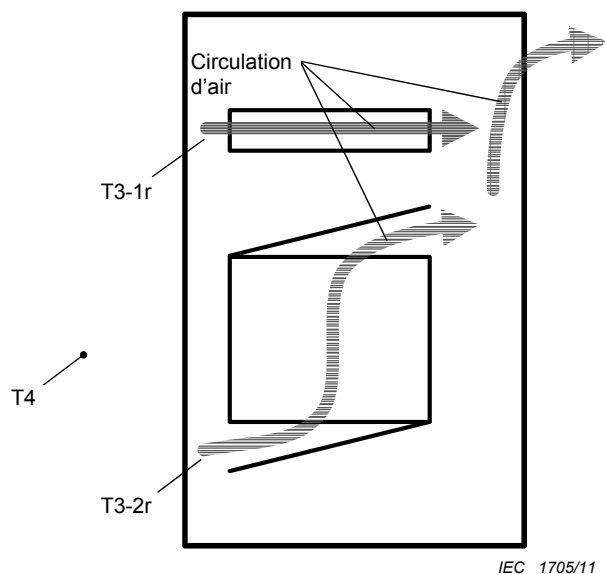


Figure 6 – Environnement de fonctionnement thermique (Vue de coupe de l'armoire)

T3-nr	Température de référence de n-bacs ou châssis concernés montés sur l'armoire
T3-n (min)	Température minimale de fonctionnement pour n-bacs ou châssis
T3-n (max)	Température maximale de fonctionnement pour n-bacs ou châssis
T4	Température ambiante autour de l'armoire à installer

NOTE 1 La plage de températures de fonctionnement de l'armoire équipée T4 (max/min) dépend de l'application.

NOTE 2 Dans le cas d'une armoire avec des filtres à air à l'entrée ou à la sortie, il convient d'envisager un abaissement du volume de circulation d'air en raison de la perte de pression supplémentaire.

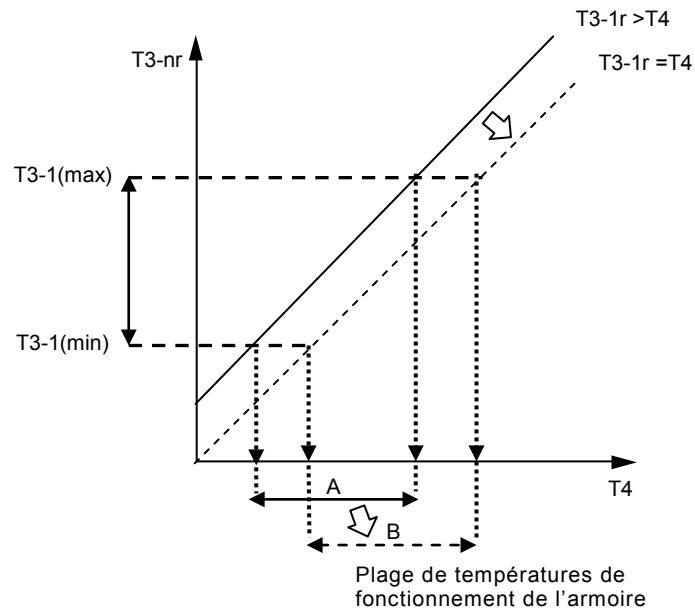
NOTE 3 La Figure 7 montre la relation entre la température de référence et la plage de températures de fonctionnement d'une armoire. Si la température de référence du bac et/ou du châssis (T3-nr) est inférieure à la condition "T3-nr = T4" jusqu'à "T3-nr = T4", la plage de température de fonctionnement d'une armoire équipée va du côté haute température comme montré sur la Figure 7.

Cela signifie que la température ambiante autour de l'armoire peut être considérée comme la plus élevée et les performances du CVCA (Chauffage, ventilation et climatisation d'air) du milieu dans lequel l'armoire est installée peuvent être revues à la baisse.

La figure montre également que la température de référence d'un bac ou d'un châssis supérieure à la température ambiante autour de l'armoire (T3-1r > T4, comme la ligne pleine) est causée essentiellement par un déséquilibre de circulation d'air.

Le trait pointillé montre le cas d'une température de référence d'un bac ou d'un châssis égale à la température ambiante autour de l'armoire (T3-1r=T4).

Les flèches horizontales A et B indiquent les plages de températures de fonctionnement de l'armoire pour chaque cas.



Axe vertical: température de référence des n-bacs ou châssis montés sur l'armoire
 Axe horizontal: température ambiante autour de l'armoire à installer

IEC 1706/11

Figure 7 – Exemple de l'effet de la température de référence sur la plage de températures de fonctionnement de l'armoire

Annexe A (informative)

Limitation d'application et informations de base

A.1 Limitation d'application du présent guide de conception

Le présent guide de conception est limité aux armoires à refroidissement par ventilation forcée.

Pour la gestion thermique des armoires refroidies par convection naturelle, sans ventilation forcée, la chaleur dissipée par la surface des armoires doit être prise en compte comme un des facteurs clés pour déterminer leurs structures de gestion thermique.

A.2 Informations de base sur la détermination des structures de gestion thermique des armoires à refroidissement par ventilation forcée en appliquant leur "température de référence" et leur volume de circulation d'air

A.2.1 Résistance thermique

Pour une conception thermique pratique des équipements électroniques, une des techniques efficaces est la méthode du réseau thermique. Elle est généralement utilisée pour la conception thermique de différents équipements électroniques. Le réseau thermique est composé de nœuds et de résistances thermiques. Le nœud est un point représentant la température autour du point, dans les solides ou les fluides. La résistance thermique dans les solides ou les fluides suivant les circulations d'air est très proche de la résistance électrique. L'équation qui définit l'état continu est la suivante:

$$\Delta T_{\text{à travers solide ou liquide}} = R_T \times Q$$

où

ΔT est un échauffement mesuré à travers un solide ou un liquide,

R_T est la résistance thermique d'un matériau et Q est le flux de chaleur transféré à travers le solide ou le liquide.

A.2.2 Modèle de réseau thermique

La Figure A.1 montre un modèle de réseau thermique simplifié pour une unité enfichable dans un bac ou un châssis. Dans la figure, les points noirs indiquent la température représentée par les nœuds. La température de jonction T_J et la température de surface T_C sont calculées comme suit:

$$T_J = T_A + \Delta T_A + \Delta T_{CA} + \Delta T_{JC}$$

$$T_C = T_A + \Delta T_A + \Delta T_{CA}$$

où

T_A est la température de prise d'air, équivalente à la température de référence.

La prise d'air est mesurée à une distance de 30 mm à 50 mm de l'entrée d'air des équipements;

ΔT_A est l'échauffement entre l'air en entrée et l'air ambiant de tout composant sur/dans l'unité enfichable;

ΔT_{CA} est l'échauffement entre l'air ambiant de tout composant sur/dans l'unité enfichable et à sa surface;

ΔT_{JC} est l'échauffement entre la surface de tout composant sur/dans l'unité enfichable et à sa jonction.

Chaque échauffement peut être décrit avec une résistance thermique liée comme suit:

$$\Delta T_A = R_A \times Q$$

$$\Delta T_{CA} = R_{CA} \times P_d$$

où

R_A est la résistance thermique le long du flux d'air entre l'air d'entrée et l'air près du composant concerné;

Q est la puissance dissipée totale des composants en amont;

R_{CA} est la résistance thermique entre l'air près du composant concerné et sa surface;

P_d est la puissance dissipée du composant concerné.

R_A est calculée comme suit:

$$R_A = \frac{1}{\rho_{air} C_{pair} F}$$

où

F est le volume de circulation d'air.

La température de surface des composants montés dans des unités enfichables qui sont installées dans des bacs ou des châssis peut être évaluée comme valeur d'échauffement, en comparant la température avec la température de l'air au niveau de la prise d'air. Les éléments d'échauffement se composent de l'échauffement de l'air avant un composant donné et de l'échauffement de l'air causé par la convection de chaleur à la surface du composant. Les deux éléments sont déterminés en utilisant le volume de circulation d'air ou la vitesse de la circulation d'air calculé en divisant le volume de circulation d'air par la section de circulation d'air et la consommation d'énergie.

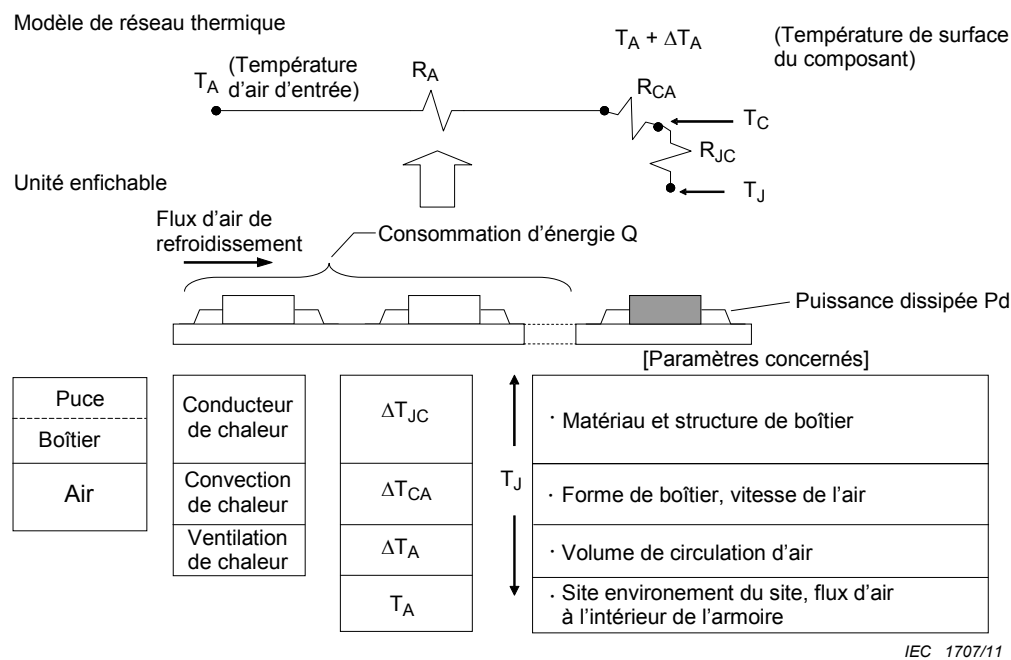


Figure A.1 – Modèle de réseau thermique pour une unité enfichable dans un bac ou un châssis

Bibliographie

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60297-3-100, *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Dimensions des structures mécaniques de la série 482,6 mm (19 pouces) – Partie 3-100: Dimensions de base des panneaux avant, des bacs, des châssis, des bâtis et des baies*

CEI 60297-3-101, *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Dimensions des structures mécaniques de la série 482,6 mm (19 pouces) – Partie 3-101: Bacs et blocs enfichables associés*

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

CEI 60917-2-1, *Ordre modulaire pour le développement des structures mécaniques pour les infrastructures électroniques – Partie 2: Spécification intermédiaire – Dimensions de coordination pour les interfaces des infrastructures au pas de 25 mm – Section 1: Spécification particulière – Dimensions pour baies et bâtis*

CEI 60917-2-2, *Ordre modulaire pour le développement des structures mécaniques pour les infrastructures électroniques – Partie 2: Spécification intermédiaire – Dimensions de coordination pour les interfaces des infrastructures au pas de 25 mm – Section 2: Spécification particulière – Dimensions pour bacs, châssis, fonds de paniers, faces avant et unités enfichables*

ISO 5801, *Ventilateurs industriels – Essais aérauliques sur circuits normalisés*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch