

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
34-11**

Première édition  
First edition  
1978

---

---

**Machines électriques tournantes**

**Partie 11:**

Protection thermique incorporée

Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes

**Rotating electrical machines**

**Part 11:**

Built-in thermal protection

Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 34-11: 1978

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
34-11

Première édition  
First edition  
1978

---

---

**Machines électriques tournantes**

**Partie 11:**

Protection thermique incorporée

Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes

**Rotating electrical machines**

**Part 11:**

Built-in thermal protection

Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines

© CEI 1978 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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 l'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

P

● Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
<b>CHAPITRE I: RÈGLES CONCERNANT LA PROTECTION DES MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES</b>	
INTRODUCTION . . . . .	8
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	10
3. Définitions . . . . .	10
3.1 Protection thermique incorporée . . . . .	10
3.2 Dispositif de protection thermique . . . . .	10
3.3 Détecteur thermique . . . . .	10
3.4 Dispositif de commande . . . . .	12
3.5 Protecteur thermique . . . . .	12
3.6 Organe protégé . . . . .	12
3.7 Surcharge thermique à évolution lente . . . . .	12
3.8 Surcharge thermique à évolution rapide . . . . .	12
3.9 Organe de la machine thermiquement critique . . . . .	12
3.10 Protection thermique directe . . . . .	14
3.11 Protection thermique indirecte . . . . .	14
3.12 Température maximale d'un organe de machine après déclenchement . . . . .	14
3.13 Catégorie de protection thermique . . . . .	14
4. Types de protection thermique incorporée . . . . .	14
5. Performances du dispositif de protection thermique . . . . .	16
5.1 Protection contre les surcharges thermiques à évolution lente . . . . .	16
5.2 Protection des machines à redémarrage manuel contre les surcharges thermiques à évolution rapide . . . . .	18
5.3 Protection des machines à redémarrage automatique contre les surcharges thermiques à évolution rapide . . . . .	20
6. Montage et raccordement des détecteurs ou des protecteurs thermiques dans la machine . . . . .	22
6.1 Montage . . . . .	22
6.2 Dispositifs de raccordement . . . . .	22
6.3 Marquage des machines . . . . .	22
7. Essais de type des machines électriques équipées de détecteurs ou de protecteurs thermiques . . . . .	24
7.1 Généralités . . . . .	24
7.2 Vérification de la protection contre les surcharges thermiques à évolution lente . . . . .	24
7.3 Vérification de la protection des machines à redémarrage manuel contre les surcharges thermiques à évolution rapide . . . . .	24
7.4 Vérification de la protection des machines à redémarrage automatique contre les surcharges thermiques à évolution rapide . . . . .	26
8. Essais individuels des machines électriques équipées de détecteurs ou de protecteurs thermiques . . . . .	28
8.1 Essais individuels des machines électriques équipées de détecteurs thermiques . . . . .	28
8.2 Essais individuels des machines électriques équipées de protecteurs thermiques . . . . .	28
FIGURES . . . . .	30

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
<b>CHAPTER I: RULES FOR PROTECTION OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES</b>	
INTRODUCTION . . . . .	9
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Object . . . . .	11
3. Definitions . . . . .	11
3.1 Built-in thermal protection . . . . .	11
3.2 Thermal protection system . . . . .	11
3.3 Thermal detector . . . . .	11
3.4 Control system . . . . .	13
3.5 Thermal protector . . . . .	13
3.6 Protected part . . . . .	13
3.7 Thermal overload with slow variation . . . . .	13
3.8 Thermal overload with rapid variation . . . . .	13
3.9 Thermally critical part of a machine . . . . .	13
3.10 Direct thermal protection . . . . .	15
3.11 Indirect thermal protection . . . . .	15
3.12 Maximum temperature after tripping . . . . .	15
3.13 Category of thermal protection . . . . .	15
4. Types of built-in thermal protection . . . . .	15
5. Performance of the thermal protection system . . . . .	17
5.1 Protection against thermal overloads with slow variation . . . . .	17
5.2 Protection of machines with manual restarting against thermal overloads with rapid variation . . . . .	19
5.3 Protection of machines with automatic restarting against thermal overloads with rapid variation . . . . .	21
6. Fitting and connection of the thermal detectors or protectors in the machine . . . . .	23
6.1 Fitting . . . . .	23
6.2 Connection devices . . . . .	23
6.3 Marking of machines . . . . .	23
7. Type tests on electrical machines equipped with thermal detectors or protectors . . . . .	25
7.1 General . . . . .	25
7.2 Verification of the protection against thermal overloads with slow variation . . . . .	25
7.3 Verification of the protection of machines with manual restarting against thermal overloads with rapid variation . . . . .	25
7.4 Verification of the protection of machines with automatic restarting against thermal overloads with rapid variation . . . . .	27
8. Routine tests on electrical machines fitted with thermal detectors or protectors . . . . .	29
8.1 Routine tests on electrical machines fitted with thermal detectors . . . . .	29
8.2 Routine tests on electrical machines fitted with thermal protectors . . . . .	29
FIGURES . . . . .	30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES**

**Onzième partie: Protection thermique incorporée**

**Chapitre I: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Elle fait partie d'une série de publications traitant des machines électriques tournantes dont les autres parties sont:

- Première partie: Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement, éditée comme Publication 34-1 de la CEI.
- Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction), éditée comme Publication 34-2 de la CEI.
- Troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz, éditée comme Publication 34-3 de la CEI.
- Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, éditée comme Publication 34-4 de la CEI.
- Cinquième partie: Degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes, éditée comme Publication 34-5 de la CEI.
- Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes, éditée comme Publication 34-6 de la CEI.
- Septième partie: Symboles pour les formes de construction et les dispositions de montage des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-7 de la CEI.
- Huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes, éditée comme Publication 34-8 de la CEI.
- Neuvième partie: Limites du bruit, éditée comme Publication 34-9 de la CEI.
- Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones, éditée comme Publication 34-10 de la CEI.

Des projets de la présente norme furent discutés lors des réunions tenues à Washington en 1970, à Londres en 1973 et à La Haye en 1975. A la suite de ces réunions, le document 2(Bureau Central)445 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1976.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ROTATING ELECTRICAL MACHINES**

**Part 11: Built-in thermal protection**

**Chapter I: Rules for protection of rotating electrical machines**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery.

It constitutes part of a series of publications dealing with rotating electrical machinery, the other parts being:

- Part 1: Rating and Performance, issued as IEC Publication 34-1.
- Part 2: Methods for Determining Losses and Efficiency of Rotating Electrical Machinery from Tests (Excluding Machines for Traction Vehicles), issued as IEC Publication 34-2.
- Part 3: Ratings and Characteristics of Three-phase, 50-Hz Turbine-type Machines, issued as IEC Publication 34-3.
- Part 4: Methods for Determining Synchronous Machine Quantities from Tests, issued as IEC Publication 34-4.
- Part 5: Degrees of Protection by Enclosures for Rotating Machinery, issued as IEC Publication 34-5.
- Part 6: Methods of Cooling Rotating Machinery, issued as IEC Publication 34-6.
- Part 7: Symbols for Types of Construction and Mounting Arrangements of Rotating Electrical Machinery, issued as IEC Publication 34-7.
- Part 8: Terminal Markings and Direction of Rotation of Rotating Machines, issued as IEC Publication 34-8.
- Part 9: Noise Limits, issued as IEC Publication 34-9.
- Part 10: Conventions for Description of Synchronous Machines, issued as IEC Publication 34-10.

Drafts of this standard were discussed at meetings held in Washington in 1970, in London in 1973 and in The Hague in 1975. As a result, Document 2(Central Office)445 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud (République d')	Finlande	Portugal
Allemagne	France	Royaume-Uni
Australie	Hongrie	Suède
Belgique	Israël	Suisse
Canada	Italie	Turquie
Danemark	Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Egypte	Norvège	Venezuela
Espagne	Pays-Bas	Yougoslavie
Etats-Unis d'Amérique	Pologne	

Les chapitres supplémentaires suivants sont à l'étude par le Comité :

Chapitre II, section un — Règles générales concernant les détecteurs thermiques et les auxiliaires de commande utilisés dans les dispositifs de protection thermique.

Chapitre II, section deux — Caractéristiques d'un dispositif particulier interchangeable de protection thermique utilisant des détecteurs à thermistance PTC et des auxiliaires de commande.

Chapitre III — Règles générales concernant les protecteurs thermiques utilisés dans les dispositifs de protection thermique.

*Autre publication de la CEI citée dans la présente norme :*

Publication N° 337-1: Auxiliaires de commande (appareils de connexion à basse tension pour des circuits de commande et des circuits auxiliaires, y compris les contacteurs auxiliaires), Première partie: Prescriptions générales.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60337-1:2018

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Israel	Sweden
Belgium	Italy	Switzerland
Canada	Japan	Turkey
Denmark	Netherlands	Union of Soviet
Egypt	Norway	Socialist Republics
Finland	Poland	United Kingdom
France	Portugal	United States of America
Germany	South Africa (Republic of)	Venezuela
Hungary	Spain	Yugoslavia

The following supplementary chapters are under consideration by the Committee:

Chapter II, Section One — General rules for thermal detectors and control units used in thermal protection systems.

Chapter II, Section Two — The characteristics of a particular interchangeable thermal protection system utilizing PTC thermistor detectors and control units.

Chapter III — General rules for thermal protectors used in thermal protection systems.

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 337-1: Control Switches (Low-voltage Switching Devices for Control and Auxiliary Circuits, Including Contactor Relays), Part 1: General Requirements.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60024-11:1978

Withdorm

# MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

## Onzième partie: Protection thermique incorporée

### Chapitre I: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes

#### INTRODUCTION

Les dispositifs de protection thermique faisant appel au principe de la surveillance de la température des organes protégés constituent un moyen simple et efficace de protection des machines électriques tournantes contre des augmentations excessives de température, même lorsque celles-ci sont causées par des défaillances du système de refroidissement ou par une température ambiante trop élevée, tandis que les systèmes de protection utilisant seulement le principe de la surveillance du courant absorbé ne peuvent pas assurer une protection de ce genre.

Par contre, la température de fonctionnement et le temps de réponse des dispositifs de protection thermique étant fixés à l'avance, ils ne peuvent pas être réglés en fonction des conditions d'utilisation réelles de la machine, et de ce fait leur efficacité peut ne pas être certaine dans tous les cas de défaut ou de mauvaise utilisation de la machine.

Les présentes prescriptions résultent d'un compromis, puisque le niveau de protection ne doit être placé, ni trop bas pour ne pas provoquer de déclenchement intempestif — par exemple lorsqu'il y a une réduction temporaire de la tension d'alimentation et que le courant dépasse le courant nominal de la machine — ni trop haut, afin de ne pas autoriser un fonctionnement permanent à une température préjudiciable à la durée de vie des enroulements.

Les machines fonctionnant à basse température ambiante sont capables de fournir des surcharges sans provoquer le fonctionnement du dispositif de protection thermique et, dans ce cas, il faut s'assurer avec une attention particulière que la machine entraînée et (ou) l'alimentation de la machine et l'appareillage de commande sont capables de supporter la surcharge possible.

#### 1. Domaine d'application

La présente norme précise les règles applicables aux machines électriques tournantes, de tension nominale inférieure ou égale à 660 V, conformes à la Publication 34-1 de la CEI et équipées d'une protection thermique incorporée conforme aux définitions de l'article 3.

L'application de cette norme à des machines de tension supérieure à 660 V fait l'objet d'un accord spécial entre l'utilisateur et le constructeur de la machine.

La température de déclenchement des dispositifs de protection thermique répondant à la présente norme est fixée à l'avance, c'est-à-dire qu'elle ne peut pas être ajustée par l'utilisateur.

Les organes protégés de la machine sont les enroulements et les cages de rotor. Par accord entre constructeur et utilisateur, les bagues collectrices et les collecteurs peuvent être inclus parmi les organes protégés. Les paliers et autres parties mécaniques ne sont pas normalement protégés par le dispositif de protection thermique; mais ils peuvent l'être par un dispositif spécial de protection thermique dont les règles ne font pas partie du domaine de la présente norme.

Les dispositifs de protection thermique, objets des présentes règles, ne sont pas des dispositifs de régulation et ne conviennent pas, par conséquent, pour la régulation automatique de puissance, laquelle implique des cycles fréquents. Toutefois, le dispositif de protection thermique peut, dans les conditions indiquées à l'article 5, assurer le réenclenchement automatique de l'alimentation de la machine, à condition que les pointes de puissance provoquant le déclenchement ne soient qu'occa-

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES

### Part 11: Built-in thermal protection

#### Chapter I: Rules for protection of rotating electrical machines

##### INTRODUCTION

Thermal protection systems which are based on the principle of monitoring the temperature of the protected parts constitute a simple and effective means of protecting rotating electrical machines against excessive temperature rises, including those caused by faults in the cooling system, or excessively high ambient temperature, whereas systems of protection based only on monitoring the current absorbed cannot ensure this type of protection.

Since the operating temperature and response times of thermal protection systems are fixed in advance they cannot be adjusted in relation to the conditions of use of the machine and they may not be completely effective for all fault conditions or improper use of a machine.

The present requirements result from a compromise since the level of protection must not be set so low as to cause nuisance tripping, for instance when there is a temporary reduction in the supply voltage and the rated machine current is exceeded, or so high as to allow permanent working at a temperature prejudicial to the life of the windings.

Machines operating in low ambient conditions are capable of delivering overloads without causing operation of the thermal protection system, and in these circumstances special attention may be required to ensure that the driven apparatus and/or the supply and control gear are capable of handling the possible overload.

##### 1. Scope

This standard specifies rules for rotating electrical machines with rated voltages less than or equal to 660 V, which are in accordance with IEC Publication 34-1, and which are fitted with built-in thermal protection as defined in Clause 3.

The application of this standard to machines having rated voltages above 660 V is a matter for special agreement between the user and the machine manufacturer.

The tripping temperature of the thermal protection systems covered by this standard is fixed in advance, i.e. it cannot be adjusted by the user.

The protected parts of the machines are windings and cages, but by agreement between the manufacturer and the user the protected parts may also include slip-rings and commutators. Bearings and other mechanical parts are not normally protected by the thermal protection system, but they may be protected by the use of a special thermal protection system, the requirements of which are not covered by this standard.

Thermal protection systems covered by these rules are not control systems and therefore are not suitable for the automatic control of power where frequent cycling is inherent. However, the thermal protection systems may be suitable, in the conditions indicated in Clause 5, to ensure the automatic restoration of the power supply to a machine, provided that the maximum power causing tripping is reached only occasionally during the life of the machine and that it does not produce excessive

sionnelles au cours de la vie de la machine et qu'elles n'entraînent pas des contraintes mécaniques et électriques excessives. L'application de la présente norme à ce cas fait l'objet d'un accord spécial entre l'utilisateur, le constructeur de la machine et le constructeur du dispositif de commande.

Bien que les valeurs de température indiquées dans la présente norme soient supérieures aux valeurs prescrites par la Publication 34-1 de la CEI, elles ne sont pas en contradiction avec les prescriptions de cette dernière publication, et les températures limites qui sont indiquées dans la Publication 34-1 de la CEI doivent, en principe, être respectées par le constructeur de la machine. De même, il est important que l'utilisateur s'assure :

- que les conditions nominales de charge et de température ambiante spécifiées à la commande ne sont pas dépassées;
- que la machine et son circuit de refroidissement sont bien entretenus;
- que la répétition de surcharges thermiques à évolution rapide est évitée (celles-ci devant toujours rester exceptionnelles et en nombre très limité pendant toute la durée d'utilisation de la machine).

*Note.* — Certains types de machines, comme les machines pour application domestique, ou les machines pour atmosphères explosives, peuvent faire l'objet de règles complémentaires.

## 2. Objet

Fixer les prescriptions relatives à l'emploi des dispositifs de protection thermique à détecteurs thermiques ou à protecteurs thermiques, incorporés aux machines électriques tournantes sur demande de l'utilisateur dans l'intention de les protéger contre les dommages dus aux surcharges thermiques.

Ces prescriptions ne sont pas prévues pour garantir une espérance de vie « normale » de la machine, quelles que soient les conditions d'utilisation de celle-ci, mais plutôt pour éviter un vieillissement thermique accéléré prématuré. Une espérance de vie normale ne peut être assurée que par un choix, une installation et un entretien corrects de la machine. Des dépassements fréquents des limites normales de température (voir Publication 34-1) — permis par la protection thermique incorporée, sans provoquer de déclenchement — conduiraient à une réduction notable de l'espérance de vie de la machine (l'espérance de vie de l'isolation d'un enroulement de machine est approximativement divisée par deux pour chaque accroissement de 8 K à 10 K de la température en service continu).

## 3. Définitions

Dans le cadre de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables :

### 3.1 *Protection thermique incorporée*

Protection de certaines parties (appelées organes protégés) d'une machine électrique tournante contre les températures excessives résultant de certaines conditions de surcharges thermiques, au moyen d'un dispositif de protection thermique dont tout ou partie consiste en un appareil sensible à la température (détecteur thermique ou protecteur thermique) incorporé à la machine.

### 3.2 *Dispositif de protection thermique*

Dispositif destiné à assurer la protection thermique incorporée d'une machine électrique tournante soit au moyen d'un détecteur thermique (ou de détecteurs thermiques associé(s) à un dispositif de commande, soit au moyen d'un protecteur thermique (ou de protecteurs thermiques).

### 3.3 *Détecteur thermique*

Appareil isolé électriquement, sensible uniquement à la température et provoquant une fonction de commutation dans un dispositif de commande quand sa température atteint une valeur fixée à l'avance par construction.

mechanical and electrical stresses. The application of this standard for this purpose should be a matter for special agreement between the user, the machine manufacturer and the manufacturer of the control system.

Although the temperature values given in this standard are higher than those specified in IEC Publication 34-1, they are not in conflict with the requirements of IEC Publication 34-1, and the temperature limits of that publication should be complied with by the machine manufacturer. Similarly, it is important that the user should ensure that:

- the rated conditions of load and ambient temperature specified at the time of ordering are not exceeded;
- the machine and its cooling system are properly maintained;
- repeated thermal overloads with rapid variation are avoided (this type of overload should always be considered exceptional and only a very limited number should be experienced during the life of a machine).

*Note.* — Additional requirements may apply to particular types of machines such as those used in household appliances, or for machines used in explosive atmospheres.

## 2. Object

To establish requirements relating to the use of thermal protection systems with thermal detectors or thermal protectors incorporated in the rotating electrical machines when specified by the user in order to protect the machines against damage due to thermal overloads.

The requirements are not intended to guarantee a “normal” machine life in any condition of use, but rather to avoid accelerated premature thermal ageing. Normal life can only be ensured by the correct selection, application and maintenance of a machine. Frequent excess of the normal temperature limits (see Publication 34-1), which is permitted by built-in thermal protection without causing tripping, would lead to a noticeable reduction in the life of the machine (the effective life of the insulation of the machine windings is approximately halved for every 8 K to 10 K increase in the continuous operating temperature).

## 3. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

### 3.1 *Built-in thermal protection*

The protection of certain parts (called protected parts) of a rotating electrical machine against excessive temperatures resulting from certain conditions of thermal overload. Protection is achieved by means of a thermal protection system, the whole or part of which is a thermally sensitive device (thermal detector or protector) incorporated within the machine.

### 3.2 *Thermal protection system*

A system intended to ensure the built-in thermal protection of a rotating electrical machine by means of a thermal detector (or thermal detectors) together with a control system, or by means of a thermal protector (or thermal protectors).

### 3.3 *Thermal detector*

An electrically insulated device, sensitive to temperature only, which will initiate a switching function in the control system when its temperature reaches a predetermined point.

Quand sa température s'abaisse à la valeur de retour au repos, l'appareil est susceptible d'être remis au repos (soit manuellement, soit automatiquement).

#### 3.4 *Dispositif de commande*

Dispositif qui transforme un point particulier d'une des caractéristiques d'un détecteur thermique en une fonction de commutation agissant sur l'alimentation de la machine électrique tournante.

#### 3.5 *Protecteur thermique*

Appareil isolé électriquement, sensible à la température de la machine et à son courant, parcouru par le courant de la machine, et interrompant l'alimentation de la machine quand sa propre température atteint une valeur fixée à l'avance.

Quand sa température s'abaisse à la valeur de retour au repos, l'appareil est susceptible d'être remis au repos (soit manuellement, soit automatiquement).

#### 3.6 *Organe protégé*

Organe de la machine dont la température est limitée à une valeur prédéterminée par l'action du dispositif de protection thermique.

#### 3.7 *Surcharge thermique à évolution lente* (figures 1 et 2, page 30)

Lente élévation de température au-dessus de la température normale de service.

L'évolution de la température de l'organe protégé est suffisamment lente pour que la température du détecteur ou du protecteur thermique suive, sans retard appréciable, l'évolution de la température de l'organe protégé.

Une surcharge thermique à évolution lente peut avoir pour origine, par exemple:

- des défauts de ventilation ou du système de ventilation, tels qu'une obturation partielle des conduits de ventilation, ou encore de la poussière ou de la boue déposée sur les enroulements ou sur les nervures de refroidissement de la carcasse;
- une élévation excessive de la température ambiante ou de la température du fluide de refroidissement;
- une surcharge d'origine mécanique augmentant lentement;
- une baisse de tension ou une sursension prolongée dans l'alimentation de la machine;
- un service trop intensif imposé à une machine à service intermittent.

#### 3.8 *Surcharge thermique à évolution rapide* (figures 3 et 4, page 31)

Rapide élévation de température au-dessus de la température normale de service.

L'élévation de la température de l'organe protégé peut être trop rapide pour que la température du détecteur ou du protecteur thermique suive sans retard l'évolution de la température de l'organe protégé. Il peut en résulter un écart important de température entre détecteur ou protecteur thermique et organe protégé.

Une surcharge thermique à évolution rapide peut avoir pour origine, par exemple, le calage d'une machine, ou, dans certaines circonstances, la rupture d'une phase, un démarrage dans des conditions anormales (inertie trop importante, tension trop faible, couple résistant anormalement élevé).

#### 3.9 *Organe de la machine thermiquement critique*

Organe de la machine dont la température atteint le plus rapidement sa valeur dangereuse.

Tel organe d'une machine, thermiquement critique dans le cas de surcharge thermique à évolution lente, peut ne plus l'être pour une surcharge thermique à évolution rapide (figure 4).

The device is capable of being reset (either manually or automatically) when its temperature falls to the reset value.

### 3.4 *Control system*

A system to translate a particular point on the characteristic of a thermal detector to a switching function on the supply to the rotating electrical machine.

### 3.5 *Thermal protector*

An electrically insulated device, sensitive to machine temperature and current, which carries the machine current, and which, when its temperature reaches a pre-determined value, will switch off the supply to the machine.

The device is capable of being reset (either manually or automatically) when its temperature falls to the reset value.

### 3.6 *Protected part*

A part of a rotating electrical machine, the temperature of which is limited to a pre-determined value by the action of the thermal protection system.

### 3.7 *Thermal overload with slow variation* (Figures 1 and 2, page 30)

A slow temperature rise above the normal operating temperature.

The variation of the temperature of the protected part is sufficiently slow for the temperature of the thermal detector or protector to follow without appreciable delay.

A thermal overload with slow variation may be caused, for instance, by:

- defects in ventilation or in the ventilation system, for example partial blocking of the ventilation ducts, excessive dust, dirt on windings or cooling ribs on the frame;
- an excessive rise in the ambient temperature or in the temperature of the cooling medium;
- gradually increasing mechanical overload;
- prolonged voltage drop or over-voltage in the machine supply;
- excessive duty in a machine rated for intermittent duty.

### 3.8 *Thermal overload with rapid variation* (Figures 3 and 4, page 31)

A rapid rise of temperature above the normal operating temperature.

The variation of the temperature of the protected part may be too rapid for the temperature of the thermal detector or protector to follow without delay. This may result in a significant temperature difference between the thermal detector or protector and the protected part.

A thermal overload with rapid variation may be caused by stalling the machine, or in certain circumstances, by phase failure or starting under abnormal conditions (inertia too high, voltage too low, load torque abnormally high).

### 3.9 *Thermally critical part of a machine*

That part of a machine in which the temperature most rapidly reaches its dangerous value.

A part of a machine which is thermally critical in the case of thermal overload with slow variation may not be so for a thermal overload with rapid variation (Figure 4).

3.10 *Protection thermique directe*

La protection thermique est appelée directe lorsque l'organe de la machine, auquel le ou les détecteurs ou le ou les protecteurs thermiques sont incorporés, est l'organe thermiquement critique.

3.11 *Protection thermique indirecte*

La protection thermique est appelée indirecte lorsque l'organe de la machine, auquel le ou les détecteurs ou le ou les protecteurs thermiques sont incorporés, n'est pas l'organe thermiquement critique, et que les échauffements de ces deux organes sont en corrélation.

3.12 *Température maximale d'un organe de machine après déclenchement* (figures 3 et 4, page 31)

Valeur maximale de la température atteinte par l'organe protégé de la machine, dans la période suivant le déclenchement provoqué par le dispositif de protection thermique, lors d'une surcharge thermique à évolution rapide.

3.13 *Catégorie de protection thermique*

Indication du niveau de température admissible que peut atteindre la machine quand elle est soumise à une surcharge thermique.

4. **Types de protection thermique incorporée**

Le type de protection thermique est identifié par un code, suivant le tableau I, qui indique le genre de surcharge thermique pour lequel la protection thermique est prévue (premier chiffre), le nombre de seuils et le type d'action de la protection (deuxième chiffre) et la catégorie de la protection thermique incorporée (troisième chiffre).

TABLEAU I

*Type de protection thermique incorporée*

Symbole	Surcharge thermique à évolution (premier chiffre)	Nombre de seuils, et type d'action (deuxième chiffre)	Catégorie (troisième chiffre)
TP 111	Lente seulement (par exemple surcharge établie)	Un seuil, par déclenchement	1
TP 112		Deux seuils, par signalisation et déclenchement	2
TP 121	Lente et rapide (par exemple surcharge établie et calage rotor)	Un seuil, par déclenchement	1
TP 122		Deux seuils, par signalisation et déclenchement	2
TP 211		Un seuil, par déclenchement	1
TP 212		Deux seuils, par signalisation et déclenchement	2
TP 221	Rapide seulement (par exemple calage rotor)	Un seuil, par déclenchement	1
TP 222		Un seuil, par déclenchement	2
TP 311		Un seuil, par déclenchement	1
TP 312			2

Le genre de surcharge thermique (premier chiffre) et la catégorie (troisième chiffre) doivent être définis par le constructeur de la machine tournante, en fonction des caractéristiques de cette machine et du dispositif de protection thermique utilisé. Le constructeur de la machine électrique tournante doit aussi indiquer à l'utilisateur le type de protection thermique équipant la machine.

L'utilisateur devra préciser, à la commande, le nombre de seuils et le type d'action (deuxième chiffre) du dispositif de protection thermique. En l'absence d'indication, il est admis que la protection est à un seuil.

3.10 *Direct thermal protection*

A form of protection where the part of the machine in which the thermal detector(s) or protector(s) are incorporated is the thermally critical part.

3.11 *Indirect thermal protection*

A form of protection where the part of the machine in which the thermal detector(s) or protector(s) are incorporated is not the thermally critical part, provided that the temperature rises of both parts are related.

3.12 *Maximum temperature after tripping* (Figures 3 and 4, page 31)

For thermal overload with rapid variation, the maximum value of the temperature which is reached by the protected part of the machine during the period which follows tripping by the thermal protection system.

3.13 *Category of thermal protection*

An indication of the permissible temperature levels on a machine when subjected to thermal overload.

4. **Types of built-in thermal protection**

The type of thermal protection shall be identified by a code in accordance with Table I which indicates the type of thermal overload for which the thermal protection is designed (first digit), the numbers of levels and type of action (second digit), and the category of the built-in thermal protection (third digit).

TABLE I  
*Type of built-in thermal protection*

Symbol	Thermal overload with variation (first digit)	Number of levels & type of action (second digit)	Category (third digit)
TP 111	Slow only (e.g. steady overload)	Single level, by trip	1
TP 112			2
TP 121		Two level, by alarm and trip	1
TP 122			2
TP 211	Slow and rapid (e.g. steady overload and stalled condition)	Single level, by trip	1
TP 212			2
TP 221		Two level, by alarm and trip	1
TP 222			2
TP 311	Rapid only (e.g. stalled condition)	Single level, by trip	1
TP 312			2

The type of thermal overload (first digit) and the category (third digit) shall be stated by the machine manufacturer, taking into account the characteristics of the rotating machine and thermal protection system which is used. The manufacturer of the rotating machine shall also inform the user of the type of thermal protection which is fitted to the machine.

At the time of ordering, the user should state the number of levels and the type of action of the thermal protection system (second digit). Unless otherwise specified it shall be assumed that the protection is single level.

Notes 1. — Une protection à un seuil par signalisation n'est pas une forme de protection thermique incorporée au sens de la présente norme.

2. — Dans le cas d'une protection à deux seuils et, sauf accord contraire entre utilisateur et constructeur de la machine, la température de fonctionnement des détecteurs thermiques de signalisation est choisie 20 K en dessous de celle des détecteurs thermiques de déclenchement, et ces détecteurs thermiques sont placés en des points de la machine thermiquement équivalents.

3. — Le type de protection thermique obtenu dépend de plusieurs facteurs:

- l'emplacement et le procédé de mise en place des détecteurs ou des protecteurs thermiques;
- le nombre d'appareils utilisés;
- le fait que la protection est directe ou indirecte;
- la rapidité d'élévation de la température de l'organe de la machine thermiquement critique;
- la relation entre la température de l'organe de la machine thermiquement critique et la température de l'organe dans lequel les détecteurs ou les protecteurs thermiques sont incorporés;
- l'écart entre la température des détecteurs ou des protecteurs thermiques et la température de l'organe dans lequel ils sont incorporés.

4. — Dans le cas des petites machines asynchrones à cage d'une puissance inférieure à 50 kW, il est habituellement possible de réaliser une protection contre les surcharges thermiques à évolution lente et contre les surcharges thermiques à évolution rapide (TP 2xx).

Pour les machines plus importantes, la protection contre les surcharges thermiques à évolution lente est normale, alors que la protection contre les surcharges thermiques à évolution rapide peut ne pas être possible, notamment dans le cas d'une machine à rotor bobiné ou à induit tournant. Dans le cas des machines asynchrones à cage, la réalisation de la protection contre les surcharges thermiques à évolution rapide nécessite en général l'emploi de fils émaillés pour le bobinage du stator et une conception adaptée du rotor.

5. — Si cette protection est utilisée pour des machines de tension supérieure à 660 V qui sont hors du domaine d'application des présentes règles, il est généralement possible d'obtenir seulement une protection contre les surcharges thermiques à évolution lente (TP 1xx), par suite de l'épaisseur de l'isolation et du temps de réponse plus long en résultant.

6. — Les catégories 1 et 2 sont aptes à assurer toutes deux une protection satisfaisante. Le choix de la catégorie est normalement fait par le constructeur de la machine; il dépend de plusieurs facteurs:

- caractéristiques de la machine;
- taille de la machine;
- type de service de la machine;
- facteurs mentionnés dans les notes 3 à 5 ci-dessus;
- tolérances des composants du dispositif de protection thermique.

## 5. Performances du dispositif de protection thermique

### 5.1 Protection contre les surcharges thermiques à évolution lente (TP 1xx ou TP 2xx)

Un dispositif de protection thermique répond à la présente norme si, lorsque la machine fonctionne à la puissance maximale qu'elle peut fournir sans provoquer l'action du dispositif de protection thermique (déclenchement en cas de protection à deux seuils), les températures des organes protégés ne dépassent pas (en degrés Celsius) les limites indiquées pour les échauffements dans le tableau I de la Publication 34-1 de la CEI majorées des valeurs indiquées dans le tableau II ci-après:

TABLEAU II  
Majoration de température, en kelvins

Classe d'isolation suivant Publication 34-1	A	E	B	F	H
Catégorie 1	65	65	65	70	70
Catégorie 2	80	80	85	90	90

Notes 1. — Single level by alarm is not a form of built-in thermal protection within the meaning of this standard.

2. — In the case of two-level protection, unless otherwise agreed between the machine manufacturer and the user, the operating temperature of the alarm detectors will be 20 K below the operating temperature of the trip detectors, and the detectors will be located at thermally equivalent points in the machine.
3. — The type of thermal protection obtained depends on several factors:
  - the location and the method of installation of thermal detectors or protectors;
  - the number of devices used;
  - whether the protection is direct or indirect;
  - the rate of rise of temperature of the thermally critical part of the machine;
  - the relation between the temperature of the thermally critical part of the machine and the temperature of the part in which the thermal detectors or protectors are incorporated;
  - the difference between the temperature of the thermal detectors or protectors and the temperature of the part in which they are incorporated.
4. — In the case of small cage machines with a power output less than 50 kW, it is usually possible to provide protection against thermal overloads with slow variation and thermal overloads with rapid variation (TP 2xx).  
 On larger machines, protection against thermal overloads with slow variation is normal, but protection against thermal overloads with rapid variation may not be possible, especially in the case of a machine with a wound rotor or rotating armature. In the case of cage machines, protection against rapid thermal overloads usually depends upon the use of enamelled wires on the stator windings and on the suitability of the rotor design.
5. — If thermal protection is used on higher voltage machines (exceeding 660 V), which are not covered by these requirements, it is generally only possible to obtain protection against thermal overloads with slow variation (TP 1xx) due to the thicker insulation and the consequential longer response time.
6. — Category 1 and Category 2 may both give satisfactory protection to a machine. The choice of category is normally made by the machine manufacturer and depends upon many factors, e.g.:
  - machine characteristics;
  - size of the machine;
  - duty type of the machine;
  - factors referred to in Notes 3 to 5 above;
  - tolerances on the components of the protection system.

## 5. Performance of the thermal protection system

### 5.1 Protection against thermal overloads with slow variation (TP 1xx or TP 2xx)

A thermal protection system meets the requirements of this standard if, when the machine is running with the maximum load which it can carry without activating the thermal protection system (tripping in the case of two-level protection) the temperatures of the protected parts do not exceed (in degrees Celsius) the temperature rise limits of Table I of IEC Publication 34-1 plus the appropriate increments in the following Table II.

TABLE II  
*Increments of temperature, in kelvins*

Insulation class to Publication 34-1	A	E	B	F	H
Category 1	65	65	65	70	70
Category 2	80	80	85	90	90

Par exemple, si la méthode utilisée pour mesurer l'échauffement est celle par variation de résistance, les valeurs de la température maximale permise pour les enroulements à courant alternatif du repère 2 du tableau I de la Publication 34-1 de la CEI sont indiquées dans le tableau III ci-après:

TABLEAU III  
*Température maximale, en degrés Celsius*

Classe d'isolation suivant Publication 34-1	A	E	B	F	H
Catégorie 1	125	140	145	170	195
Catégorie 2	140	155	165	190	215

La machine doit être prévue pour fonctionner sans déclenchement du dispositif de protection thermique, quand elle fournit sa puissance nominale dans toutes les conditions d'alimentation nominales. De ce fait, aucune limite minimale de température n'est spécifiée.

Les limites spécifiées peuvent être utilisées pour les températures d'enroulement mesurées par thermocouple sur les machines de puissance égale ou inférieure à 11 kW.

*Notes 1.* — Ces limites de température maximale sont fondées sur l'expérience et tiennent compte, d'une part, de facteurs tels que la température ambiante, les variations de la tension d'alimentation, les tolérances sur les dispositifs de protection, les sujétions du démarrage de la machine et, d'autre part, des températures maximales plus élevées permises pour les services S2 à S8 de la Publication 34-1 de la CEI.

2. — Par suite des tolérances des différents composants du dispositif de protection thermique, celle-ci fonctionnera normalement, selon la catégorie de protection utilisée, à 10 K ou 20 K en dessous des limites du paragraphe 5.1.

3. — Compte tenu du nombre de facteurs à prendre en considération (voir article 4), il n'est pas possible de spécifier dans la présente norme les valeurs de la température de fonctionnement des détecteurs ou des protecteurs thermiques à utiliser dans le dispositif de protection thermique. Ce choix ne peut être fait que par le constructeur de la machine, en fonction de l'expérience acquise sur l'équipement en question, et en tenant compte des facteurs indiqués à l'article 4 et de la méthode de refroidissement.

4. — Cette forme de protection peut protéger certains organes de la machine (enroulements isolés, bagues collectrices, cages de rotor, collecteurs, noyaux magnétiques et parties en contact avec les enroulements) éloignés des détecteurs ou des protecteurs thermiques, par le jeu d'une protection indirecte. Une protection indirecte ne peut pas protéger des organes de la machine (tels que: paliers) contre une surcharge locale due à un endommagement mécanique. Cette cause particulière de surchauffe n'est pas couverte par la présente norme.

## 5.2 *Protection des machines à redémarrage manuel contre les surcharges thermiques à évolution rapide (TP 2xx et TP 3xx)*

Un dispositif de protection thermique répond à la présente norme si les deux conditions suivantes sont simultanément remplies lors de l'application à la machine de surcharges thermiques à évolution rapide:

- a) Aucun organe protégé n'atteint une température nuisible à son comportement ultérieur en service; en particulier, ce doit être le cas pour la cage du rotor d'une machine asynchrone.
- b) Les températures maximales des enroulements de la machine après déclenchement ne dépassent pas (en degrés Celsius) les limites indiquées pour les échauffements dans le tableau I de la Publication 34-1 de la CEI, majorées des valeurs indiquées dans le tableau IV ci-après.

For example, if the method of measurement of the temperature rise is by resistance then the values for the maximum permissible temperatures for a.c. windings of Item 2 in Table I of IEC Publication 34-1 would be as shown in the following Table III.

TABLE III  
Maximum temperature, in degrees Celsius

Insulation class to Publication 34-1	A	E	B	F	H
Category 1	125	140	145	170	195
Category 2	140	155	165	190	215

Machines shall be capable of operating at rated output and at all rated supply conditions without tripping of the thermal protection system. For this reason no minimum temperature limits are specified.

The specified temperature limits may be used for winding temperatures measured by thermocouple for machines rated up to and including 11 kW.

*Notes 1.* — The maximum temperature limits are based upon experience taking into account factors such as ambient temperature, variations in supply voltage, tolerances in the thermal protection and the requirements for starting of the machines, and the higher maximum temperatures permitted for duty types S2 to S8 of IEC Publication 34-1.

2. — Depending upon the category of protection used, and the tolerances of the various components of the thermal protection system, the thermal protection will normally operate 10 K to 20 K below the limits of Sub-clause 5.1.
3. — In view of the number of factors concerned (see Clause 4), it is not possible to specify in this standard the values of the operating temperatures of the thermal detectors or protectors used in the thermal protection system. This choice can only be made by the machine manufacturer in accordance with experience acquired on the equipment concerned, taking into account the factors indicated in Clause 4, and the method of cooling.
4. — Built-in thermal protection can protect those parts of the machine (e.g. insulated windings, slip-rings, cages, commutators, magnetic cores and other parts in contact with the windings) remote from the thermal detectors or protectors by means of indirect protection. Indirect protection cannot protect parts of the machine (such as bearings) from local overheating due to mechanical damage. This particular cause of overheating is not covered by this standard.

#### 5.2 Protection of machines with manual restarting against thermal overloads with rapid variation (TP 2xx and TP 3xx)

A thermal protection system meets the requirements of this standard if the following two conditions are satisfied simultaneously when thermal overloads with rapid variation are applied to the machine:

- a) no protected part reaches a temperature which is harmful to its subsequent performance in service; this applies especially to rotors of cage machines,
- b) the maximum temperature of the machine windings after tripping does not exceed (in degrees Celsius) the temperature rise limits for Table I of IEC Publication 34-1, plus the appropriate increments in the following Table IV.

TABLEAU IV

*Majorations de température, en kelvins*

Classe d'isolation suivant Publication 34-1	A	E	B	F	H
Catégorie 1	120	120	120	125	125
Catégorie 2	140	140	145	150	150

Par exemple, si la méthode utilisée pour mesurer l'échauffement est celle par variation de résistance, les valeurs de la température maximale permise pour les enroulements à courant alternatif du repère 2 du tableau I de la Publication 34-1 de la CEI sont indiquées dans le tableau V ci-après.

TABLEAU V

*Températures maximales après déclenchement, en degrés Celsius*

Classe d'isolation suivant Publication 34-1	A	E	B	F	H
Catégorie 1	180	195	200	225	250
Catégorie 2	200	215	225	250	275

Les limites spécifiées peuvent être utilisées pour les températures d'enroulement mesurées par thermocouple sur les machines de puissance égale ou inférieure à 11 kW.

*Note.* — La protection contre les surcharges thermiques à évolution rapide n'est pas possible lorsque la réponse du dispositif de protection thermique est trop longue, et ne permet pas de respecter les conditions indiquées au paragraphe 5.2

— soit parce que la vitesse d'échauffement de l'organe contrôlé est trop rapide (protection directe),

— soit parce que la vitesse d'échauffement de l'organe contrôlé est trop lente par rapport à la vitesse d'échauffement de l'organe de la machine le plus menacé (protection indirecte de l'organe thermiquement critique pendant la surcharge thermique à évolution rapide).

### 5.3 Protection des machines à redémarrage automatique contre les surcharges thermiques à évolution rapide (TP 2xx et TP 3xx)

La fourniture de machines susceptibles d'être redémarrées automatiquement après déclenchement fait l'objet d'un accord spécial entre utilisateur et constructeur.

Le fonctionnement avec redémarrage automatique commandé par le dispositif de protection thermique exige des précautions spéciales de la part du constructeur de la machine et du constructeur du dispositif de protection thermique; les contacteurs ou les démarreurs doivent être convenablement choisis en tant que partie du dispositif de protection.

En général, le redémarrage automatique est utilisé uniquement sur des machines de puissance inférieure à 5 kW, équipées de protecteurs thermiques.

Un dispositif de protection thermique répond aux présentes prescriptions si la machine peut subir avec succès les essais du paragraphe 7.4.

*Note.* — La possibilité de redémarrage automatique n'a pour objet que de permettre le redémarrage de la machine sans intervention manuelle après disparition de conditions transitoires et occasionnelles de surcharges thermiques. Il est cependant essentiel que l'utilisateur respecte les conditions de fonctionnement précisées à l'article 1.

TABLE IV  
*Increments of temperature, in kelvins*

Insulation class to Publication 34-1	A	E	B	F	H
Category 1	120	120	120	125	125
Category 2	140	140	145	150	150

For example, if the method of measurement of the temperature is by resistance then the values for the maximum permissible temperatures for a.c. windings of Item 2 of Table I of IEC Publication 34-1 would be as shown in the following Table V.

TABLE V  
*Maximum temperature after tripping, in degrees Celsius*

Insulation class to Publication 34-1	A	E	B	F	H
Category 1	180	195	200	225	250
Category 2	200	215	225	250	275

The specified temperature limits may be used for winding temperatures measured by thermocouple for machines rated up to and including 11 kW.

*Note.* — Protection against overloads with rapid variation is not possible if the response of the thermal protection system is too long and does not allow compliance with the conditions specified in Sub-clause 5.2,

- either because the rate of rise of temperature of the monitored part is too rapid (direct protection),
- or, because the rate of rise of temperature of the monitored part is too slow by comparison with the rate of rise of temperature of the part of the machine which is most endangered (indirect protection of the part which is thermally critical during the thermal overload with rapid variation).

### 5.3 *Protection of machines with automatic restarting against thermal overloads with rapid variation (TP 2xx and TP 3xx)*

Provision of the facility to enable machines to be automatically restarted after tripping is a matter for special agreement between the user and the manufacturer.

Automatic restarting operation of the thermal protection system requires special consideration by the machine manufacturer and the manufacturer of the thermal protection system. Suitably rated contactors or starters shall be provided where they are part of the protection system.

Generally, automatic restarting is used only on machines fitted with thermal protectors and having rated outputs of less than 5 kW.

A thermal protection system meets the requirements of this clause if the machine withstands the test in Sub-clause 7.4.

*Note.* — The provision of automatic restarting is intended only to provide a means of restarting a machine without manual operation after the termination of transient and occasional conditions of thermal overload. It is still essential for the user to observe the operating conditions given in Clause 1.

## 6. Montage et raccordement des détecteurs ou des protecteurs thermiques dans la machine

### 6.1 Montage

Le constructeur de la machine électrique doit choisir en fonction de la conception de la machine et en fonction de la nature des détecteurs ou des protecteurs thermiques l'emplacement le plus approprié pour obtenir un fonctionnement efficace de la protection, notamment dans le cas de protection thermique indirecte.

### 6.2 Dispositifs de raccordement

#### 6.2.1 Machines équipées de détecteurs thermiques

Tout dispositif de raccordement (bornes par exemple) doit pouvoir recevoir des conducteurs unifilaires de section comprise entre 0,5 mm<sup>2</sup> et 2,5 mm<sup>2</sup>.

- a) Quand le dispositif de commande est en dehors de la machine, les extrémités de chaque détecteur thermique ou de chaque circuit de détecteurs thermiques, doivent être accessibles en vue de leur raccordement au dispositif de commande. Quand tous les détecteurs thermiques montés dans la machine ont la même fonction, les extrémités de chaque détecteur thermique ou de chaque circuit de détecteurs thermiques doivent être repérées par les symboles T1, T2, ...

Quand les détecteurs thermiques ont des fonctions différentes (par exemple, alarme et déclenchement, ou protection de deux bobinages indépendants) chaque fonction est caractérisée par un préfixe numérique. Ce préfixe augmente en correspondance avec la croissance de la température de fonctionnement des différents détecteurs thermiques (par exemple, 1T1, 1T2, ... pour l'alarme, et 2T1, 2T2, ... pour le déclenchement), ou en correspondance avec la décroissance du nombre de pôles des différents enroulements protégés (par exemple, 1T1, 1T2, ... pour le grand nombre de pôles ou la petite vitesse, et 2T1, 2T2, ... pour le petit nombre de pôles ou la grande vitesse).

- b) Quand l'ensemble ou une partie du dispositif de commande est monté sur la machine, les extrémités des détecteurs thermiques ou des circuits des détecteurs thermiques peuvent ne pas être accessibles. Si elles sont accessibles, elles doivent être repérées conformément au paragraphe 6.2.1a). Les dispositifs de raccordement de l'ensemble ou de la partie du dispositif de commande doivent être conformes à la norme de la CEI les concernant.

*Note.* — Aucune prescription n'est imposée pour la connexion, entre eux, des détecteurs thermiques à l'intérieur de la machine. En effet, la façon d'effectuer ces interconnexions dépend du type de détecteur thermique utilisé. En règle générale, les interconnexions sont faites à l'intérieur de la machine en vue de réduire au minimum le nombre de connexions externes.

#### 6.2.2 Machines équipées de protecteurs thermiques

Quand les extrémités des fils de raccordement des protecteurs thermiques sont accessibles, tout dispositif de raccordement (bornes, par exemple) doit être capable de recevoir les mêmes conducteurs que les dispositifs de raccordement à l'alimentation de la machine, et les extrémités doivent être repérées par les symboles P1, P2, ...

*Note.* — Les extrémités des protecteurs thermiques peuvent ne pas être accessibles quand il est possible de faire les raccordements à l'intérieur de la machine.

### 6.3 Marquage des machines

Les machines doivent porter l'indication particulière suivante:

- symbole indicatif du type de protection thermique incorporée (TP xxx) suivant l'article 4.

En outre, les indications suivantes doivent être portées soit sur la machine, soit sur un schéma de raccordement fourni avec la machine:

- type de détecteur ou protecteur thermique;

## 6. Fitting and connection of the thermal detectors or protectors in the machine

### 6.1 Fitting

The manufacturer of the electrical machine shall select the most appropriate location, depending on the particular machine design and on the particular design of the thermal detector or protector, to obtain effective operation of the protection, especially in the case of indirect thermal protection.

### 6.2 Connection devices

#### 6.2.1 Machines fitted with thermal detectors

Any connection device (e.g. terminals) shall be able to take single strand conductors from 0.5 mm<sup>2</sup> to 2.5 mm<sup>2</sup>.

a) When the control system is external to the machine, the ends of each thermal detector or of each thermal detector circuit shall be accessible so that they may be connected to the control system. When all the thermal detectors fitted in a machine perform the same function each connection end of the thermal detector, or of the thermal detector circuit, shall be identified by the symbols T1, T2, ...

When thermal detectors fitted in a machine perform different functions (e.g. alarm and trip, or for two independent windings), each function shall be characterised by a numerical prefix. The prefix shall increase to correspond with the operating temperature of the different thermal detectors (e.g. 1T1, 1T2, ... for alarm, and 2T1, 2T2, ... for trip) or with the decreasing number of poles of the various windings protected (e.g. 1T1, 1T2, ... for the higher number of poles or lower speed, and 2T1, 2T2, ... for the lower number of poles or higher speed).

b) When a part or the whole of a control system is mounted on a machine, the ends of the thermal detectors, or the thermal detector circuits, may not be accessible. When they are accessible they shall be identified in the manner indicated in Sub-clause 6.2.1a). The connection devices for the part, or the whole, of the control system shall be in accordance with the appropriate IEC standard.

*Note.* — No details are specified for any interconnections between thermal detectors inside the machine because the manner of interconnecting depends upon the type of thermal detectors used. As a general rule interconnections are made within a machine in order to keep the number of external connections to a minimum.

#### 6.2.2 Machines fitted with thermal protectors

When the ends of the thermal protector connections are accessible, any connection devices (e.g. terminals) shall be capable of accepting the same wires as the connection device for the machine supply and they should be marked with the symbols P1, P2, ...

*Note.* — The ends of the thermal protectors may not be accessible as the connections may be made within the machine.

### 6.3 Marking of machines

Machines shall bear the following indication:

— symbol for the type of built-in thermal protection (TP xxx) in accordance with Clause 4.

In addition, the following particulars shall be marked, either on the machine, or on the connection diagram supplied with the machine:

— type of thermal detector or protector fitted;

- toute information nécessaire pour le raccordement du détecteur thermique au dispositif de commande;
- quand le dispositif de commande est extérieur à la machine, la tension ou le courant maximal que le détecteur peut supporter;
- quand l'ensemble ou une partie du dispositif de commande est monté sur la machine, le marquage prescrit dans les règles spécifiques du dispositif de commande.

## 7. Essais de type des machines électriques équipées de détecteurs ou de protecteurs thermiques

### 7.1 Généralités

Les essais de type ont pour but de vérifier la conformité du dispositif de protection thermique aux prescriptions de l'article 5. Ils sont effectués sur une machine représentative du type de machine.

Le montage d'essai doit comporter les éléments représentatifs du dispositif de protection thermique utilisé en exploitation.

Lorsque des thermocouples ou des indicateurs internes de température sont utilisés pour mesurer les températures, ils doivent être placés sur l'organe thermiquement critique de la machine; leurs dimensions et leur fixation sur l'organe doivent être telles qu'ils suivent exactement les variations de température de l'organe thermiquement critique.

### 7.2 Vérification de la protection contre les surcharges thermiques à évolution lente

La charge de la machine est augmentée lentement de façon que la température de l'organe thermiquement critique augmente de moins de 1 K par 5 min lorsqu'on arrive à proximité du point de fonctionnement du dispositif de protection thermique, et ce jusqu'à ce que celui-ci agisse. A ce moment, l'alimentation de la machine est coupée (si possible par l'action du dispositif de protection thermique) et les températures des organes protégés de la machine sont déterminées conformément aux règles de la Publication 34-1 de la CEI.

Aucune des températures ainsi déterminées ne doit être supérieure aux valeurs prescrites au paragraphe 5.1.

### 7.3 Vérification de la protection des machines à redémarrage manuel contre les surcharges thermiques à évolution rapide

#### 7.3.1 Machines équipées de détecteurs thermiques

Les conditions de l'essai de type reproduisant les conditions d'une surcharge thermique à évolution rapide doivent être définies par le constructeur de la machine. Toutefois, les conditions d'essai suivantes doivent être respectées :

La machine étant à la température ambiante (approximativement 25 °C, sauf spécification contraire), la surcharge thermique à évolution rapide est appliquée, et l'alimentation de la machine est coupée à l'instant où le dispositif de protection thermique agit (si possible par l'action de celui-ci).

Les températures des organes protégés doivent être mesurées par l'une des méthodes prescrites dans la Publication 34-1 de la CEI, à condition de respecter les prescriptions du paragraphe 7.1 de la présente norme. Les thermomètres à réservoir ne doivent pas être utilisés pour ces mesures. Les lectures des températures sont faites à des intervalles de temps suffisamment rapprochés pour permettre de déterminer, pour chaque organe protégé, la courbe de température en fonction du temps. La température maximale après déclenchement est déduite de cette courbe par extrapolation jusqu'à l'instant du déclenchement, à moins que la température ne soit encore croissante après la première lecture, et que la température maximale puisse être enregistrée.

- any required information on the connection of the thermal detector into the control system;
- when the control system is external to the machine, the maximum voltage or current that the thermal detector can withstand;
- when a part or the whole of the control system is mounted on the machine, markings as required by the specific rules for the control system.

## 7. Type tests on electrical machines equipped with thermal detectors or protectors

### 7.1 General

Type tests are to verify compliance of the thermal protection system with the requirements of Clause 5. They shall be made on a machine which is representative of the machine type.

The test apparatus shall include representative units of the thermal protection system which is used in service.

If thermocouples or embedded temperature detectors are used to measure the temperatures they should be situated on the thermally critical part of the machine and they should be of such a size and fixed in such a way as to follow accurately the temperature variations of the thermally critical part.

### 7.2 Verification of the protection against thermal overloads with slow variation

The load on the machine shall be increased slowly so that the temperature of the thermally critical part increases at a rate less than 1 K per 5 min in the vicinity of the operating point of the thermal protection system, until the thermal protection system operates. The supply of the machine shall then be switched off (preferably by the action of the thermal protection system) and the temperatures of the protected parts of the machine shall be determined in accordance with the requirements of IEC Publication 34-1.

The measured temperatures shall not exceed the values specified in Sub-clause 5.1.

### 7.3 Verification of the protection of machines with manual restarting against thermal overloads with rapid variation

#### 7.3.1 Machines fitted with thermal detectors

The type test conditions which reproduce the conditions of thermal overload with rapid variation shall be as defined by the machine manufacturer. The following test conditions shall, however, be observed:

Starting with the machine at ambient temperature (which, unless otherwise specified, shall be approximately 25 °C) and applying the thermal overload with rapid variation, the supply to the machine shall be switched off at the moment when the thermal protection system operates (if possible by the action of the thermal protection system).

The temperatures of the protected parts shall be measured by one of the methods specified in IEC Publication 34-1 except that the requirements of Sub-clause 7.1 of this standard shall apply. Bulb thermometers shall not be used for these measurements. Readings of the temperature shall be taken sufficiently frequently to enable a temperature/time curve to be determined for each protected part. The maximum temperature after tripping shall be deduced from the curve by extrapolation back to the time of tripping unless the temperature is still rising after the first reading, in which case the maximum temperature shall be recorded.

La première lecture devrait être faite au plus tard 10 s après la coupure de l'alimentation de la machine.

Les températures maximales après déclenchement ainsi déterminées doivent être inférieures aux valeurs prescrites au paragraphe 5.2.

La machine doit être examinée pour s'assurer que les organes protégés n'ont pas subi, pendant cet essai, de dommage préjudiciable à leur comportement ultérieur.

*Note.* — Dans le cas des machines asynchrones à cage, l'essai représentatif des surcharges thermiques à évolution rapide est un essai à rotor calé, sous tension nominale.

### 7.3.2 Machines équipées de protecteurs thermiques

Au début de l'essai, la machine doit être à la température ambiante et elle est alimentée, son rotor étant calé.

Le dispositif de protection doit fonctionner pendant 10 cycles, le dispositif étant remis en position « fermé » le plus rapidement possible après chaque coupure du circuit d'alimentation.

La mesure des températures des organes protégés et la détermination de leur température maximale après déclenchement sont faites conformément au paragraphe 7.3.1.

La valeur la plus élevée des températures maximales après déclenchement ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées au paragraphe 5.2.

### 7.4 Vérification de la protection des machines à redémarrage automatique contre les surcharges thermiques à évolution rapide

L'essai représentatif est un essai cyclique à rotor calé.

Au début de l'essai, la machine doit être à la température ambiante. Elle est alimentée, son rotor étant calé. La durée de l'essai est de 72 h.

La mesure de la température des enroulements et la détermination de leur température maximale après déclenchement sont faites conformément au paragraphe 7.3.1.

La température maximale après déclenchement ainsi que la température moyenne des enroulements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau VI ci-après:

TABLEAU VI

*Limites de température en degrés Celsius*

Température maximale permise	Classe d'isolation suivant Publication 34-1				
	A	E	B	F	H
Après déclenchement, pendant la première heure	200	215	225	250	275
Après déclenchement, après la première heure	175	190	200	225	250
* Moyenne	150	165	175	200	225

\* La température moyenne est la moyenne arithmétique de la température moyenne de crête et de la température moyenne au moment du réarmement. La température moyenne doit rester inférieure aux limites fixées au cours de la deuxième heure et au cours de la dernière heure de l'essai; cela implique que le fonctionnement de la machine est satisfaisant pendant la période entière.