

Industrial electroheating installations - General test methods

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 60398:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 60398:1999 ingliskeelset teksti. Käesolev dokument on jõustatud 18.12.2002 ja selle kohta on avaldatud teade Eesti standardiorganisatsiooni ametlikus väljaandes. Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.	This Estonian standard EVS-EN 60398:2002 consists of the English text of the European standard EN 60398:1999. This document is endorsed on 18.12.2002 with the notification being published in the official publication of the Estonian national standardisation organisation. The standard is available from Estonian standardisation organisation.
--	---

ICS 25.180.10

Standardite reprodutseerimis- ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute Estonian Standards belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: +372 605 5050; E-mail: info@evs.ee

English version

**Industrial electroheating installations - General test methods
(IEC 60398:1999)**

Chauffage électrique industriel
Méthodes générales d'essai
(CEI 60398:1999)

Industrielle Elektrowärmeanlagen
Allgemeine Prüfverfahren
(IEC 60398:1999)

This European Standard was approved by CENELEC on 1999-05-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of document 27/219A/FDIS, future edition 2 of IEC 60398, prepared by IEC TC 27, Industrial electroheating equipment, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 60398 on 1999-05-01.

This European Standard supersedes HD 353 S1:1977.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 2000-02-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 2002-05-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.
In this standard, annex ZA is normative.
Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 60398:1999 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE: When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

Publication	Year	Title	EN/HD	Year
IEC 60050-841	1983	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 841: Industrial electroheating	-	-
IEC 60146-1-1	1991	Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors Part 1-1: Specifications of basic requirements	EN 60146-1-1	1993
IEC 60204-1	1997	Safety of machinery - Electrical equipment of machines Part 1: General requirements	EN 60204-1 + corr. September	1997 1998
IEC 60519-1	1984	Safety in electroheat installations Part 1: General requirements	EN 60519-1	1993
IEC 60584-2	1982	Thermocouples Part 2: Tolerances	EN 60584-2 ¹⁾	1993
IEC 61010-1 (mod) + corr. April	1990 1999	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use Part 1: General requirements	EN 61010-1 ²⁾	1993
CISPR 11 (mod)	1997	Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement	EN 55011	1998

1) EN 60584-2 includes A1:1989 to IEC 60584-2.

2) EN 61010-1 includes A1:1992 to IEC 61010-1.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60398

Deuxième édition
Second edition
1999-04

**Chauffage électrique industriel –
Méthodes générales d'essai**

**Industrial electroheating installations –
General test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60398:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60398

Deuxième édition
Second edition
1999-04

**Chauffage électrique industriel –
Méthodes générales d'essai**

**Industrial electroheating installations –
General test methods**

© IEC 1999 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 photo-copie 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé, Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site: <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	6
2 Références normatives.....	6
3 Définitions.....	8
4 Prescriptions générales.....	10
4.1 Essais à l'état froid.....	10
4.2 Essais à l'état chaud.....	10
4.3 Conditions ambiantes.....	10
4.4 Tension d'alimentation.....	10
4.5 Instruments de mesure.....	12
5 Mesures fondamentales.....	12
5.1 Mesure du temps.....	12
5.2 Mesure du courant, de la tension et de la puissance apparente.....	12
5.3 Mesure de puissance active.....	12
5.4 Mesure du facteur de puissance.....	12
5.5 Mesure de l'énergie électrique.....	14
5.6 Mesure de la fréquence.....	14
5.7 Mesure de la température.....	14
5.8 Mesure de la température ambiante.....	14
5.9 Mesure de l'humidité.....	16
5.10 Mesure du vide.....	16
6 Types d'essais.....	16
6.1 Liste des essais à froid.....	16
6.2 Liste des essais à chaud.....	16
7 Méthodes d'essai.....	16
7.1 Essais à froid.....	16
7.2 Essais à chaud.....	22
Figure 1 – Dispositif de mesure de la température ambiante	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 General requirements	11
4.1 Cold state tests	11
4.2 Hot state tests	11
4.3 Ambient conditions	11
4.4 Supply voltage	11
4.5 Measuring instruments	13
5 Fundamental measurements	13
5.1 Time measurement	13
5.2 Measurement of current, voltage and apparent power	13
5.3 Active power measurement	13
5.4 Power factor measurement	13
5.5 Electrical energy measurement	15
5.6 Frequency measurement	15
5.7 Temperature measurement	15
5.8 Measurement of ambient temperature	15
5.9 Humidity measurement	17
5.10 Vacuum pressure measurement	17
6 Type of tests	17
6.1 List of cold state tests	17
6.2 List of hot state tests	17
7 Test methods	17
7.1 Cold state tests	17
7.2 Hot state tests	23
Figure 1 – Arrangement for measurement of ambient temperature	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL –

Méthodes générales d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60398 a été établie par le comité d'études 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1972, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
27/219A/FDIS	27/224/RVD

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL ELECTROHEATING INSTALLATIONS –

General test methods

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60398 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1972, and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
27/219A/FDIS	27/224/RVD

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

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL –

Méthodes générales d'essai

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux installations électrothermiques industrielles telles que:

- fours à arc direct;
- fours à arc submergé;
- fours à induction;
- installations de chauffage par induction à moyenne fréquence et à haute fréquence;
- installations de chauffage par hyperfréquence et appareils de chauffage diélectrique;
- installations de chauffage direct ou indirect par résistance;
- fours à refusion sous laitier électroconducteur;
- installations de chauffage par rayonnement infrarouge;
- installations de chauffage par hyperfréquences;
- installations d'électrothermie à canon à électrons;
- installations d'électrothermie à plasma;
- installations industriels à laser.

La présente norme n'est pas applicable aux matériels électriques de cuisson et de chauffage pour usages domestique et analogues, pas plus qu'elle ne s'applique aux installations et appareillages pour chauffage domestique ou industriel des locaux, pour soudage ou usages analogues, aux installations électrothermiques pour l'agriculture, pour le chauffage des routes, des ponts, des parcs de stationnement et au chauffage d'espaces de quelque forme qu'ils soient.

L'objet de la présente norme est la normalisation des conditions d'essai, des mesures fondamentales et des méthodes générales d'essai applicables à toutes les installations électrothermiques industrielles pour confirmer leurs spécifications de fonctionnement et de sécurité.

La présente norme est destinée à être utilisée avec les règles particulières de sécurité et de fonctionnement applicables aux matériels électrothermiques industriels, lorsqu'elles existent. Lorsque de telles normes ne sont pas applicables, il peut y avoir un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Les listes des essais données dans la présente norme ne sont ni obligatoires ni restrictives.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

INDUSTRIAL ELECTROHEATING INSTALLATIONS –

General test methods

1 Scope and object

This International Standard is applicable to industrial electroheat installations such as:

- direct arc furnaces;
- submerged arc furnaces;
- induction furnaces;
- equipment for medium- and high-frequency induction heating;
- equipment for radio frequency heating and dielectric heating;
- equipment for direct and indirect resistance heating;
- electroslag remelting furnaces;
- equipment for infra-red heating;
- microwave heating equipment;
- electroheat equipment with electron guns;
- plasma electroheat equipment;
- industrial laser equipment.

This standard is not applicable to electric cooking and heating equipment for household and similar purposes, nor does it apply to installations and apparatus for household and industrial room heating, soldering, welding or similar uses, electroheat installations for agriculture, for heating roads, bridges, parking, or space heating of any kind.

The object of this standard is standardisation of the test conditions, fundamental measurements and general test methods applicable to all industrial electroheat installations to confirm their safety and performance specifications.

This standard is intended to be used in conjunction with the relevant particular standards on safety and performance for industrial electroheat equipment where these exist. Where such standards are not applicable, agreement may be made between the manufacturer and user. The lists of tests given in this standard are neither mandatory nor restrictive.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

CEI 60050(841):1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 841: Electrothermie industrielle*

CEI 60146-1-1:1991, *Convertisseurs à semi-conducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base*

CEI 60204-1:1997, *Equipement électrique des machines industrielles – Partie 1: Règles générales*

CEI 60519-1:1984, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 1: Règles générales*

CEI 60584-2:1982, *Couples thermoélectriques – Deuxième partie: Tolérances*

CEI 61010-1:1990, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire – Première partie: Prescriptions générales*

CISPR 11:1997, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions de la CEI 60050(841), ainsi que les définitions suivantes, s'appliquent.

En ce qui concerne les termes et grandeurs électriques, sauf spécification contraire, les termes «tension» et «courant» s'appliquent aux valeurs efficaces dans le cas du c.a.; les termes et grandeurs électriques associés au mot «nominal» s'appliquent au matériel électrothermique lui-même. Les termes «tension nominale», «courant nominal» ou «puissance nominale» s'appliquent à la tension (dans le cas de systèmes triphasés, la tension entre phases), au courant ou à la puissance spécifié par le constructeur et marqués sur le matériel électrothermique.

3.1

état froid (d'une installation électrothermique)

état thermique d'une installation électrothermique dans lequel la température de tous les composants de son équipement électrothermique est égale à la température ambiante

3.2

état chaud (d'une installation électrothermique)

état thermique d'une installation électrothermique dans lequel ses composants sont à leur température de fonctionnement ou d'équilibre et dans lequel, le cas échéant, la charge a atteint sa température d'équilibre ou sa distribution de température prévue

3.3

état d'équilibre thermique (d'une installation électrothermique)

état thermique d'une installation électrothermique dans lequel la puissance totale d'entrée dans l'installation électrothermique est utilisée pour compenser ses pertes thermiques

3.4

conditions normales de fonctionnement

conditions de fonctionnement pour lesquelles l'installation électrothermique est conçue et le plus généralement utilisée

IEC 60050(841):1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 841: Industrial electroheating*

IEC 60146-1-1:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 60204-1:1997, *Electrical equipment of industrial machines – Part 1: General requirements*

IEC 60519-1:1984, *Safety in electroheat installations – Part 1: General requirements*

IEC 60584-2:1982, *Thermocouples – Part 2: Tolerances*

IEC 61010-1:1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

CISPR 11:1997, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions of IEC 60050(841) as well as the following definitions apply.

With respect to electrical terms and quantities, unless otherwise stated, the terms “voltage” and “current” apply to r.m.s. values in the case of a.c.; the electrical terms and quantities associated with the word “rated” refer to the electroheat equipment itself. The terms “rated voltage”, “rated current” or “rated power” apply to the voltage (in the case of three-phase systems, the voltage between phases), the current or the power specified by the manufacturer and marked on the electroheat equipment.

3.1

cold state (of an electroheat installation)

thermal state of an electroheat installation in which the temperature of all the components of its electroheat equipment equals the ambient temperature

3.2

hot state (of an electroheat installation)

thermal state of an electroheat installation in which the components are at their operating or steady state temperature and the charge (if any) has attained its steady state temperature or its intended temperature distribution

3.3

thermal steady state (of an electroheat installation)

thermal state of an electroheat installation in which the whole energy input into the electroheat equipment is used to compensate its thermal losses

3.4

normal operating conditions

operating conditions for which the electroheat equipment is designed and most generally used