

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60519-1

Deuxième édition
Second edition
1984-11

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Première partie:
Règles générales**

Safety in electroheat installations

**Part 1:
General requirements**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60519-1: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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*.

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*.

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60519-1

Deuxième édition
Second edition
1984-11

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Première partie:
Règles générales**

Safety in electroheat installations

**Part 1:
General requirements**

© IEC 1984 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.

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

R

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	8
4. Classification des matériels électrothermiques en fonction des domaines de tension	14
5. Classification des matériels électrothermiques en fonction des bandes de fréquences	16
6. Prescriptions générales	16
7. Interdiction d'utiliser la terre comme partie d'un circuit actif	20
8. Marques et indications, schémas de montage	22
9. Protection contre les surintensités	24
10. Sectionnement et commande	24
11. Raccordement au réseau et raccordement interne	28
12. Protection contre les chocs électriques	30
13. Protection contre les effets thermiques	32
14. Risque d'incendie et danger d'explosion	34
15. Inspection, mise en marche, exploitation et entretien des installations électrothermiques	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	9
4. Classification of electroheat equipment according to voltage bands	15
5. Classification of electroheat equipment according to frequency bands	17
6. General requirements	17
7. Prohibition of the use of earth as part of an active circuit	21
8. Marking inscriptions, labelling and circuit diagrams	23
9. Protection against overcurrent	25
10. Isolation and switching	25
11. Connection to the supply network and internal connections	29
12. Protection against electric shock	31
13. Protection against thermal influences	33
14. Risk of fire and danger of explosion	35
15. Inspection, commissioning, utilization and maintenance of electroheat installations.	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Première partie: Règles générales

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° 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Cette publication remplace la première édition parue en 1975.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
27(BC)62	27(BC)71	27(BC)72	27(BC)76

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n° 50(826) (1982): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 826: Installations électriques des bâtiments.
- 50(841) (1983): Chapitre 841: Electrothermie industrielle.
- 110 (1973): Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
- 204-1 (1981): Equipement électrique des machines industrielles, Première partie: Règles générales.
- 364: Installations électriques des bâtiments.
- 391 (1972): Marques de repérage des conducteurs isolés.
- 417 (1973): Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.
- 446 (1973): Identification par couleurs des conducteurs isolés et des conducteurs nus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 1: General requirements

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 normal 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. 27: Industrial Electroheating Equipment.

This publication replaces the first edition published in 1975.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
27(CO)62	27(CO)71	27(CO)72	27(CO)76

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(826) (1982): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 826: Electrical Installations in Buildings.
- 50(841) (1983): Chapter 841: Industrial Electroheating.
- 110 (1973): Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24 000 Hz.
- 204-1 (1981): Electrical Equipment of Industrial Machines, Part I: General Requirements.
- 364: Electrical Installations of Buildings.
- 391 (1972): Marking of Insulated Conductors.
- 417 (1973): Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets.
- 446 (1973): Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours.

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Première partie: Règles générales

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux installations électrothermiques industrielles et traite des règles générales concernant la sécurité.

Lorsque les prescriptions données dans cette norme diffèrent de celles qui figurent dans d'autres publications de la CEI, un degré de sécurité équivalent doit être assuré.

1.1 Les présentes règles s'appliquent aux installations électrothermiques industrielles telles que:

- fours à arc direct,
- fours à arc submergé,
- installations de chauffage par arc (autres que les fours à arc),
- fours à refusion sous laitier électroconducteur,
- installations électrothermiques à plasma,
- fours de fusion par induction,
- installations de chauffage par induction,
- installations de chauffage direct par résistance,
- installations de chauffage indirect par résistance,
- installations de chauffage par rayonnement infrarouge,
- installations de chauffage diélectrique (à haute fréquence),
- installations de chauffage à canons à électrons,
- installations de chauffage par hyperfréquences,
- installations industrielles à lasers.

La présente norme n'est pas applicable aux appareils électriques de cuisson et de chauffage à usages domestiques ni aux appareils de soudage; elle ne s'applique pas non plus au chauffage des locaux, de quelque type qu'il soit.

1.2 La présente norme se réfère au fonctionnement normal des installations électrothermiques industrielles. Elle est également destinée à assurer la sécurité des personnes dans le cas de fonctionnement anormal et dans l'éventualité de défauts pouvant se produire dans les installations électrothermiques. L'inspection, la mise en marche, l'exploitation et l'entretien des installations électrothermiques sont traités à l'article 15.

1.3 La présente norme suppose que les installations soient exploitées et/ou entretenues par un personnel qualifié ou averti conformément aux paragraphes 3.4.1 et 3.4.2.

2. Objet

La sécurité des personnes dans les installations électrothermiques fait l'objet, d'une part de règles générales applicables à l'ensemble des installations d'électrothermie et d'autre part de règles particulières applicables à chacune d'elles. La présente norme ne donne que des règles générales.

Les règles de sécurité concernent plus particulièrement la protection des personnes contre les dangers d'origine électrique. Ces règles concernent également la protection contre certains dangers d'origine non électrique.

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 1: General requirements

1. Scope

This standard is applicable to industrial electroheat installations and deals with the general safety requirements.

Where requirements given in this standard differ from those given in other IEC publications, an equivalent degree of safety shall be ensured.

1.1 The present requirements apply to industrial electroheat installations, such as:

- direct arc furnaces,
- submerged arc furnaces,
- equipment for arc heating (other than arc furnaces),
- electroslog remelting furnaces,
- plasma electroheat equipment,
- induction melting furnaces,
- equipment for induction heating,
- equipment for direct resistance heating,
- equipment for indirect resistance heating,
- equipment for infra-red radiation heating,
- equipment for dielectric heating (high-frequency),
- equipment with electron guns,
- microwave heating equipment,
- industrial laser equipment.

This standard is not applicable to electric cooking and heating equipment for household or welding purposes, nor does it apply to space heating of any kind.

1.2 This standard refers to the normal operation of industrial electroheat installations; it is also intended to ensure the safety of persons in the event of abnormal operation and when faults occur in electroheat installations. Inspection, commissioning, utilization and maintenance are dealt with in Clause 15.

1.3 This standard assumes that the installations are operated and/or maintained by skilled or instructed personnel according to Sub-clauses 3.4.1 and 3.4.2.

2. Object

The requirements for the safety of persons in electroheat installations are the subject, on the one hand, of general requirements applicable to electroheat installations as a whole and, on the other hand, of particular requirements applicable to each of them. This standard gives only general requirements.

These safety requirements concern the protection of persons against dangers of particularly electrical origin and also against certain dangers of non-electrical origin.

Les règles de sécurité à observer résultent de l'application conjointe des règles générales et des règles particulières correspondant à l'application industrielle d'électrothermie considérée. Quand des règles particulières existent, elles doivent compléter, modifier ou remplacer les règles générales. En l'absence de règles particulières, les prescriptions à observer sont celles spécifiées dans la présente norme.

En complément, pour les installations électrothermiques des domaines de tension 1 et 2 de fréquences jusqu'à 60 Hz, les parties suivantes de la Publication 364 de la CEI: Installations électriques des bâtiments, sont applicables:

- 364-3 Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales. Chapitre 31: Alimentation et structure. Section 312 - Types de systèmes de distribution.
- 364-4-41 Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité. Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques.
- 364-4-42 Chapitre 42: Protection contre les effets thermiques.
- 364-4-43 Chapitre 43: Protection contre les surintensités.
- 364-4-46 Chapitre 46: Sectionnement et commande.
- 364-4-47 Chapitre 47: Application des mesures de protection pour assurer la sécurité. Section 471 - Mesures de protection contre les chocs électriques.
- 364-4-473 Section 473: Mesures de protection contre les surintensités.
- 364-5-537 Cinquième partie: Choix et mise en œuvre des matériels électriques. Chapitre 53: Appareillage. Section 537 - Dispositifs de sectionnement et de commande.
- 364-5-54 Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection.

Pour les installations du domaine de tension 3, les spécifications sont à l'étude.

3. Terminologie

Pour les définitions de termes généraux et fondamentaux du domaine de l'électrothermie, se rapporter à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 841: Electrothermie industrielle, et chapitre 826: Installations électriques des bâtiments.

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente norme.

3.1 Termes à employer en électrothermie

3.1.1 Installation électrique

Ensemble de matériels électriques associés pour remplir une fonction donnée et ayant certaines caractéristiques coordonnées.

3.1.2 Installation d'électrothermie; installation électrothermique (VEI 841-01-06)

Installation composée d'équipements d'électrothermie et des matériels électriques et mécaniques nécessaires à leur fonctionnement et à leur exploitation.

3.1.3 Equipement électrique

Tout matériel utilisé pour la production, la transformation, le transport, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique, tel que machines tournantes, transformateurs, appareillages de manœuvre, condensateurs, appareils de mesure, dispositifs de protection, matériels de canalisation et appareils d'utilisation.

The safety requirements to be observed result from the joint application of general requirements and particular requirements concerning the industrial application of the electroheat involved. Where particular requirements exist they shall complete, modify or replace the general requirements. In the absence of particular requirements, the requirements to be complied with are those which are specified in this standard.

In addition, for electroheat installations of voltage bands 1 and 2 and frequencies up to 60 Hz, the following parts of IEC Publication 364: Electrical Installations of Buildings, shall apply:

- 364-3 Part 3: Assessment of General Characteristics. Chapter 31: Purposes, Supplies and Structures. Section 312 - Types of Distribution System.
- 364-4-41 Part 4: Protection for safety. Chapter 41: Protection against Electric Shock.
- 364-4-42 Chapter 42: Protection against Thermal Effects.
- 364-4-43 Chapter 43: Protection against Overcurrent.
- 364-4-46 Chapter 46: Isolation and Switching.
- 364-4-47 Chapter 47: Application of Protective Measures for Safety. Section 471 - Measures of Protection against Electric Shock.
- 364-4-473 Section 473: Measures of Protection against Overcurrent.
- 364-5-537 Part 5: Selection and Erection of Electrical Equipment. Chapter 53: Switchgear and Controlgear. Section 537 - Devices for Isolation and Switching.
- 364-5-54 Chapter 54: Earthing Arrangements and Protective Conductors.

For voltage band 3, specifications are under consideration.

3. Definitions

For definitions of fundamental and general terms in the electroheating field, refer to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating and Chapter 826: Electric Installations of Buildings.

The following definitions apply for the purpose of this standard.

3.1 Terms used in electroheating

3.1.1 Electrical installation

Assembly of associated electrical equipment to fulfil a specific purpose and having certain coordinated characteristics.

3.1.2 Electroheat installation (IEV 841-01-06)

An installation composed of electroheat equipment and the electrical and mechanical equipment needed for its operation and use.

3.1.3 Electrical equipment

Any equipment used for such purposes as generation, conversion, transmission, distribution or utilization of electrical energy, such as rotating machines, transformers, switchgear, capacitors, measuring instruments, protective devices, wiring material and appliances.

3.1.4 *Équipement électrothermique* (VEI 841-01-05)

Appareil ou ensemble de matériels destinés à transformer l'énergie électrique en énergie thermique.

3.2 *Grandeurs et termes électriques*

Note. — Les termes «tension» et «courant» s'appliquent, sauf spécification contraire, aux valeurs efficaces dans le cas du courant alternatif. Les grandeurs et termes électriques associés au mot «nominal» se rapportent à l'équipement électrothermique lui-même, sauf indication contraire. Les termes «tension nominale», «courant nominal» ou «puissance nominale» s'appliquent à la tension (tension entre phases dans le cas d'un système triphasé), à l'intensité ou à la puissance prévues par le constructeur et indiquées sur l'appareil électrothermique.

3.2.1 *Tension nominale*

Tension pour laquelle est conçue une installation (ou une partie de l'installation).

3.2.2 *Plage nominale de tension*

Intervalle existant entre la tension maximale et la tension minimale prévues par le constructeur et indiquées sur l'appareil.

3.2.3 *Réseau de distribution d'énergie électrique*

Réseau de transport et de distribution d'énergie électrique qui n'est pas employé exclusivement pour l'alimentation des installations électrothermiques.

3.2.4 *Partie active*

Tout conducteur ou toute partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur neutre, mais non compris par convention le conducteur PEN (voir paragraphe 3.2.10).

3.2.5 *Isolation*

Ensemble des matériaux isolants nécessaires pour assurer le fonctionnement convenable de l'équipement et la protection contre les chocs électriques. Le terme désigne aussi l'action d'isoler.

Note. — Sous certaines conditions, les matériaux servant à l'isolation thermique des matériels électrothermiques peuvent également assurer la fonction d'isolation électrique.

3.2.6 *Connexion électrique*

Moyen ou dispositif qui assure ou permet le passage d'un courant électrique entre deux éléments conducteurs.

3.2.7 *Liaison équipotentielle* (VEI 826-04-09)

Liaison électrique mettant au même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

3.2.8 *Partie conductrice accessible* (VEI 826-03-02)

Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension mais peut le devenir en cas de défaut.

Note. — Une partie conductrice d'un matériel qui ne peut être mise sous tension en cas de défaut que par l'intermédiaire d'une masse n'est pas considérée comme une masse.

3.1.4 *Electroheat equipment* (IEV 841-01-05)

An appliance or assembly of technological devices for converting electrical energy into thermal energy.

3.2 *Electrical quantities and terms*

Note. — Unless otherwise stated, the terms “voltage” and “current” apply to the 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, unless otherwise stated. The terms “rated voltage”, “rated current” or “rated power” apply to the voltage (in the case of a three-phase system, the voltage between phases), the current or the power specified by the manufacturer and indicated on the electroheat equipment.

3.2.1 *Rated voltage*

Voltage for which an installation (or part of an installation) is designed.

3.2.2 *Rated voltage range*

The interval between the highest and lowest voltage specified and indicated on the equipment by the manufacturer.

3.2.3 *Electric power distribution network*

Electric power transmission and distribution system that is not used exclusively for supplying the electroheat installation.

3.2.4 *Live part*

Any conductor or conductive part intended to be energized in normal use including a neutral conductor but by convention not a PEN conductor (see Sub-clause 3.2.10).

3.2.5 *Insulation*

All the insulating materials necessary to ensure the proper operation of the equipment and protection against electric shock. It refers also to the action of insulating.

Note. — Under certain circumstances, the heat insulation materials employed for electroheat equipment may equally perform the function of the electrical insulation.

3.2.6 *Electrical connection*

Means or actual condition that allows or ensures the passage of electric current between two conductive parts.

3.2.7 *Equipotential bonding* (IEV 826-04-09)

Electrical connection putting various exposed conductive parts and extraneous conductive parts at a substantially equal potential.

3.2.8 *Exposed conductive part* (IEV 826-03-02)

A conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live but which may become live under fault conditions.

Note. — A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part, is not considered to be an exposed conductive part.

3.2.9 *Conducteur de protection (symbole PE) (VEI 826-04-05)*

Conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes :

- masses,
- éléments conducteurs,
- borne principale de terre,
- prise de terre,
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel.

3.2.10 *Conducteur PEN (VEI 826-04-06)*

Conducteur mis à la terre, assurant à la fois les fonctions de conducteur de protection et de conducteur neutre.

Note. — La désignation PEN résulte de la combinaison des deux symboles PE pour le conducteur de protection et N pour le conducteur neutre.

3.2.11 *Conducteur de terre (VEI 826-04-07)*

Conducteur de protection reliant la borne ou barre principale de terre à la prise de terre.

3.2.12 *Courant de fuite (dans une installation) (VEI 826-03-08 modifié)*

Courant qui, en l'absence de défaut, s'écoule à la terre ou à des éléments conducteurs.

Notes 1. — Ce courant peut comporter une composante capacitive, y compris celle qui résulte de l'utilisation de condensateurs.

2. — La valeur du courant de fuite peut différer à froid et à chaud.

3.2.13 *Sectionnement*

Le sectionnement est destiné à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant celle-ci de toutes sources d'énergie électrique, de manière à assurer la sécurité de personnes travaillant sur ou à proximité des parties normalement sous tension entraînant un risque de contact direct.

3.2.14 *Coupure pour entretien mécanique*

Opération destinée à couper l'alimentation d'une ou plusieurs parties d'un matériel alimenté en énergie électrique, de façon à éviter des accidents lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

3.2.15 *Coupure électrique d'urgence*

Opération destinée à supprimer, aussi rapidement que possible, les dangers susceptibles de survenir de façon imprévue. Quand cette mesure est utilisée afin d'interrompre un mouvement dangereux, elle est appelée *arrêt d'urgence*.

3.2.16 *Commande fonctionnelle*

Opération destinée à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation des caractéristiques de l'alimentation en énergie électrique d'une partie quelconque d'une installation ou d'un matériel électrique afin d'ajuster les valeurs en vue d'un fonctionnement normal.

3.2.9 *Protective conductor (symbol PE); Equipment grounding conductor (USA)* (IEV 826-04-05)

A conductor required by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts:

- exposed conductive parts,
- extraneous conductive parts,
- main earthing terminal,
- earth electrode,
- earthed point of the source or artificial neutral.

3.2.10 *PEN conductor* (IEV 826-04-06)

An earthed conductor combining the functions of both protective conductor and neutral conductor.

Note. — The acronym PEN results of the combination of both symbols PE for the protective conductor and N for the neutral conductor.

3.2.11 *Earthing conductor; Grounding electrode conductor (USA)* (IEV 826-04-07)

A protective conductor connecting the main earthing terminal or bar to the earth electrode.

3.2.12 *Leakage current (in an installation)* (IEV 826-03-08 modified)

A current which, in the absence of a fault, flows to earth or to extraneous conductive parts.

Notes 1. — This current may have a capacitive component including that resulting from the deliberate use of capacitors.

2. — The value of the leakage current may differ in the hot and cold state.

3.2.13 *Isolation (disconnection)*

This is intended to cut off the supply from all or a discrete section of the installation by separating the installation or section from every source of electrical energy. This is to ensure the safety of persons carrying out work on or in the vicinity of live parts involving a risk of direct contact.

3.2.14 *Switching-off for mechanical maintenance*

This is intended to de-energize an item or items of electrically powered equipment for the purpose of preventing accidents during non-electrical maintenance on this equipment.

3.2.15 *Emergency switching*

This is intended to remove, as quickly as practicable, hazards which may occur unexpectedly. Where this measure is applied in order to stop dangerous movement it is called *emergency stopping*.

3.2.16 *Functional switching (control)*

This is intended to switch “on” or “off” or vary the supply of electrical energy to any part of an installation or current using equipment in order to achieve control for normal operating purposes.

3.3 *Dispositifs de raccordement*

3.3.1 *Raccordement fixe*

Le raccordement d'un appareil électrothermique est fixe quand le raccordement aux circuits d'alimentation fixés à demeure est réalisé de telle sorte que l'on ne puisse en effectuer le montage ou le démontage qu'en utilisant un outil. Dans tous les autres cas, le raccordement est amovible.

3.3.2 *Conducteur souple fixé à demeure*

Conducteur souple raccordé à l'appareil électrothermique de telle façon qu'on ne puisse le détacher qu'en utilisant un outil.

3.3.3 *Conducteur de raccordement amovible*

Conducteur souple dont la connexion s'effectue, d'une part avec l'installation électrothermique par un connecteur, et d'autre part avec un réseau d'alimentation par une prise de courant. Il peut être retiré des appareils sans utiliser un outil.

3.4 *Aptitude des personnes*

3.4.1 *Personnes averties*

Personnes convenablement instruites ou surveillées par des personnes qualifiées afin de leur permettre d'éviter les dangers qui peuvent se présenter dans les installations électrothermiques (personnel d'exploitation et d'entretien).

3.4.2 *Personnes qualifiées*

Personnes ayant une connaissance technique ou une expérience suffisante pour leur permettre d'éviter les dangers qui peuvent se présenter dans les installations électrothermiques.

4. **Classification des matériels électrothermiques en fonction des domaines de tension**

4.1 L'équipement électrothermique est classé en fonction de la (des) tension(s) qui l'alimente(nt) dans les conditions normales de fonctionnement.

4.2 Selon la valeur de la tension spécifiée au paragraphe 4.1, le matériel électrothermique est classé comme suit:

4.2.1 *Matériel à tension du domaine 1*

Matériel dans lequel la tension nominale ne dépasse pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lisse.

4.2.2 *Matériel à tension du domaine 2*

Matériel dans lequel la tension nominale est supérieure à 50 V sans dépasser 1000 V en courant alternatif ou est supérieure à 120 V sans dépasser 1500 V en courant continu lisse.

4.2.3 *Matériel à tension du domaine 3*

Matériel dans lequel la tension nominale est supérieure à 1000 V en courant alternatif ou 1500 V en courant continu lisse.

3.3 *Connecting devices*

3.3.1 *Fixed connection*

The connection of electroheat equipment is fixed when the connection to permanently-fixed supply circuits is such that its mounting and dismantling require the use of a tool. In all other cases, the connection is removable.

3.3.2 *Permanently-fixed flexible conductor*

A flexible conductor connected to an electroheat equipment in such a way that it can be removed only by the use of a tool.

3.3.3 *Removable connecting conductor*

A flexible conductor connected to the electroheat installation by means of a connector and to the supply line by means of a plug. It may be disconnected from the equipment without the use of a tool.

3.4 *Capability of persons*

3.4.1 *Instructed persons*

Persons adequately advised or supervised by skilled persons to enable them to avoid danger which electroheat installations may create (operating and maintenance staff).

3.4.2 *Skilled persons*

Persons with technical knowledge or sufficient experience to enable them to avoid dangers which electroheat installations may create.

4. **Classification of electroheat equipment according to voltage bands**

4.1 Electroheat equipment is classified according to the voltage(s) at which it is supplied under normal operating conditions.

4.2 According to the voltage specified in Sub-clause 4.1, electroheat equipment is classified as follows:

4.2.1 *Equipment of voltage band 1*

Equipment with rated voltage not exceeding 50 V a.c. or 120 V smooth d.c.

4.2.2 *Equipment of voltage band 2*

Equipment with rated voltage above 50 V a.c. but not exceeding 1000 V a.c. or above 120 V smooth d.c. but not exceeding 1500 V smooth d.c.

4.2.3 *Equipment of voltage band 3*

Equipment with rated voltage above 1000 V a.c. or 1500 V smooth d.c.

5. Classification des matériels électrothermiques en fonction des bandes de fréquences

Le matériel électrothermique est, en fonction des bandes de fréquences utilisées, classé comme suit:

5.1 Matériel à basse fréquence

Matériel fonctionnant à des fréquences inférieures ou égales à 60 Hz.

5.2 Matériel à moyenne fréquence

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 60 Hz mais inférieures ou égales à 10 kHz.

5.3 Matériel à haute fréquence

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 10 kHz mais inférieures ou égales à 300 MHz.

5.4 Matériel à hyperfréquence

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 300 MHz mais inférieures ou égales à 300 GHz.

6. Prescriptions générales

6.1 Matériel électrothermique

- 6.1.1 Le matériel électrothermique doit, dans tous ses éléments constitutifs, être conçu, construit et installé en fonction de la tension et de la fréquence utilisées, compte tenu du mode d'exploitation et des normes de la CEI qui lui sont applicables.

Note. — Par exemple, pour le matériel dont la fréquence nominale a été définie mais dont la fréquence peut varier dans une certaine plage, il convient de prendre en considération, pour les règles de sécurité, la fréquence la plus défavorable.

- 6.1.2 Le matériel électrothermique doit être conçu et construit de façon que, s'il est installé et exploité conformément aux instructions du constructeur, aucun danger pour le personnel et l'environnement ne puisse survenir.

En particulier et si nécessaire, on doit prendre en considération, en accord entre le constructeur et l'utilisateur, des conditions prévisibles pouvant entraîner un danger telles que les chocs mécaniques, les vibrations, les échauffements excessifs, la pression, les agents chimiques, etc.

- 6.1.3 Le matériel électrothermique doit être construit et installé de manière à ce qu'il soit suffisamment stable pendant l'exploitation, dans toutes les positions normales dans lesquelles il peut être utilisé. Les poignées, les leviers de fonctionnement et les dispositifs analogues doivent être fixés et protégés de façon sûre.

Le mouvement des poignées et des leviers doit, dans la mesure du possible, correspondre à la direction des mouvements mécaniques qu'ils commandent.

- 6.1.4 Des mesures doivent être prises pour empêcher toute surpression anormale, en utilisant par exemple des valves de sécurité ou des limiteurs de température.

5. Classification of electroheat equipment according to frequency bands

Electroheat equipment is classified according to frequency bands as follows:

5.1 Low-frequency equipment

Equipment operating at frequencies less than or equal to 60 Hz.

5.2 Medium-frequency equipment

Equipment operating at frequencies greater than 60 Hz but less than or equal to 10 kHz.

5.3 High-frequency equipment

Equipment operating at frequencies greater than 10 kHz but less than or equal to 300 MHz.

5.4 Microwave equipment

Equipment operating at frequencies greater than 300 MHz but less than or equal to 300 GHz.

6. General requirements

6.1 Electroheat equipment

- 6.1.1 All parts of an electroheat equipment shall be designed, constructed and installed for the voltages and frequencies used, taking into account the mode of operation and the relevant IEC standards.

Note. — As an example, for equipment for which the rated frequency has been defined, but whose frequency may vary within a certain range, the most unfavourable frequency for safety requirements should be considered.

- 6.1.2 Electroheat equipment shall be so designed and constructed that when installed and used in accordance with the manufacturer's instructions, no hazard for the personnel or the environment can arise.

In particular and if necessary, by agreement between the manufacturer and user, anticipated conditions leading to danger such as mechanical shocks, vibrations, excessive heating, moisture, pressure, chemical actions, etc., shall be considered.

- 6.1.3 Electroheat equipment shall be so constructed and installed as to be sufficiently stable during operation in all normal positions in which it may be used. Handles, operating levers and the like shall be reliably fixed and secured.

The movement of levers and controls shall, as far as possible, correspond with the direction of the mechanical movements they control.

- 6.1.4 Measures shall be taken to avoid abnormal overpressure, for example by safety valves or temperature limiters.

- 6.1.5 Les matériels électrothermiques mobiles ou qui doivent effectuer des mouvements de basculement et de pivotement doivent être construits de façon telle que ni dans les positions extrêmes ni pendant le mouvement, l'équipement électrique ou les parties auxiliaires correspondantes ne soient soumis à des contraintes mécaniques supérieures à la normale.

6.2 *Matériel électrique des installations électrothermiques*

- 6.2.1 Le matériel électrique doit être conçu et construit de façon à garantir, dans des conditions normales d'exploitation, la sécurité du personnel et la prévention contre les risques d'incendie et d'explosion.

Le matériel doit également présenter une solidité mécanique permettant d'éviter les risques de détériorations éventuels.

Il doit en outre être construit de telle sorte qu'en chaque point, le courant qui le traverse en régime normal ne puisse provoquer un échauffement dangereux des conducteurs, des isolants ou des parties de l'installation électrothermique situés à proximité.

Le matériel électrique doit être conforme aux normes de la CEI, dans la mesure où elles existent. Il doit également satisfaire aux spécifications pour les installations et/ou le matériel électrothermique.

- 6.2.2 Des mesures de protection doivent être prises pour éviter les chocs électriques (voir l'article 12).
- 6.2.3 Les circuits comprenant à la fois des transformateurs, des inductances et des condensateurs doivent être conçus pour éviter que n'apparaissent des tensions ou des courants trop élevés qui pourraient, s'ils persistent, endommager lesdits éléments et constituer un risque pour les personnes.
- 6.2.4 La décharge des condensateurs doit être effectuée conformément aux dispositions de la Publication 110 de la CEI: Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
- 6.2.5 Si les condensateurs sont assemblés en batterie, il y a lieu de suivre, pour leur installation, les instructions du constructeur.
- 6.2.6 Les matériels électriques choisis doivent être disposés de telle façon qu'en fonctionnement normal, ils ne se détériorent pas par suite des effets chimiques et physiques dus par exemple à la chaleur émanant du milieu environnant, aux projections de matières en fusion et de sels, à l'humidité, à l'huile, aux chocs ou aux frottements. En cas de nécessité, il sera pris des mesures relatives à la construction même, par exemple installation de gouttières, de conduits de protection ou de dispositifs analogues.
- 6.2.7 Pour faciliter une surveillance et un entretien efficaces, les différentes pièces de matériel électrique et plus spécialement les pièces sujettes à usure doivent être, autant que possible, facilement accessibles.
- 6.2.8 Quand un refroidissement forcé des composants est employé, des dispositions doivent être prises en vue de surveiller son bon fonctionnement. Si le refroidissement est insuffisant, une alarme doit se déclencher et, si nécessaire, le matériel électrothermique doit être mis hors service ou la sécurité assurée par d'autres moyens.
- 6.2.9 Les capteurs des dispositifs de commande des limiteurs de température et des dispositifs de protection thermiques doivent être fixés de manière que leurs réponses soient correctes et que leur fonctionnement ne soit pas perturbé par les effets thermiques du milieu environnant, ni par des effets mécaniques ou inductifs.

- 6.1.5 Tilting, swivelling or movable electroheat equipment shall be so designed that the electrical equipment and the pertinent auxiliary parts, when in either of the end positions or in motion, are not mechanically overstressed.

6.2 *Electrical equipment of electroheat installations*

- 6.2.1 Electrical equipment shall be designed and built so as to ensure, under normal operating conditions, the safety of personnel and the prevention of risks of fire and explosion.

The equipment shall also have sufficient mechanical strength to obviate the risks of deterioration to which it may be liable.

Furthermore, it shall be so constructed that at all points the current flowing under normal operating conditions will not cause dangerous heating of conductors, insulation or nearby parts of the electroheat installation.

Electrical equipment shall comply with the relevant IEC standards as far as they exist. It shall also comply with the requirements for electroheat installations and/or equipment.

- 6.2.2 Protective measures against electric shock shall be taken (see Clause 12).
- 6.2.3 Circuits comprising transformers, inductors and capacitors shall be designed to obviate the occurrence of excessive voltages or currents which if maintained, could cause deterioration of the said parts of these circuits and perhaps constitute a hazard to persons.
- 6.2.4 Discharge of capacitors shall be carried out in accordance with IEC Publication 110: Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24 000 Hz.
- 6.2.5 When capacitors are assembled in banks, the manufacturer's instructions shall be followed.
- 6.2.6 The electrical equipment chosen shall be so arranged that it does not deteriorate in normal operation due to physical and chemical effects, such as those due to heat from the environment, spatter of melted materials and salts, humidity, oil, shocks or friction. If necessary, suitable structural measures shall be taken, for example by providing gutters, protective channels and similar means.
- 6.2.7 To facilitate efficient inspection and maintenance, the various parts of the electrical equipment, and particularly those parts liable to wear, shall as far as possible be easily accessible.
- 6.2.8 Where forced cooling of components is employed, provision shall be made for monitoring the cooling action. Should the cooling be insufficient, an alarm shall be given and, if necessary, the electroheat equipment shall be switched off or safety otherwise ensured.
- 6.2.9 Sensors of temperature controllers, temperature limiters and temperature protectors shall be attached so that they respond correctly and so that their operation is not impaired by the temperature effect of the environment or by mechanical or inductive effects.

6.3 Charges statiques — Champs de dispersion

- 6.3.1 Les charges statiques qui pourraient altérer le bon fonctionnement des appareils électrothermiques ou constituer un risque pour les personnes doivent être supprimées ou rendues non dangereuses, par exemple au moyen de dispositifs de mise à la terre, par des écrans ou par le respect de distances suffisantes.
- 6.3.2 Des dispositions analogues doivent également être prises en ce qui concerne les effets des fuites électromagnétiques (champs de dispersion), par exemple courants de Foucault ou tensions induites.

6.4 Champs électromagnétiques et rayonnements ionisants

- 6.4.1 Un matériel électrothermique émettant des champs électromagnétiques doit être conçu de façon que les opérateurs soient protégés contre les effets des niveaux de rayonnement reconnus nocifs.
- 6.4.2 Le matériel électrothermique émettant un rayonnement ionisant doit être conforme aux dispositions légales de protection.

6.5 Refroidissement par un liquide

- 6.5.1 Si les parties actives sont refroidies par un liquide, par exemple les bobines d'inducteur, les transformateurs, les condensateurs, les jeux de barres, les câbles, ainsi que des parties de chaudières ou de machines, la qualité du liquide de refroidissement, la longueur des canalisations, le matériel utilisé pour les tubes et les canalisations doivent être conçus de manière à limiter les courants de fuite à un niveau non dangereux.
- 6.5.2 On doit prendre soin d'éviter, autant que possible, la formation de bulles dans le circuit de refroidissement.
- Note.* — Une attention particulière doit être portée à la conception des manchons de raccordement des canalisations.
- 6.5.3 Pour réduire le risque de contamination et de perte de liquide de refroidissement, il est préférable d'utiliser un refroidissement en circuit fermé.
- 6.5.4 Toutes les parties au travers desquelles circule le liquide de refroidissement doivent être conçues pour résister à 1,5 fois la pression nominale de service.
- 6.5.5 Des précautions doivent être prises afin de limiter la corrosion et la formation de dépôts et de gaz. La formation de condensation doit être autant que possible évitée.
- 6.5.6 Le constructeur d'une installation doit fournir les indications suivantes concernant le refroidissement:
- type et qualité du liquide de refroidissement (propriétés physiques, chimiques et électriques),
 - débit requis,
 - température minimale et maximale d'entrée et maximale de sortie,
 - différence de pression minimale requise entre l'entrée et la sortie.

7. Interdiction d'utiliser la terre comme partie d'un circuit actif

- 7.1 Sauf spécifications contraires dans les règles particulières, il est interdit d'utiliser comme partie d'un circuit actif la terre, les conducteurs de protection, les gaines et les structures. Cette interdiction

6.3 *Static charges — Stray fields*

6.3.1 Static charges which may impair the efficient operation of electroheat equipment or be dangerous to persons, shall be suppressed or made harmless, for example by means of earthing, screening or provision of sufficient distance.

6.3.2 Similar precautions shall also be taken concerning the effects of electromagnetic leakage (stray fields), for example eddy currents, induced voltages.

6.4 *Electromagnetic fields and ionizing radiation*

6.4.1 Where electromagnetic fields are emitted from electroheat equipment, the equipment shall be designed so as to protect the operators from the effect of the electromagnetic field if its level is known to be harmful.

6.4.2 Electroheat equipment emitting ionizing radiation shall comply with the statutory provisions for protection.

6.5 *Liquid cooling*

6.5.1 Where live parts are liquid-cooled, for example inductors, transformers, capacitors, busbars, cables as well as boiler or machinery parts, the quality of the coolant, the length of the hoses and the material used for tubes and hoses shall be such as to limit leakage currents to a non-dangerous level.

6.5.2 The formation of bubbles in cooling systems shall be avoided as far as possible.

Note. — Special attention may need to be given to hose fittings employed.

6.5.3 Closed circuit cooling is preferred to reduce the risk of coolant contamination and loss.

6.5.4 All parts through which the coolant flows shall be designed to withstand 1.5 times the rated service pressure.

6.5.5 Precautions should be taken to limit the formation of deposits, corrosion and gases. The formation of condensation shall be avoided as far as possible.

6.5.6 The manufacturer of the installation shall give the following cooling data:

- type and quality of the coolant (physical, chemical and electrical properties),
- required flow rate,
- minimum and maximum inlet and maximum outlet temperatures,
- required minimum pressure difference between inlet and outlet.

7. **Prohibition of the use of earth as part of an active circuit**

7.1 Unless otherwise specified in the particular requirements, it is prohibited to use as part of an active circuit the earth, protective conductors, sheaths and structures. This prohibition, however,

tion ne s'oppose toutefois pas à la mise à la terre éventuelle des points neutres ou à l'emploi de dispositifs de sécurité utilisant la terre comme circuit de retour.

- 7.2 Les rails de roulement peuvent être utilisés comme circuit de retour sous réserve que, en cas de défaut, l'impédance de ce circuit soit suffisamment faible pour maintenir à une valeur ne dépassant pas 25 V (valeur efficace) la tension de pas ou la tension de contact entre ces rails et le sol voisin.

8. Marques et indications, schémas de montage

- 8.1 Sauf spécifications contraires dans les règles particulières, le marquage doit comporter les indications suivantes se rapportant à l'équipement:

- a) symbole d'origine (nom ou symbole du constructeur);
- b) type ou numéro de catalogue;
- c) date ou code de date de production;
- d) numéro de série;
- e) tension nominale ou plage de tensions nominales (volts ou kilovolts).
Si l'équipement est destiné à être alimenté à différentes tensions nominales, les schémas de connexion pour les différentes tensions et le repérage des bornes, ainsi que le mode de branchement, doivent être indiqués sur la plaque signalétique et être aisément identifiables;
- f) courant nominal (ampères ou kiloampères);
- g) puissance nominale (kilowatts ou mégawatts).
Si le matériel électrothermique est prévu pour plusieurs plages de tensions, les valeurs maximales de la puissance absorbée doivent être indiquées;
- h) puissance de raccordement (kilovoltampères ou mégavoltampères).
Lorsque le matériel électrothermique comprend des auxiliaires, la puissance installée de ces derniers doit être également indiquée (kilovoltampères);
- i) la nature du courant, la valeur de la fréquence et, s'il y a lieu, la plage de fréquences doivent être indiquées. Les symboles graphiques normalisés doivent être utilisés;
- j) toutes autres indications, même non électriques, nécessaires à l'identification de l'installation.

- 8.2 Les inscriptions spécifiées au paragraphe 8.1 doivent être durablement et lisiblement portées sur une plaque fixée sur la partie principale de l'installation ou de l'appareil électrothermique, de manière à être clairement visibles lorsque l'installation électrothermique est prête pour le fonctionnement. Si aucun accord différent n'est intervenu, les inscriptions doivent être rédigées dans la langue du pays dans lequel le matériel doit être installé.

- 8.3 Toutes les positions des dispositifs de manœuvre et de commande doivent être clairement repérées par des lettres, des mots, des nombres ou des symboles.

- 8.4 Des consignes d'exploitation et d'entretien pour les installations électrothermiques, comprenant les schémas des circuits et la liste des matériels, doivent être fournies en temps voulu.

Note. — Les autres informations nécessaires pour le transport, l'installation et la manutention du matériel, comme par exemple le poids et les dimensions, doivent être données dans la feuille d'instructions.

- 8.5 Les composants électriques et leurs références sur le schéma doivent être marqués durablement. Le repérage doit être conforme aux indications données sur les schémas.

- 8.6 Les dispositifs de commande et de signalisation doivent être repérés par des lettres, des mots ou des symboles.

- 8.7 Le repérage des conducteurs doit être conforme aux normes correspondantes de la CEI.

does not preclude the possible earthing of neutral points or the adoption of safety devices using the earth as return circuit.

- 7.2 Track rails may be used as a return circuit, provided that under fault conditions the impedance of the circuit is sufficiently low to limit the step and contact voltages between the rails and the adjacent earth to values not exceeding 25 V r.m.s.

8. Marking inscriptions, labelling and circuit diagrams

- 8.1 Unless otherwise specified in the particular requirements, the marking shall include the following data related to the equipment:

- a) symbol of origin (name or symbol of manufacturer);
- b) type or catalogue number;
- c) date of manufacture or date code;
- d) serial number;
- e) rated voltage or rated voltage range (volts or kilovolts).

When the equipment is intended for supply at different rated voltages, the association of the particular voltage and corresponding supply terminals as well as the kind of connection shall be indicated on the rating plate and shall be clearly recognizable;

- f) rated current (amperes or kiloamperes);
- g) rated power (kilowatts or megawatts).

In the case of electroheat equipment for several voltage ranges, the maximum values for the power input shall be stated;

- h) connected load (kilovoltamperes or megavoltamperes).

When electroheat equipment includes auxiliary equipment, the installed load (kilovolt-amperes) of the latter shall also be stated;

- i) type of current, frequency and, where appropriate, frequency range, shall be stated. Standard graphical symbols shall be employed;
- j) other essential data, including non-electrical data, for identification of the equipment.

- 8.2 The marking specified in Sub-clause 8.1 shall be durably and legibly inscribed on a plate attached to the main part of the electroheat installation or equipment so as to be clearly visible when the installation is ready for service. The marking shall be in the language of the country in which the equipment is to be installed, unless otherwise agreed.

- 8.3 All positions of the actuating and control devices shall be clearly indicated by letters, words, numbers or symbols.

- 8.4 Operating and maintenance instructions for the electroheat installations including circuit diagrams and a list of components shall be provided in good time.

Note. — Other information necessary for shipping, installation and handling such as weight and dimensions should be given on the instruction sheet.

- 8.5 The electrical components and their references to the diagram shall be durably marked. The designation shall comply with the indications on the diagrams.

- 8.6 Control and signalling devices shall be identified by letters, words or symbols.

- 8.7 Identification of conductors shall be in accordance with relevant IEC standards.

9. Protection contre les surintensités

Les mesures de protection contre les surintensités doivent être prises conformément aux Publications 364-4-43 et 364-4-473 de la CEI.

10. Sectionnement et commande

Le sectionnement, la coupure pour entretien mécanique, la coupure d'urgence et la coupure fonctionnelle doivent être réalisés conformément aux Publications 364-4-46 et 364-5-537 de la CEI.

10.1 Il peut y avoir des circuits qui, en fonction de l'application, peuvent ne pas être coupés, comme par exemple :

- a) le circuit d'éclairage et les circuits des prises de courant destinés au raccordement des outils de réparation et d'entretien, par exemple lampes, perceuses (quelle que soit leur tension d'alimentation);
- b) les circuits alimentant des déclencheurs par manque de tension et des dispositifs de fermeture et d'ouverture des disjoncteurs qui fonctionnent sous la tension du réseau mais qui ne sont pas utilisés pour la commande;
- c) les circuits auxiliaires alimentés à une tension ne dépassant pas le domaine 1;
- d) d'autres circuits auxiliaires alimentant des éléments essentiels, comme les pompes, les ventilateurs, etc., qui ne doivent pas être coupés pendant les périodes d'interruption de l'alimentation par le réseau.

Pour les tensions dépassant le domaine 1, les circuits mentionnés ci-dessus doivent être constitués par des câbles ou des conducteurs isolés qui doivent être séparés de ceux qui sont coupés par l'interrupteur du circuit d'alimentation; ils doivent être connectés par l'intermédiaire de bornes séparées, placées sous enveloppe spéciale. Ils doivent être munis d'un sectionneur séparé.

Dans le cas mentionné au point b) du paragraphe 10.1, ce sectionneur peut ne pas être prévu. Les circuits qui ne sont pas coupés au moyen du sectionneur du circuit d'alimentation doivent être indiqués dans le schéma descriptif.

10.2 Pour l'alimentation, la coupure ou l'isolement d'une installation électrothermique, on peut utiliser le disjoncteur haute tension, à condition :

- que l'installation comporte un isolement par coupure visible (par exemple sectionneur ou interrupteur débrochable);
- que des dispositions soient prises pour verrouiller en position «ouvert» ce disjoncteur et pour mettre à la terre les câbles de sortie;
- que cet appareil de connexion soit utilisé exclusivement pour l'alimentation de l'installation électrothermique.

10.3 Circuits de commande

10.3.1 Les circuits de commande doivent être alimentés à des tensions nominales ne dépassant pas 250 V. Les conducteurs doivent être repérés conformément à la Publication 204 de la CEI: Equipement électrique des machines industrielles.

10.3.2 Les circuits de commande peuvent être alimentés directement à partir d'un réseau du type TN ou TT (voir la Publication 364-3 de la CEI, paragraphe 312.2).

10.3.3 Les dispositifs de protection contre les courts-circuits doivent être correctement calibrés en fonction des dispositifs de coupure existant dans les circuits de commande.

9. Protection against overcurrent

Protective measures against overcurrent shall be provided in accordance with IEC Publications 364-4-43 and 364-4-473.

10. Isolation and switching

Isolation, switching-off for mechanical maintenance, emergency switching, and functional switching (control) shall be provided and be in accordance with IEC Publications 364-4-46 and 364-5-537.

10.1 Depending on the application, there may be circuits which need not be switched off such as:

- a) lighting and socket-outlet circuits for the connection of repair and maintenance tools, for example lamps, drills (irrespective of their voltage);
- b) circuits supplying undervoltage trips and circuit-breaker closing and tripping devices which are operated with mains voltage, but are not used for control purposes;
- c) auxiliary circuits with voltages not exceeding band 1;
- d) other auxiliary circuits supplying essential components for example pumps, fans, etc., which shall not be switched-off during the period of interruption of the mains supply.

In the case of voltages exceeding band 1, the above-mentioned circuits shall employ cables or insulated conductors which shall be segregated from those following the supply disconnecting switch, and they shall be connected via separate specially enclosed terminals. They shall be provided with a separate disconnecting switch.

In the case specified under Item *b*) of Sub-clause 10.1, this disconnecting switch can be omitted. The circuits which are not disconnected by the supply disconnecting switch shall be indicated in the description.

10.2 High-voltage circuit-breakers are permissible for supply, disconnection and isolation, providing the following conditions exist:

- visible isolating distance is provided (for example disconnecting switches or withdrawn switchgear trucks);
- facilities are provided to lock in the off-position as well as to earth the outgoing cables;
- this switching device is exclusively used for the supply of the electroheat installation.

10.3 Control circuits

10.3.1 Control circuits shall be supplied at rated voltages not exceeding 250 V. The conductors shall be identified according to IEC Publication 204: Electrical Equipment of Industrial Machines.

10.3.2 Control circuits can be directly supplied from a network of Type TN or TT (see IEC Publication 364-3, Sub-clause 312.2).

10.3.3 Short-circuit protective devices shall be adequately calibrated for the switching elements in the control circuits.

10.3.4 Dans les circuits de commande alimentés au moyen d'un transformateur dont l'enroulement secondaire a une extrémité connectée à la terre, la protection contre les courts-circuits doit être assurée dans le conducteur non mis à la terre du côté secondaire. Une telle protection n'est pas exigée si les éléments de protection contre les courts-circuits du côté primaire assurent une sécurité équivalente.

10.3.5 Dans les circuits de commande alimentés au moyen d'un transformateur dont le point milieu de l'enroulement secondaire est mis à la terre, la protection contre les courts-circuits doit être prévue sur les deux pôles du côté secondaire des circuits de commande.

10.4 *Mise à la terre des circuits de commande*

10.4.1 Un défaut à la terre d'un quelconque circuit de commande ne doit pas provoquer une mise en service ni empêcher une mise hors service.

Afin de répondre à cette prescription, il est recommandé de mettre à la terre un côté du transformateur du circuit de commande et de raccorder convenablement les bobines et les contacts (voir le paragraphe 10.4.3). Les circuits de commande non mis à la terre et alimentés par un transformateur doivent être pourvus d'un dispositif de surveillance d'isolement qui, soit indique un défaut à la terre, soit coupe automatiquement le circuit après un défaut à la terre. La résistance interne à courant continu du dispositif de surveillance de l'isolement doit être d'au moins 15 k Ω . Pour certains dispositifs électroniques, il peut être nécessaire d'avoir une valeur beaucoup plus élevée de cette résistance.

Dans le cas de transformateurs de commande avec point milieu mis à la terre, un disjoncteur différentiel à courant résiduel doit être utilisé.

Note. — Le fonctionnement des dispositifs de surveillance de l'isolement peut être influencé par l'existence d'une composante continue.

10.4.2 Dans les circuits de commande où, pour des raisons d'exploitation, il est nécessaire de mettre à la terre une seule phase, par exemple dans des embrayages électromagnétiques ayant une terre interne ou dans des circuits de commande à composants électroniques, le constructeur doit prévoir une mise à la terre. Dans ce cas, des transformateurs de commande séparés ou un seul transformateur de commande à plusieurs enroulements secondaires isolés doivent être utilisés.

10.4.3 *Raccordement des bobines et des contacts*

Dans les circuits de commande dont un pôle est relié (ou est destiné à être relié) au circuit de protection, une borne (ayant de préférence toujours le même marquage) de la bobine motrice de chaque dispositif à commande électromagnétique (ou une borne d'autres dispositifs électriques) doit être reliée directement à ce pôle du circuit de commande et tous les contacts des dispositifs de commande qui commandent la bobine (ou le dispositif) doivent être placés entre l'autre borne de la bobine (ou du dispositif) et l'autre pôle du circuit de commande (pôle qui n'est pas relié au circuit de protection).

Les exceptions suivantes à cette règle sont permises:

- a) les contacts des relais de protection (relais de surcharge par exemple) peuvent être placés entre les bobines des dispositifs de commande et le pôle relié au circuit de protection, si les conducteurs reliant ces contacts aux bobines des appareils commandés par ces relais se trouvent dans le même compartiment de commande;
- b) dans des cas particuliers, lorsqu'une disposition différente des contacts conduit à une simplification des accessoires extérieurs de commande (trolley, enrouleurs de câbles, prises multiples, etc.) à condition que les prescriptions du premier alinéa du paragraphe 10.4.1 soient encore remplies.

Note. — L'adoption de l'exception du point b) nécessite une conception particulièrement soignée de l'ensemble pour éviter tout danger en cas de défaut. (Conformément au paragraphe 6.2.3.1 de la Publication 204-1 de la CEI.)

10.3.4 In control circuits supplied via a transformer having one end of the secondary winding connected to earth, short-circuit protection shall be provided in the unearthed conductor of the secondary side. No such protection is required if short-circuit protection elements on the primary side ensure equivalent safety.

10.3.5 In control circuits supplied via a transformer with earthed centre tap of the secondary winding, protection against short circuits shall be provided in both poles of the secondary side of the control circuits.

10.4 *Earthing of control circuits*

10.4.1 An earth fault on any control circuit shall neither cause inadvertent switching on nor prevent switching off of the load.

In order to fulfil this requirement, it is recommended that one side of the control transformers be earthed and coils and contacts be connected accordingly (see Sub-clause 10.4.3). Unearthed control circuits fed from a transformer shall be provided with an insulation monitoring device which either indicates an earth fault or interrupts the circuit automatically after an earth fault. The d.c. internal resistance of the insulation monitoring device shall be at least 15 k Ω . For certain electronic devices much higher values of this resistance may be necessary.

In the case of control transformers with earthed centre tap, a differential current circuit-breaker shall be used.

Note. — The operation of an insulation monitoring device may be influenced by the existence of a d.c. component.

10.4.2 In control circuits where single-pole earthing is required for operational reasons, for example with electromagnetic clutches having an internal earth or in control circuits with electronic components, the manufacturer shall provide for earthing. In this event, separate control transformers or one control transformer with several isolated secondary windings shall be used.

10.4.3 *Connection of coils and contacts*

In control circuits with one side connected (or intended to be connected) to the protective circuit, one terminal (preferably always having the same marking) of the operating coil of each electromagnetically operated device (or one terminal of other electrical devices) shall be connected directly to this side of the control circuit and all contacts of control devices which operate the coil (or the device) shall be inserted between the other terminal of the coil (or device) and the other side of the control circuit (which is not connected to the protective circuit).

The following exceptions to this rule are allowed:

- a) contacts of protective relays (for example overload relays) may be connected between the side connected to the protective circuit and the coils provided that the conductors between such contacts and the coils of the control devices on which the relay contacts operate are in the same control enclosure;
- b) in special cases, where a different arrangement of the contacts leads to a simplification of the external control accessories (trolleys, cable winders, multiple plugs, etc.), provided that the requirements of the first paragraph of Sub-clause 10.4.1 are still fulfilled.

Note. — With the exception under Item b) very careful design is required to avoid danger in case of a fault. (According to IEC Publication 204-1, Sub-clause 6.2.3.1).

11. Raccordement au réseau et raccordement interne

11.1 Dispositions générales

11.1.1 Le raccordement au réseau dépend du type du système d'alimentation conformément à la section 312 de la Publication 364-3 de la CEI. Les conducteurs doivent être repérés conformément à la Publication 446 de la CEI: Identification par couleurs des conducteurs isolés et des conducteurs nus, et à la Publication 391 de la CEI: Marques de repérage des conducteurs isolés.

11.1.2 Des dispositions doivent être prises pour que, dans les conditions normales de service, les conducteurs de raccordement ne puissent être soumis à des contraintes mécaniques anormales de traction, flexion, torsion, frottement, vibration ou à des effets de la chaleur, de l'humidité ou de vapeurs, qui seraient susceptibles de les endommager.

11.1.3 L'enveloppe des conducteurs doit être réalisée de manière à assurer:

- d'une part, la protection des isolants contre l'abrasion et les déchirures,
- d'autre part, la protection des conducteurs contre la traction et la torsion.

11.2 Raccordement fixe

11.2.1 Le dispositif destiné à éviter les efforts de traction ne doit pas être rendu actif et doit être conçu de manière à éviter toute dégradation du conducteur à protéger, du fait d'efforts anormaux de traction, conformément aux dispositions du paragraphe 11.1.2.

11.2.2 Au point d'entrée des canalisations fixes, le rayon de courbure des conducteurs doit être suffisamment grand pour éviter leur détérioration. Les conducteurs doivent pouvoir être introduits avec leur enveloppe, sans risque d'être endommagés.

11.3 Raccordement amovible et conducteurs souples

11.3.1 L'installation électrothermique qui n'est pas raccordée à demeure au réseau d'alimentation doit comporter un câble souple de raccordement qui ne peut être détaché qu'en utilisant un outil.

11.3.2 Tout câblage souple doit être pourvu d'une gaine de protection conforme aux prescriptions du paragraphe 11.1.3, et les dispositions prises pour réaliser la protection contre les efforts de traction et de torsion doivent être facilement identifiables. Aucune mesure présentant les caractéristiques d'un expédient n'est permise.

11.3.3 Les conducteurs souples doivent être protégés contre les pliages excessifs aux entrées dans l'équipement. Les dispositifs de protection doivent être fixés correctement et être de longueur suffisante.

11.3.4 Les entrées des conducteurs de raccordement doivent être prévues de façon que le revêtement protecteur des conducteurs puisse être introduit sans risque de détérioration. Ceci peut être réalisé en utilisant par exemple des manchons isolants.

11.3.5 L'espace prévu pour les conducteurs d'alimentation à l'intérieur des équipements doit être tel qu'on puisse les introduire et les raccorder facilement et qu'on puisse fixer solidement le couvercle, s'il en existe un, sans risque d'endommager les conducteurs.

11. Connection to the supply network and internal connections

11.1 General requirements

11.1.1 The connection to the supply network depends on the type of the supply system according to IEC Publication 364-3, Section 312. The conductors shall be identified according to IEC Publication 446: Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours, and IEC Publication 391: Marking of Insulated Conductors.

11.1.2 Steps shall be taken to ensure that interconnecting conductors in normal operating conditions undergo no abnormal mechanical stresses involving tension, flexing, torsion, friction or vibration, or effects of heat, moisture or vapours liable to damage them.

11.1.3 The enclosure of the conductors shall be such that it ensures:

- protection of insulation against abrasion and laceration,
- protection of conductors against tension and torsion.

11.2 Fixed connection

11.2.1 The device adopted for the avoidance of tensile stresses shall not be made live and shall also be so designed that any damage of the conductor to be protected from abnormal tensile stresses is prevented in accordance with Sub-clause 11.1.2.

11.2.2 At the point of entry of the fixed wiring, the bending radius of the conductors shall be sufficiently large to avoid damage. It shall be possible to insert the conductors with their covering without risk of damage.

11.3 Removable connection and flexible conductors

11.3.1 Electroheat equipment which is not permanently connected to the supply network shall have a flexible connecting cable which can only be removed by use of a tool.

11.3.2 All flexible wiring shall be provided with protective sheaths in accordance with the requirements of Sub-clause 11.1.3 and the steps taken to ensure protection against tensile stress and torsion shall be readily recognizable. Any method of an improvised nature is not allowed.

11.3.3 Flexible conductors shall be protected against excessive flexing at the points of insertion in the equipment. Protective devices shall be fixed securely and shall be sufficiently long.

11.3.4 The lead-in points of connecting conductors shall be such that the protective covering of the conductors can be inserted without risk of deterioration. This can be achieved by using, for example, insulating sleeves.

11.3.5 The spacing provided for the supply leads inside the apparatus shall be such that they can be easily inserted and connected, and if a cover or lid is provided, it shall be readily secured in position without risk of damage to conductors.

- 11.3.6 Dans le cas de raccord par contact glissant, les parties actives doivent être au moins protégées contre les contacts directs par leur inaccessibilité, aussi bien lorsque les éléments sont assemblés que lorsqu'ils ne sont pas assemblés mais sous tension; cette inaccessibilité est vérifiée par le doigt d'épreuve normalisé de la CEI.
- 11.3.7 Dans le cas d'un raccordement par prise de courant, les parties actives ne doivent pas être accessibles quand elles sont connectées ou quand elles sont déconnectées mais sous tension.
- 11.3.8 Les canalisations servant au raccordement des équipements amovibles doivent comporter tous les conducteurs actifs et les conducteurs de protection nécessaires au fonctionnement et à la sécurité d'utilisation, tous ces conducteurs étant électriquement distincts et disposés ensemble.
- 11.3.9 Lorsqu'on utilise plusieurs fiches dans une même installation, le risque existe de mélanger les fiches, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la sécurité et le fonctionnement de l'installation. Dans ces conditions les fiches utilisées doivent être de type différent (par exemple dans la forme ou la taille) ou bien porter des marques distinctes pour éviter toute confusion. Il en va de même pour les prolongateurs et les prises mobiles sur câbles souples.

12. Protection contre les chocs électriques

- 12.1 Des mesures de protection doivent être prises pour éviter les chocs électriques. Pour les installations des domaines de tension 1 et 2 et de fréquence allant jusqu'à 60 Hz, il y a lieu d'appliquer les prescriptions des Publications 364-4-41 et 364-4-471 de la CEI.

Note. — Pour les fréquences plus élevées, des spécifications sont données dans les règles particulières.

- 12.2 Par dérogation aux prescriptions des Publications 364-4-41 et 364-4-471 de la CEI, des contacts directs avec des parties actives à des tensions supérieures à 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu sont admissibles si le type d'installation ou les conditions d'exploitation de l'installation l'exigent, sous réserve que les conditions suivantes soient simultanément observées:
 - a) la tension nominale de l'installation ne doit pas dépasser la limite supérieure prévue pour les installations du domaine 2;
 - b) l'opérateur doit, à son poste de travail, être protégé par d'autres mesures de protection efficaces contre les conséquences d'un contact avec des parties conductrices actives en service normal. De telles mesures de protection sont par exemple: des plates-formes isolantes, des outils isolants ou mis à la terre.
- 12.3 Lorsque la nature de l'installation ou les conditions d'exploitation l'exigent, il est également permis de déroger aux conditions spécifiées dans les Publications 364-4-41 et 364-4-471 de la CEI relatives aux contacts indirects, pour ce qui concerne les masses et les parties conductrices accessibles dont la tension par rapport à la terre peut dépasser la limite de tension conventionnelle U_L spécifiée au paragraphe 413.1.1.4 de la Publication 364-4-41 de la CEI, sous réserve que les conditions suivantes soient simultanément remplies:
 - a) la tension nominale de l'installation ne doit pas dépasser la limite prévue pour les installations du domaine 2;
 - b) l'opérateur doit, à son poste de travail, être protégé par d'autres mesures de protection contre les conséquences d'un choc électrique en cas de défaut. De telles mesures de protection sont par exemple: des mesures individuelles comme les vêtements isolants, gants, chaussures, casques, lunettes, et des mesures collectives comme les plates-formes isolantes, les outils isolants ou mis à la terre.

Note. — Lorsqu'on applique les dérogations prévues aux paragraphes 12.2 et 12.3, il convient d'attirer l'attention sur l'article 15.

- 11.3.6 In the case of connection by sliding contact the live parts shall at least be protected by inaccessibility, checked by the IEC standard test finger, both when assembled and when separated but live.
- 11.3.7 In the case of connection by plug-and-socket devices the live parts shall not be accessible when parts are connected or when they are disconnected but are live.
- 11.3.8 The connecting lines of removable appliances shall contain all the active conductors and protective conductors necessary for their operation and safe use, all these conductors being electrically distinct and laid-up together.
- 11.3.9 In the case of an installation where several plugs are used, a risk of some plugs being mistaken for others resulting in the impairment of safety and operation. For this reason the plugs used shall be of such a type (for example shape, size or distinct marking) that no error is possible. The same shall apply to extensions and connectors to flexible leads.

12. Protection against electric shock

- 12.1 Protective measures against electric shock shall be provided. For installations of voltage bands 1 and 2 and frequencies up to 60 Hz, the requirements of IEC Publications 364-4-41 and 364-4-471 shall be applied.

Note. — For the higher frequencies, specifications are given in the particular requirements.

- 12.2 Requirements that differ from those of IEC Publications 364-4-41 and 364-4-471, concerning direct contact with live parts at a voltage above 25 V a.c. or 60 V d.c., are permissible if made necessary by the type of installation or operating conditions, provided the following conditions are simultaneously fulfilled:

- a) the rated voltage of the installation does not exceed voltage band 2;
- b) the operator at the operating post shall be protected by other effective measures against the consequences of contact with conductive parts which are live in normal service. Such protective measures are for instance: insulating platforms, insulated or earthed tools.

- 12.3 Requirements that differ from those of IEC Publications 364-4-41 and 364-4-471, concerning indirect contact are also permissible if made necessary by the type of installation or operating conditions, as far as exposed and accessible conductive parts are concerned whose voltage to earth may exceed the conventional voltage limit U_L specified in Sub-clause 413.1.1.4 of IEC Publication 364-4-41, provided the following conditions are simultaneously fulfilled:

- a) the rated voltage of the installation does not exceed the limit of voltage band 2;
- b) the operator at the operating post shall be protected by other protective measures against the consequences of electric shock in case of a fault. Such measures are for instance: individual measures such as insulating clothing, gloves, footwear, helmets, goggles and collective measures such as insulated platforms, insulated or earthed tools.

Note. — When applying Sub-clauses 12.2 and 12.3, attention should be given to Clause 15.

12.4 Dispositions en vue de la mise à la terre

Les dispositions concernant la mise à la terre doivent être conformes à la Publication 364-5-54 de la CEI.

- 12.4.1 Les parties métalliques accessibles des matériels électrothermiques qui sont susceptibles d'être mises accidentellement sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être reliées électriquement, d'une façon sûre et durable, par des connexions aussi courtes que possible, entre elles et à une borne de terre ou à un contact de terre de la fiche de raccordement.

En cas d'impossibilité du fait de la nature même du matériel, par exemple pour des matériels à hautes fréquences, les règles particulières doivent être observées.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas à de petites pièces métalliques isolées, telles que les vis ou les rivets.

- 12.4.2 Les installations électrothermiques prévues pour être raccordées à demeure au réseau d'alimentation ou avec des conducteurs souples fixés à demeure doivent être pourvues d'une borne de terre.

- 12.4.3 Le métal de la borne de terre doit être tel qu'il n'y ait pas de risque de corrosion au contact du métal du conducteur de terre dans les conditions normales d'utilisation. Dans le cas de bornes de terre en contact avec des éléments en alliage d'aluminium, des précautions appropriées doivent être prises pour éliminer tout risque de corrosion résultant du contact entre métaux différents.

- 12.4.4 Les vis des bornes de terre ne doivent pouvoir être desserrées qu'avec l'aide d'un outil.

- 12.4.5 Les bornes de terre doivent être marquées du symbole relatif aux bornes de terre (⊕) conformément au symbole 5019 de la Publication 417 de la CEI: Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.

- 12.4.6 Si les conducteurs souples fixés à demeure sur les installations électrothermiques du type mentionné au paragraphe 12.4.2 sont pourvus d'une fiche d'alimentation, celle-ci doit être pourvue d'un contact de terre.

- 12.4.7 La connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les éléments qui doivent être reliés doit être de faible résistance électrique. Pour les valeurs, voir les règles particulières de la Publication 519 de la CEI.

Note. — La méthode de vérification de cette résistance est actuellement à l'étude.

- 12.4.8 Les poignées, leviers, boutons-poussoirs, etc., dont les axes peuvent être mis sous tension en cas de défaut d'isolement, doivent être en matière isolante adaptée à la tension mise en jeu ou être recouverts d'un matériau isolant approprié ou bien encore être mis à la terre d'une manière sûre et fiable.

- 12.4.9 Les conducteurs de protection et les liaisons équipotentielles doivent convenablement supporter, sur les plans thermique et mécanique le courant maximal qui peut apparaître en cas de défaut, et ceci jusqu'à ce que le défaut ait été éliminé.

13. Protection contre les effets thermiques

Les dispositifs de protection contre les effets thermiques doivent être prévus conformément à la Publication 364-4-42 de la CEI.

12.4 Earthing provisions

Earthing provisions shall be made according to IEC Publication 364-5-54.

- 12.4.1 Accessible metal parts of electroheat equipment which are liable to become live accidentally in the event of an insulation fault shall be connected electrically in a safe and durable manner, by the shortest possible path, between themselves and to an earth terminal or an earth contact of the connector plug.

If this is not possible due to the nature of the equipment, for example in the case of high frequencies, the particular requirements shall be observed.

These requirements do not apply to small isolated metal parts such as screws or rivets.

- 12.4.2 Electroheat installations arranged for permanent connection to the supply network or with permanently fixed flexible conductors shall be provided with an earth terminal.

- 12.4.3 The metal of the earth terminal shall be such that there is no risk of corrosion when in contact with the metal of the earth conductor, under normal service conditions. In cases where earth terminals are in contact with aluminium alloy parts, suitable precautions should be taken for preventing any risk of corrosion due to contact between different metals.

- 12.4.4 It shall only be possible to loosen the screws of earth terminals by means of a tool.

- 12.4.5 Earth terminals shall be marked with the symbol for earth terminals ($\oplus$) according to symbol 5019 of IEC Publication 417: Graphical Symbols for Use on Equipment. Index, Survey and Compilation of the Single Sheets.

- 12.4.6 If the flexible conductors permanently fixed to electroheat installations of the type referred to in Sub-clause 12.4.2 have a mains plug, it shall have an earth contact.

- 12.4.7 The connection between the earth terminal or the earth contact and the parts which are to be connected shall be of low electrical resistance. For values see particular requirements of IEC Publication 519.

Note. — The method of checking the resistance is at present under consideration.

- 12.4.8 Handles, levers, push-buttons, etc., the spindles of which may become live through an insulation fault, shall be made of insulating material capable of withstanding the voltage involved, or else appropriately covered with an insulating material or safely and reliably earthed.

- 12.4.9 Protective conductors and equipotential connections shall adequately withstand thermally and mechanically the maximum current which may occur in the case of fault until the fault is cleared.

13. Protection against thermal influences

Protective measures against thermal influences shall be provided according to IEC Publication 364-4-42.