

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety in electroheating installations –
Part 1: General requirements**

**Sécurité dans les installations électrothermiques –
Partie 1: Exigences générales**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60519-1:2010



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety in electroheating installations –
Part 1: General requirements**

**Sécurité dans les installations électrothermiques –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 25.180.10

ISBN 978-2-88912-264-6

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope and object	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Classification of electroheating equipment	15
4.1 General	15
4.2 Classification of electroheating equipment according to process frequency	15
4.2.1 Direct current equipment	15
4.2.2 Low-frequency equipment	16
4.2.3 Mains-frequency equipment	16
4.2.4 Medium-frequency equipment	16
4.2.5 High-frequency equipment	16
4.2.6 Microwave equipment	16
4.2.7 Infrared equipment	16
5 General requirements	16
5.1 General	16
5.2 Electroheating equipment	17
5.3 Electric equipment of electroheating installations	18
5.4 Electrostatic charges	19
5.5 Magnetic, electric and electromagnetic fields	19
5.6 Electromagnetic compatibility	19
5.7 Ionizing radiation	20
5.8 Liquid cooling	20
6 Isolation and switching	20
6.1 General	20
6.2 Switching-off of control and auxiliary circuits	21
6.3 Switching at high voltage levels	21
7 Connection to the electrical supply network and internal connections	21
7.1 General requirements	21
7.2 Fixed electric connection	22
7.3 Removable connection and flexible conductors	22
8 Protection against electric shock	22
8.1 General	22
8.2 Direct contact – special measures	23
8.3 Indirect contact – special measures	23
9 Equipotential bonding	23
9.1 General	23
9.2 Protective bonding circuits	23
9.2.1 General	23
9.2.2 Protective conductors	23
9.2.3 Continuity of the protective bonding system	23
9.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding system	23
9.2.5 Parts that need not be connected to the protective bonding system	23
9.2.6 Interruption of the protective bonding system	24

9.2.7	Protective conductor connecting points	24
9.2.8	Protective bonding for electroheating installations with earth leakage current above 10 mA	24
9.3	Functional bonding	24
9.4	Prohibition of the use of earth as part of an active circuit	24
10	Control circuits and control functions	24
10.1	Control circuits	24
10.2	Earthing of control circuits	25
10.3	Control functions	25
10.3.1	General	25
10.3.2	Start and stop functions	26
10.3.3	Operating modes	26
10.3.4	Suspension of safety functions and/or protective measures	26
10.3.5	Emergency operations	26
10.3.6	Cableless control	26
10.4	Control functions in the event of failure	26
11	Protection against thermal influences	26
12	Protection against other hazards	27
13	Marking, labelling and technical documentation	27
13.1	Marking	27
13.2	Warning marking	28
13.3	Labelling	28
13.4	Technical documentation	28
14	Commissioning, inspection, operation and maintenance	28
14.1	General requirements	28
14.2	Commissioning and inspection	29
14.3	Safety instructions for operation	29
14.4	Instructions for maintenance work	29
Annex A (normative)	Protection against electric shock – special measures	31
Bibliography		32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTROHEATING INSTALLATIONS –

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60519-1 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2003. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- scope and object have been modified, voltage limits and classification removed;
- terms/definitions, normative references and bibliography have been updated and completed;
- Clause 4 on classification of equipment according to process frequency has been modified;
- Clause 5 (*General requirements*) has been redrafted and new provisions have been added (e.g. relating to single fault conditions and EMF issues), following the recommendations of IEC Guide 104;

- Clause 8 has been redrafted, the contents of subclauses 8.2 and 8.3 has been moved to a new normative Annex A and 8.4 has been deleted;
- a new Clause 12 (*Protection against other hazards*) has been added;
- clauses dealing with marking and documentation have been amended.

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

FDIS	Report on voting
27/770/FDIS	27/778/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts of IEC 60519 series, under the general title *Safety in electroheating installations*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of a new edition.

The clauses of parts of the IEC 60519 series (hereinafter called Particular Requirements) supplement or modify the corresponding clauses of Part 1. Where the text of subsequent parts indicates an "addition" to or a "replacement" of the relevant provision of Part 1, these changes are made to the relevant text of Part 1. Where no change is necessary, the words "This clause of Part 1 is applicable" are used. Additional specific provisions to those in Part 1 are given in the Particular Requirements as additional clauses, subclauses or Annexes.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of November 2012 have been included in this copy.

INTRODUCTION

International Standard IEC 60519 *Safety in electroheating installations* consists of several parts. Part 1 comprises clauses of a general character and provisions common to various types of industrial electroheating installations or equipment. Subsequent parts of the IEC 60519 series (hereinafter called Particular Requirements) contain specific provisions for particular types of electroheating installations or equipment.

- Part 1: *General requirements*
- Part 2: *Particular requirements for resistance heating equipment*
- Part 3: *Particular requirements for induction and conduction heating and induction melting installations*
- Part 4: *Particular requirements for arc furnace installations*
- Part 5: *Specifications for safety in plasma installations*
- Part 6: *Specifications for safety in industrial microwave heating equipment*
- Part 7: *Particular requirements for installations with electron guns*
- Part 8: *Particular requirements for electroslog remelting furnaces*
- Part 9: *Particular requirements for high-frequency dielectric heating installations*
- Part 10: *Particular requirements for electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications*
- Part 11: *Particular requirements for installations using the effect of electromagnetic forces on liquid metals*
- Part 21: *Particular requirements for resistance heating equipment – Heating and melting glass equipment*

NOTE Additional parts covering particular industrial electroheating installations or equipment may be prepared in the future.

SAFETY IN ELECTROHEATING INSTALLATIONS –

Part 1: General requirements

1 Scope and object

This part of IEC 60519 specifies the general safety requirements applicable to industrial electroheating installations.

In case these requirements differ from those of other IEC publications, an equivalent degree of safety is ensured.

The requirements apply to industrial installations, intended for electroheating and electroheat based treatment technologies, with the possible use of the following equipment:

- equipment for direct and indirect resistance heating;
- equipment for electric resistance trace heating;
- equipment for induction heating;
- equipment using the effect of EM forces on liquid metals;
- equipment for arc heating, including submerged arc heating;
- equipment for electros slag remelting;
- equipment for plasma heating;
- equipment for microwave heating;
- equipment for dielectric heating;
- equipment for electron beam heating;
- equipment for laser heating;
- equipment for infrared radiation heating.

NOTE 1 The list presents typical examples of equipment used in installations covered by this standard and is not exhaustive.

This standard is not applicable for heating appliances for household (e.g. electric cooking), laboratory or medical applications or for welding equipment, if covered by other particular standards, nor does it apply to any kind of space heating.

This standard refers to normal operation of industrial electroheating installations. It is intended to ensure the safety of persons also in the case of abnormal operation and when faults occur in electroheating installations. This standard presumes that the installations are operated and maintained only by personnel consisting of instructed or skilled persons, respectively.

The object of this standard is to specify the general safety requirements for electroheating installations. These safety requirements concern the protection of persons and the environment against dangers of electrical origin and also against certain dangers of non-electrical origin, common to all types of equipment and installations.

Certain clauses of this standard concern not only safety of personnel but also protection of the environment.

The overall safety requirements result from the joint application of the general requirements specified in this standard and Particular Requirements concerning the specific industrial

application of electroheat. These Particular Requirements supplement, modify or replace the general requirements.

The Particular Requirements cover particular safety relevant features such as high voltages and electric fields or high currents and magnetic fields, also with respect to the frequencies.

NOTE 2 Information on non-electrical hazards possibly arising from the utilization of industrial electroheating equipment may also be taken from European Standard EN 746-1 (see Bibliography), which specifies common safety requirements for industrial thermoprocessing equipment.

General test methods for industrial electroheating installations are specified in IEC 60398.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-841:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 841: Industrial electroheat*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60110-1:1998, *Power capacitors for induction heating installations – Part 1: General*

IEC 60204-1:2005¹, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

Amendment 1 (2008)

IEC 60204-11, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-42, *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-53, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-5-54, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

¹ There is a consolidated edition 5.1 (2009) that includes IEC 60204-1 (2005) and its amendment 1 (2008).

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60446, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61936-1, *Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

ISO 3864-1, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-841:2004 and the following apply.

NOTE 1 Unless otherwise stated, the terms "voltage" and "current" apply to the r.m.s. values in the case of a.c.

NOTE 2 The electrical terms and quantities associated with the word "rated" refer to the electroheating equipment itself, unless otherwise stated. The terms "rated voltage", "rated current" or "rated power" refer 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 marked on the electroheating equipment.

3.1

direct contact

electric contact of persons or animals with live parts

[IEC 60050-195:1998, 195-06-03]

3.2

earthing conductor

grounding conductor (US)

earth conductor (deprecated)

conductor which provides a conductive path, or part of the conductive path, between a given point in a system or in an installation or in equipment and an earth electrode

[IEC 60050-195:1998, 195-02-03]

3.3

earth leakage current

current flowing from the live parts of the installation to earth, in the absence of an insulation fault

[IEC 60050-442: 1998, 442-01-24]

3.4

electric connection

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

3.5

electric equipment

item used for such purposes as generation, conversion, transmission, distribution or utilization of electric energy, such as converters, transformers, capacitors, switchgear and controlgear, measuring instruments, protective devices and wiring systems

[IEC 60050-826:2004, 826-16-01, modified]

3.6

electrical installation

assembly of associated electric equipment having co-ordinated characteristics to fulfil specific purposes

[IEC 60050-826:2004, 826-10-01]

3.7

(electrically) instructed person

person adequately advised or supervised by electrically skilled persons to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electroheating installations can create (operating and maintenance staff)

[IEC 60050-826:2004, 826-18-02, modified]

3.8

(electrically) skilled person

person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electroheating installations can create

[IEC 60050-826:2004, 826-18-01, modified]

3.9

electroheat

branch of science and technology dealing with the conversion of electric energy into thermal energy for useful purposes

[IEC 60050-841:2004, 841-21-22, modified]

3.10

electroheating equipment

electroheat equipment

equipment in which electric energy is converted into thermal energy for useful purposes

NOTE The term covers also equipment using the effect of electromagnetic forces on liquid metals.

[IEC 60050-841:2004, 841-22-01, modified]

3.11

electroheating installation

electroheat installation

installation composed of electroheating equipment, electric equipment and mechanical accessories needed for its operation and use

[IEC 60050-841:2004, 841-22-02, modified]

3.12**emergency switching-off**

operation intended to switch-off any electric power from an electrical installation to avert or alleviate a hazardous situation

[IEC 60050-826:2004, 826-17-03, modified]

3.13**enclosure**

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[IEC 60050-195:1998, 195-02-35]

NOTE For the classification of degrees of protection provided by enclosures (IP Code), see IEC 60529.

3.14**equipotential bonding**

provision of electric connections between conductive parts, intended to put them at a substantially equal potential

[IEC 60050-195:1998, 195-01-10, modified]

3.15**equipotential bonding system****EBS**

interconnection of conductive parts providing equipotential bonding between those parts

NOTE If an equipotential bonding system is earthed, it forms part of an earthing arrangement.

[IEC 60050-195:1998, 195-02-22]

3.16**exposed conductive part**

conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not live in normal operation, but which can become live under fault conditions

[IEC 60050-826:2004, 826-12-10, modified]

3.17**extraneous conductive part**

conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce an electric potential, generally the electric potential of a local earth

[IEC 60050-826:2004, 826-12-11]

3.18**failure**

termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE 1 After a failure the item has a fault.

NOTE 2 "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.

NOTE 3 This concept as defined does not apply to items consisting of software only.

NOTE 4 In practice, the terms fault and failure are often used synonymously.

[IEC 60204-1:2005, 3.25]

3.19

fault

state of an item characterized by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

NOTE 1 A fault is often the result of a failure of the item itself, but may exist without prior failure.

NOTE 2 In English, the term "fault" and its definition are identical with those given in IEC 191-05-01. In the field of machinery, the French term "défaut" and the German term "Fehler" are used rather than the terms "panne" and "Fehlzustand" that appear with this definition.

[IEC 60204-1:2005, 3.26]

3.20

fixed electric connection

electric connection requiring the use of a tool for mounting and dismantling purposes

NOTE In all other cases, the connection is removable.

3.21

functional bonding

equipotential bonding necessary for proper functioning of electrical equipment

[IEC 60204-1:2005, 3.27]

3.22

functional switching

operation intended to switch on or off or vary the supply of electric energy to an electrical installation or parts of it for normal operating purposes

[IEC 60050-826:2004, 826-17-05]

3.23

harm

physical injury or damage to the health of people, or damage to property or the environment

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.3]

3.24

hazard

potential source of harm

NOTE The term hazard can be qualified in order to define its origin (e.g. electrical hazard, mechanical hazard) or the nature of the potential harm (e.g. electric shock hazard, cutting hazard, toxic hazard, fire hazard).

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.5, modified]

3.25

indirect contact

electric contact of persons or animals with exposed-conductive parts which have become live under fault conditions

[IEC 60050-195:1998, 195-06-04]

3.26

input frequency

frequency of the supply voltage to the electroheating installation

3.27**insulation**

all the insulating materials necessary to ensure the proper operation of the equipment and protection against electric shock

NOTE 1 It refers also to the action of insulating.

NOTE 2 Under certain circumstances, the heat insulation materials employed for electroheating equipment may equally perform the function of the electrical insulation.

3.28**isolation**

function intended to make dead for reasons of safety all or a discrete section of the electrical installation by separating the electrical installation or section from every source of electric energy

[IEC 60050-826:2004, 826-17-01]

3.29**leakage current****earth current** (deprecated)

electric current in an unwanted conductive path under normal operating conditions

[IEC 60050-195:1998, 195-05-15]

3.30**live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor

NOTE This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

[IEC 60050-195:1998, 195-02-19]

3.31**manufacturer**

maker of the electroheating equipment or installation (who may also be the supplier, importer or agent) responsible for compliance with this standard

NOTE From the perspective of the user, the manufacturer is a party responsible for the design, development, manufacture, supply and commissioning of the equipment or installation.

3.32**normal operation**

operation of the electroheating installation or equipment specified by the manufacturer and agreed with the user

3.33**PEL conductor**

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a line conductor

[IEC 60050-195:1998, 195-02-14]

3.34**PEM conductor**

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a mid-point conductor

[IEC 60050-195:1998, 195-02-13]

3.35

PEN conductor

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a neutral conductor

[IEC 60050-195:1998, 195-02-12]

3.36

photocoupler

optocoupler

optoelectronic device designed for the transfer of electrical signals by utilizing optical radiation to provide coupling while the output is isolated from the input

[IEC 60050-521:2002, 521-04-45]

NOTE This device may provide immunity against electromagnetic influences as well as independence of the distance of two voltage system levels.

3.37

process frequency

frequency of voltage or current used for the process in which electric energy is converted into thermal energy

3.38

protective conductor

(identification: PE)

conductor provided for purposes of safety, for example protection against electric shock

[IEC 60050-195:1998, 195-02-09]

NOTE In an electrical installation, the PE conductor is normally also considered as a protective earthing conductor.

3.39

protective earthing

protective grounding (US)

earthing a point or points in a system or in an installation or in equipment, for purposes of electrical safety

[IEC 60050-195:1998, 195-01-11]

3.40

protective equipotential bonding system

PEBS

equipotential bonding system providing protective-equipotential-bonding

[IEC 60050-826:2004, 826-13-31]

3.41

protective earthing conductor

protective grounding conductor (US)

protective conductor provided for protective earthing

[IEC 60050-195:1998, 195-02-11]

3.42

rated voltage

voltage for which an installation (or a part thereof) is designed

3.43**reasonably foreseeable misuse**

use of a product, process or service in a way not intended by the supplier, but which may result from readily predictable human behaviour

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.14]

3.44**residual voltage** (on a capacitor)

voltage remaining between the terminals of a capacitor after switching off its supply

[IEC 60110-1:1998, 1.3.24, modified]

3.45**single fault condition**

condition in which one means for protection against hazard is defective

NOTE If a single fault condition results unavoidably in another single fault condition, the two failures are considered as one single fault condition.

[IEC 60050-851:2008, 851-11-20]

3.46**supply network****supply system**

electric power transmission or distribution system not exclusively used for supplying an electroheating installation

3.47**switching-off for mechanical maintenance**

opening operation of a switching device intended to inactivate an item or items of electrically powered equipment for the purpose of preventing a hazard, other than that due to electric shock or to arcing, during non-electrical work on the equipment

[IEC 60050-826:2004, 826-17-02]

3.48**user**

party or parties responsible for the use and maintenance of the electroheating equipment or installation, from putting into service to de-commissioning at the end of product life

3.49**workload**

object or material being processed

4 Classification of electroheating equipment**4.1 General**

Electroheating equipment is in general classified according to process frequency as specified in 4.2.

4.2 Classification of electroheating equipment according to process frequency**4.2.1 Direct current equipment**

Equipment with rated process frequency of 0 Hz.

4.2.2 Low-frequency equipment

Equipment with rated process frequencies not greater than 60 Hz (excluding mains-frequency equipment).

4.2.3 Mains-frequency equipment

Equipment with rated process frequency equal to the frequency of the a.c. public supply network, usually 50 Hz or 60 Hz.

NOTE This frequency is used directly from the mains.

4.2.4 Medium-frequency equipment

Equipment with rated process frequencies greater than mains frequency but less than or equal to 100 kHz.

4.2.5 High-frequency equipment

Equipment with rated process frequencies greater than 100 kHz but less than or equal to 300 MHz.

4.2.6 Microwave equipment

Equipment with rated process frequencies greater than 300 MHz but less than or equal to 300 GHz.

4.2.7 Infrared equipment

Equipment with rated process frequencies greater than 300 GHz but less than or equal to 400 THz.

NOTE 1 These frequencies correspond to the free space wavelengths of microwaves (1 mm) and visible light (approximately 750 nm), respectively.

NOTE 2 Laser beam heating equipment also operates in this frequency range.

5 General requirements

5.1 General

5.1.1 Electroheating installations shall be so designed and constructed that when installed and used in accordance with manufacturer's instructions, any hazard to personnel or environment is prevented, as far as practicable.

5.1.2 Electroheating installations shall be so designed and manufactured that they can function safely in normal operation and under single fault condition.

NOTE Detailed provisions concerning normal operation and single fault conditions are given in the Particular Requirements.

5.1.3 Abnormal operation shall be considered and avoided, as far as practicable.

NOTE 1 Abnormal operation may result from e.g. lack of attention of the operator, spillage, expulsion or shattering of the workload, interruption of the flow of workload in equipment for continuous operation or operation without workload in equipment for batch operation.

NOTE 2 Specifications for abnormal operation and resulting requirements are given in the Particular Requirements.

5.1.4 Assembly and operation of components shall be in accordance with the manufacturer's instructions.

5.1.5 For electroheating installations of voltages up to 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. and frequencies of up to 60 Hz, the following parts of IEC 60364 shall apply: IEC 60364-1:2005, IEC 60364-4-41, IEC 60364-4-42, IEC 60364-4-43, IEC 60364-5-53 and IEC 60364-5-54. For electroheating equipment of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c., special requirements of this standard shall be complied with. IEC 60204-11 and IEC 61936-1 may be taken as guidance.

For electrical equipment of voltages up to 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. and frequencies of up to 200 Hz, IEC 60204-1:2005 may be taken as guidance. IEC 60204-1:2005 however does not cover power circuits, where electrical energy is directly used as a working tool.

5.1.6 Safety aspects vary with the frequency range.

NOTE For example, connections which are equipotential for d.c., mains or low frequencies may be not equipotential for frequencies above 100 kHz.

5.1.7 Protective measures against overcurrent shall be provided in accordance with the relevant standards, for example IEC 60364-4-43 and 7.2 of IEC 60204-1:2005.

5.1.8 Protective measures against electric shock shall be taken (see Clause 8).

5.1.9 Where danger or damage may arise due to an interruption of the supply, suitable provisions shall be made (see 7.5 of IEC 60204-1:2005).

5.1.10 In hydraulic circuits measures shall be taken to avoid dangerous overpressure, for example by safety valves or temperature limiters. Switching valves are to be placed in a way ensuring avoidance of overpressure and damage of certain delicate parts.

5.1.11 Escape routes shall be provided, to allow fast evacuation of personnel from the operating area in case of any hazardous incident, e.g. due to fire, noxious emissions, workload eruptions and the like.

5.2 Electroheating equipment

5.2.1 All parts of electroheating equipment shall be designed, constructed and installed taking into account the voltages and frequencies used (0 Hz included), the mode of operation, the relevant IEC standards and the relevant instructions according to good engineering practice.

The equipment shall be used only for purposes and in operating conditions for which it has been designed.

5.2.2 For electroheating equipment with voltages exceeding 1 000 V, the ionization phenomena which could occur at high temperatures under high electric fields shall be taken into account in design of insulation distances along surfaces and/or in air. Particular care shall be taken in case of metallic vapour emission, splashes, pollution, etc., according to IEC 60664-1.

NOTE Additional specific requirements are given in the Particular Requirements.

5.2.3 For equipment, whose process frequency may vary around the rated process frequency within a certain range, the frequency most unfavourable for safety requirements shall be considered.

NOTE 1 Special attention should be paid to the fact that in some cases, for example in equipment with resonant circuits, the voltage may exceed its rated value due to resonance phenomena. The consequences for the compliance with absolute maximum voltage limits are dealt with in the Particular Requirements.

NOTE 2 For equipment, which contains parts under high voltage (e.g. obtained from LV by a step-up transformer, or fed from medium or high voltage supply network through a dedicated transformer) information given in IEC 60204-11 should be considered.

5.2.4 Electroheating equipment shall be so designed, constructed and installed as to be sufficiently stable during operation, taking into account all possible positions of its movable parts. 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.

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

5.3 Electric equipment of electroheating installations

5.3.1 Electric equipment shall be designed and constructed to ensure the safety of personnel taking care of electrical hazards but also of other hazards according to Clause 12.

Electric equipment shall comply with the relevant IEC standards, as far as they exist and apply. It shall also comply with the requirements for electroheating installations and/or equipment.

Electric equipment shall be so designed that currents flowing in normal operation do not cause dangerous heating of conductors, insulation or nearby parts of the electroheating installation.

5.3.2 Circuits comprising transformers, inductors and capacitors shall be designed to obviate the occurrence of excessive voltages or currents (e.g. by resonance effect), which if maintained may cause a danger due to deterioration of the electroheating installation.

5.3.3 Provisions to avoid hazards due to energy stored in capacitors and inductive components during or after switch-off shall be taken. Protection against residual voltages on capacitors shall be provided by effective discharge of capacitors. Guidance may be taken from relevant standards, for example IEC 60110-1:1998, IEC 60204-1:2005 or specific standards for power generators and/or capacitors not covered by IEC 60110-1:1998. Appropriate instructions for the users, if necessary, shall be given in the operating manual and according to the circumstances by a warning label on the equipment.

5.3.4 Electric equipment shall be so designed that it does not deteriorate during normal operation due to physical and chemical effects, created by e.g. electromagnetic forces, ultraviolet, heat from the surroundings, spatter of molten material and salt, humidity, oil, shocks or friction. If necessary, suitable structural measures shall be taken, for example by providing gutters, protective channels or conduits and similar means.

5.3.5 For inspection and maintenance, the electric equipment and its parts, and particularly those liable to wear, shall be easily accessible, as far as reasonable.

5.3.6 Where forced cooling of components is employed, provisions shall be made for monitoring the cooling action. Should the cooling be insufficient, an alarm shall be given and, if necessary, the electroheating equipment shall be switched off or safety otherwise ensured.

5.3.7 Sensors of any physical quantity and actuators shall be selected and mounted taking into account all possible operating conditions (e.g. temperature, mechanical action or electromagnetic phenomena).

5.3.8 Pushbuttons shall be in accordance with 10.2 of IEC 60204-1:2005.

5.3.9 Indicator lights and displays shall be in accordance with 10.3 of IEC 60204-1:2005.

5.3.10 Emergency switching-off devices shall be in accordance with 10.8 of IEC 60204-1:2005.

5.4 Electrostatic charges

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

NOTE Specifications for harmless discharges are under consideration.

5.5 Magnetic, electric and electromagnetic fields

The electroheating equipment shall be designed and operated so as to protect personnel and the environment from harmful effects of magnetic, electric and electromagnetic fields emitted from it. Secondary phenomena such as eddy currents and/or induced voltages shall also be taken into account.

NOTE Provisions are given in the Particular Requirements, if applicable. Information can be found in, for example, IEC 62311 or ICNIRP Guidelines (see Bibliography), and in national and/or regional regulations.

5.6 Electromagnetic compatibility

5.6.1 Electromagnetic disturbances created by electroheating equipment shall be within the limits given in CISPR 11, as far as it applies.

5.6.2 Voltage fluctuations and flicker shall be taken into account, if necessary.

NOTE 1 For the evaluation of voltage fluctuation and flicker the characteristics of the supply system are to be taken into account.

NOTE 2 Information on voltage fluctuation and flicker for equipment with a rated input current less or equal to 16 A can be found in IEC 61000-3-3.

NOTE 3 Information on the limitation of voltage fluctuations and flicker for equipment with a rated input current greater than 16 A can be found in IEC 61000-3-5, and for equipment with a rated input current less or equal to 75 A, see also IEC 61000-3-11.

NOTE 4 Information on the limitation of fluctuating loads in medium-voltage and high-voltage power systems can be found in IEC/TR 61000-3-7.

5.6.3 Effects of harmonic currents shall be taken into account, if necessary.

NOTE 1 For the evaluation of the type and amount of harmonics, the characteristics of the supply system are to be taken into account.

NOTE 2 Information on emission for low-voltage equipment with a rated input current less or equal to 16 A can be found in IEC 61000-3-2.

NOTE 3 Information on the limitation of harmonic currents for equipment with a rated current greater than 16 A can be found in IEC 61000-3-4.

NOTE 4 Information on the limitation of distorting loads in medium-voltage and high-voltage power systems can be found in IEC/TR 61000-3-6.

5.6.4 Immunity to electromagnetic fields shall be taken into account, if necessary.

NOTE General information on immunity requirements for industrial equipment may be taken from IEC 61000-6-2.

5.7 Ionizing radiation

Devices and components for measurement or monitoring of electroheating installations emitting ionizing radiation shall comply with respective legal regulations. This also applies to the workload of particular electroheating equipment.

NOTE 1 Specific requirements are given in the Particular Requirements.

NOTE 2 Information can be found for example in ICRP Publication 60 (see Bibliography) and in national and/or regional regulations.

5.8 Liquid cooling

5.8.1 Where live parts, for example inductors, transformers, capacitors, busbars, cables as well as boiler or machinery parts, are liquid-cooled, the quality of the coolant, the length of the hoses and the material used for tubes and hoses shall be such that the touch voltage resulting from leakage currents does not impair safety.

NOTE Special attention may need to be given to hose fittings employed.

5.8.2 The following data of the coolant and cooling system shall be given, together with a schematic drawing of the cooling system showing individual cooling circuits, by the manufacturer in the technical documentation (13.4).

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

5.8.3 The formation of bubbles in cooling systems, reducing the cooling effect, shall be avoided, as far as possible.

5.8.4 Closed cooling circuit is preferred to reduce the risk of environment pollution and loss of coolant.

5.8.5 All parts through which the coolant flows shall withstand at least 1,5 times the rated operational pressure.

NOTE Provisions for special devices, which according to manufacturer's information may not withstand this test pressure, are given in the Particular Requirements.

5.8.6 Precautions should be taken to limit the formation of deposits, corrosion and gases, which may be detrimental for the cooling system. The formation of condensation shall be avoided as far as possible. Impact of galvanic effects on the hose connectors shall be checked regularly.

6 Isolation and switching

6.1 General

Isolation, switching-off for maintenance, emergency switching, and functional switching (control) shall be provided and be in accordance with the relevant standards, for example IEC 60364-4-41, IEC 60364-5-53 and IEC 60204-1:2005.

6.2 Switching-off of control and auxiliary circuits

Examples of control and auxiliary circuits, which depending on the application need not be switched off, are:

- a) lighting and socket-outlet circuits for the connection of repair and maintenance tools, for example lamps or drills (irrespective of their voltage);
- b) circuits supplying undervoltage trips and circuit-breaker closing and tripping devices which are operated at mains voltage, but are not used for control purposes;
- c) auxiliary circuits with voltages not exceeding 50 V a.c. or 120 V smooth d.c.;
- d) other auxiliary circuits supplying essential components, for example pumps, fans and drives, which shall not be switched off during the period of interruption of the mains supply.

In the case of voltages exceeding 50 V a.c. or 120 V smooth d.c. the above-mentioned circuits shall employ cables or insulated conductors segregated from those following the supply disconnecting switch. They shall be connected via separate specially enclosed terminals and shall be provided with a separate disconnecting switch.

In the case specified under item b), this disconnecting switch need not be applied. The circuits, which are not disconnected by the supply-disconnecting switch, shall be clearly indicated in the technical documentation.

6.3 Switching at high voltage levels

Circuit breakers are permissible for supply, disconnection and isolation, providing the following conditions exist:

- isolating distance is provided and visible (e.g. a disconnecting switch or withdrawn circuit-breaker);
- facilities are provided to prevent closing of the isolating switches as well as to provide connections to earth of the outgoing cables or busbars.

Switching equipment used in high power circuits of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. shall be designed and installed to ensure safety in normal and abnormal operation. Guidance for isolation for voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. may also be taken from IEC 61936-1 and IEC 60204-11.

7 Connection to the electrical supply network and internal connections

NOTE Clause 7 applies to internal connections operating at frequencies up to 100 kHz. Specific provisions for higher frequencies are given in the Particular Requirements, if necessary.

7.1 General requirements

7.1.1 The connection to the electrical supply network depends on the type and the voltage of the supply system according to Clause 312 of IEC 60364-1:2005. The conductors shall be in accordance with the relevant standards, for example Clause 12 of IEC 60204-1:2005. The conductors shall be identified according to IEC 60446.

7.1.2 Interconnecting conductors shall be designed and arranged so that in normal operation they do not undergo abnormal mechanical stresses, e.g. due to tension, flexing, torsion, friction or vibration, or effects of heat, moisture or vapours liable to damage them.

Single fault conditions shall be considered as well.

7.1.3 Enclosures of conductors shall ensure:

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

7.2 Fixed electric connection

7.2.1 Devices adopted to avoid tensile stress in fixed electric connections shall not be made live. They shall also be so designed that any damage of the conductor to be protected from abnormal tensile stresses is prevented in accordance with 7.1.2.

7.2.2 The bending radius of conductors/cables shall be large enough at the point of entry to prevent any damage. Connection of conductors including their covering shall be possible without risk of damage.

7.3 Removable connection and flexible conductors

7.3.1 Electroheating equipment which is not permanently connected to the supply network shall have a permanently-fixed flexible connecting conductor which can only be removed by the use of tools.

7.3.2 All flexible wiring shall be provided with protective sheaths in accordance with the requirements of 7.1.2 and the steps taken to ensure protection against tensile stress and torsion shall be readily recognizable.

7.3.3 Flexible conductors shall be protected against excessive flexing at the points of entry. Protective devices shall be long enough and fixed securely.

7.3.4 The lead-in points of connecting conductors shall be such that the protective covering of the conductors can be inserted without risk of deterioration.

NOTE The use of insulating sleeves is recommended.

7.3.5 The spacing provided for the supply leads inside the installation 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 the conductors.

7.3.6 Connections using a sliding contact shall be inaccessible and checked by a standard test finger according to IEC 60529, both when connected and disconnected but live.

7.3.7 Live parts of plug-and-socket devices shall be inaccessible when connected or disconnected but live.

7.3.8 Removable connecting lines shall contain necessary active and protective conductors clearly identified and laid-up together.

7.3.9 In installations, where several plugs are used, an erroneous connection shall be prevented by shape or distinct marking of the plugs.

8 Protection against electric shock

8.1 General

Protective measures against electric shock shall be provided. For installations of voltages not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. and frequencies not exceeding 60 Hz, the requirements of IEC 60364-4-41 apply. For installations of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. with frequencies not exceeding 60 Hz, the requirements of IEC 61140 apply.

NOTE 1 For frequencies between 60 Hz and 100 kHz, specifications are given in the Particular Requirements.

NOTE 2 The permissible touch voltage as function of frequency is under consideration.

8.2 Direct contact – special measures

Specifications on special measures in case of direct contact are given in the Particular Requirements, as relevant (see also Annex A, Clause A.1).

8.3 Indirect contact – special measures

Specifications on special measures in case of indirect contact are given in the Particular Requirements, as relevant (see also Annex A, Clause A.2).

9 Equipotential bonding

9.1 General

This clause provides requirements for both protective and functional bonding.

9.2 Protective bonding circuits

9.2.1 General

Protective bonding circuits consist of:

- PE terminal(s);
- conductive structural parts of the electroheating installation;
- charging devices, in case operated when the electroheating installation is switched on;
- protective conductors in the electroheating installation including sliding contacts, in case they are part of the circuit.

All parts of the protective bonding circuits shall be so designed that they are able to withstand the highest thermal and mechanical stress, which may be caused by earth-fault currents, which could flow in any part of the protective bonding circuits.

Any structural part of the electric equipment may be used as part of the protective bonding circuit, in case an earth fault monitoring system is installed.

9.2.2 Protective conductors

Protective conductors shall be in accordance with 8.2.2 of IEC 60204-1:2005.

9.2.3 Continuity of the protective bonding system

Continuity of the protective bonding system shall be in accordance with 8.2.3 of IEC 60204-1:2005.

9.2.4 Exclusion of switching devices from the protective bonding system

Subclause 8.2.4 of IEC 60204-1:2005 applies.

9.2.5 Parts that need not be connected to the protective bonding system

Parts described in 8.2.5 of IEC 60204-1:2005 need not be connected to the protective bonding system.

9.2.6 Interruption of the protective bonding system

Subclause 8.2.4 of IEC 60204-1:2005 applies.

9.2.7 Protective conductor connecting points

Subclause 8.2.6 of IEC 60204-1:2005 applies.

9.2.8 Protective bonding for electroheating installations with earth leakage current above 10 mA

For electroheating installations with earth leakage current exceeding 10 mA a.c. (mains frequency) or 10 mA d.c., 8.2.8 and 8.4 of IEC 60204-1:2005 apply.

9.3 Functional bonding

Subclause 8.3 of IEC 60204-1:2005 applies.

9.4 Prohibition of the use of earth as part of an active circuit

9.4.1 The earth, protective conductors, sheaths and structures shall not be used as part of an active circuit, unless otherwise specified in the Particular Requirements. However, earthing of neutral points or the adoption of safety devices using the earth as a return circuit is permitted.

9.4.2 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.

For equipment of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c., track rails shall not be used as a return circuit.

10 Control circuits and control functions

10.1 Control circuits

10.1.1 Control circuits shall comply with 9.1 of IEC 60204-1:2005.

10.1.2 Control circuits can be directly supplied from a network of type TN or TT (see 312.2 of IEC 60364-1:2005).

10.1.3 Protective devices for short-circuit shall be adequately calibrated for the switching elements in the control circuits.

10.1.4 In control circuits supplied via a transformer with one end of the secondary winding connected to the earth, short-circuit protection shall be provided in the unearthed conductor of the secondary side. Such protection is not required if short-circuit protection elements on the primary side ensure equivalent safety.

10.1.5 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.

10.1.6 When photocouplers are used as a means of galvanic separation, e.g. in semiconductor converters, clearance and creepage distances shall be specified as minimum values, based on the principles of IEC 60071-1 (upstream: power network side) and IEC 60664-1 (downstream: converter side).

10.2 Earthing of control circuits

10.2.1 An earth fault on any control circuit shall neither cause inadvertent switching on nor prevent switching off the electroheating installation or its part.

In order to fulfil this requirement, it is recommended that one side of the control transformer(s) be earthed and coils and contacts be connected accordingly (see 10.2.3). Unearthed control circuits fed from the 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 an earthed centre tap, a differential current circuit-breaker shall be used.

NOTE The operation of an insulation-monitoring device may be influenced by a 0 Hz component, if present.

10.2.2 For control circuits, in which single-pole earthing is required for operational reasons, the manufacturer shall provide for earthing. Such operational reasons may be, e.g. the use of electromagnetic clutches having an internal earth or of control circuits with electronic components. In this case, separate control transformers or one control transformer with several isolated secondary windings shall be used.

10.2.3 Connection of coils and contacts

In case of earthed control circuits supplies, the common conductor is connected to the protective bonding circuit at the point of supply. All contacts, solid state elements, etc., which are intended to operate an electromagnetic or other device (for example, a relay or indicator light) are inserted between one side, the switched conductor of the control circuit supply and one terminal of the coil or device. The other terminal of the coil or device (preferably always having the same marking) is connected directly to the common conductor of the control circuit supply without any switching elements (see Figure 3 of IEC 60204-1:2005).

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 10.2.1 are still fulfilled.

In the case described in item b), very careful design is required to avoid danger in case of a fault (according to 9.4.3.1 of IEC 60204-1:2005).

10.3 Control functions

10.3.1 General

In case of more than one control station for the equipment, measures shall be provided to ensure that any command from any control station does not lead to a hazardous situation (see 9.2.5.1 of IEC 60204-1:2005).

10.3.2 Start and stop functions

Start functions shall operate by energizing the relevant circuit. Stop functions shall override related start functions. If push-buttons are used, separate push-buttons for „Start” and „Stop” shall be provided. Interlocks shall be provided to secure correct sequential starting.

Where more than one control station is provided, stop command from any control station shall be effective.

10.3.3 Operating modes

9.2.3 of IEC 60204-1:2005 applies.

10.3.4 Suspension of safety functions and/or protective measures

9.2.4 of IEC 60204-1:2005 applies with the addition, that „motion” means „motion and/or heating process”.

10.3.5 Emergency operations

9.2.5.4 of IEC 60204-1:2005 applies.

10.3.6 Cableless control

9.2.7 of IEC 60204-1:2005 applies.

10.4 Control functions in the event of failure

9.4 of IEC 60204-1:2005 applies.

11 Protection against thermal influences

11.1 Protective measures against thermal influences shall be provided according to IEC 60364-4-42.

11.2 Parts of electroheating installations may attain high temperatures in normal operation, exceeding the limit values with respect to personnel and environment given in IEC 60364-4-42. This shall be taken into account in design and operation of the equipment to ensure the protection of personnel and environment.

11.3 Parts made of organic or inorganic insulating materials shall be heat-resistant to ensure that their electrical and mechanical properties are not unduly impaired by the operating temperatures.

11.4 Connections between conductors and of conductors to parts of equipment, where excessive local temperature rise may occur, shall be designed respectively.

Effects due to non-uniform current distribution and the proximity effect shall be taken into account.

11.5 Precautions shall be taken to avoid excessive temperature rise in conductors, connections and adjacent metallic parts due to induced currents.

11.6 Electrical accessories of electroheating installations shall be mounted in such a way that they are not subjected to temperatures exceeding the temperature for which they are designed.

12 Protection against other hazards

In addition to potential hazards due to the electrical, mechanical, magnetic, electric and electromagnetic fields and radiation described in Clauses 5, 8 or 11, the following hazards shall be considered and be addressed in the operating and maintenance manuals:

- mechanical shocks and vibration,
- fire,
- explosion caused by the electroheating equipment itself or by the workload,
- implosion,
- eruption (or sudden expansion) of the workload,
- water leakage,
- infra- and ultrasound,
- acoustic noise,
- adverse biological and / or chemical phenomena,
- emission, production and/or use of hazardous substances (e.g. noxious gases, liquids, dusts, mists, vapour).

NOTE Other hazards, e.g. earthquakes, may be considered when agreed between the manufacturer and user.

If equipment is intended to be used in combination with other equipment, any hazard due to the combination shall be considered. Instructions shall be provided for the operation of the equipment in combination.

13 Marking, labelling and technical documentation

13.1 Marking

13.1.1 Marking of the installation and/or equipment placed on the name plate(s) shall include the following data (unless otherwise specified in the Particular Requirements):

- a) symbol of origin (name or symbol of the manufacturer);
- b) type or catalogue number;
- c) date of manufacture (or date code);
- d) serial number;
- e) number of phases and rated input voltage.
When the equipment is intended to be used at different rated supply voltages, the association of the particular voltage and corresponding supply terminals as well as the type of connection shall be indicated on the rating plate;
- f) type and value of rated input current;
- g) rated input power.
In the case of electroheating equipment for several voltage ranges, the maximum values for the power input pertaining to the voltage ranges shall be stated;
- h) input frequency and rated process frequency or range, where appropriate, shall be stated. Graphical symbols according to IEC 60417 shall be used;
- i) class and group of the equipment according to CISPR 11;
- j) other essential data, including non-electrical data, for identification of the equipment.

13.1.2 Special marking for equipment of rated voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. shall be specified by the manufacturer. Local regulations shall be taken into account.

13.1.3 Markings specified in 13.1.1 and 13.1.2 shall be durable, legible and clearly visible on the name plate(s) attached on the main part of the electroheating installation or equipment. Markings shall be in the language of the country, in which the equipment is to be installed, unless agreed differently.

13.2 Warning marking

Appropriate warning signs shall be displayed, in particular warnings against hazards which may not be immediately perceived, such as high voltage, non-ionising or ionising radiation. Preference shall be given to the use of the relevant graphical symbols of IEC 60417 or ISO 7000 and design principles for signs, labels or signboards according to ISO 3864-1.

NOTE Details are given in the Particular Requirements.

13.3 Labelling

13.3.1 All positions of the actuating and control devices shall be clearly indicated by letters, words, numbers or symbols. Preference shall be given to the use of graphical symbols given in IEC 60417 or ISO 7000 and design principles according to ISO 3864-1.

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

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

13.3.4 Identification of conductors shall be in accordance with 13.2 of IEC 60204-1:2005.

13.4 Technical documentation

Technical documentation for the electroheating installations, according to Clause 17 of IEC 60204-1:2005, shall be provided by the manufacturer.

Any reasonably foreseeable misuse or hazard and risk related to the use of the electroheating installation, as well as associated information or data required by local regulations, shall be identified by the manufacturer to be taken care of by the user in the instructions for operation, considering the measures and procedures to be taken into account.

Any foreseeable potentially negative impact on the environment shall be indicated in the technical documentation.

NOTE 1 Information on disposal of the equipment or its hazardous parts/substances, having in view protection of the environment, should be included in the technical documentation.

NOTE 2 Information relevant for shipping, installation and handling such as weight and dimensions should also be provided in the technical documentation.

The technical documentation shall be in the language of the country in which the equipment is to be installed, unless otherwise agreed.

14 Commissioning, inspection, operation and maintenance

14.1 General requirements

14.1.1 All information provided by the manufacturer with respect to safety of personnel and protection of the environment shall be taken into account by the user when issuing the operating instructions in compliance with local regulations.

14.1.2 Electroheating installations shall be so supervised, inspected and maintained that they remain in compliance with the safety requirements of this standard. All suitable precautions shall be taken to prevent any risk for personnel during maintenance. Instructions on maintenance, inspection or service intervals and required records shall be included in the technical documentation.

14.1.3 Earth terminals shall be available in the vicinity of parts of the electroheating installations where it is necessary for maintenance and inspection that conductors and bare conductive parts are earthed after switching off the supply.

14.2 Commissioning and inspection

Electroheating installations shall be commissioned before being put into first operation. Inspections shall also be carried out after important modifications or refurbishing, and thereafter at specified intervals, depending on the working conditions and instructions of the manufacturer. The objective of these inspections is to ascertain whether the installations have been built and maintained in compliance with these requirements.

Resistance of earth circuits, equipotential bonding and insulation resistance values of the conductors to earth and to each other shall be tested and recorded in the inspection report. These inspections shall be carried out by trained personnel only according to the Particular Requirements and the maintenance instructions of the installation provided by the manufacturer.

After commissioning, electroheating installations shall not be made live for the purpose of measurement and inspection, if it would cause excessive stress to electrical insulation, which can also serve as heat insulation. This applies, e.g. to any insulation tests. As a rule, the maximum permissible rated voltage shall not be exceeded.

Information for commissioning and inspection shall be included in the technical documentation provided by the manufacturer. Also the procedure of discharging capacitors and checking the absence of voltage on capacitors shall be provided, if necessary.

14.3 Safety instructions for operation

14.3.1 The user is responsible for providing safety instructions to the personnel and shall ensure that the safety requirements are observed.

14.3.2 Personnel whose activities involve the operation of electroheating installations or work in the vicinity shall be instructed and trained with respect to all safety issues and procedures to be observed during the operation of the installation by means of orders. The operating instructions shall be brought to their attention by posting-up notices and, if necessary, by handing them a book of instructions for which written acknowledgement is obtained.

14.3.3 Instructions on the application of first aid to the victims of accidents of electrical origin shall be given in the operating instructions and brought to the notice of the personnel.

14.3.4 Safety equipment required for intervention in case of an incident or accident shall be at the disposal of the personnel.

NOTE Additional information is contained in the Particular Requirements.

14.4 Instructions for maintenance work

14.4.1 Electrical maintenance shall be carried out by instructed or skilled persons only.

14.4.2 No maintenance work shall be carried out with equipment live unless necessary for inspection, settings or adjustments.

Before maintenance work starts, the installation shall be switched off and earthed according to the following procedure:

- disconnect from the supply network,
- ascertain, e.g. by a keylock and sign at the main breaker stating that the installation shall not be energised;
- take means to prevent re-closing of isolation switches,
- check absence of voltage,
- ensure earthing and short circuiting,
- protect adjacent live parts by covers and barriers.

In case maintenance work is unavoidable with equipment live, relevant measures shall be taken (see the Particular Requirements and local regulations)

Maintenance work with equipment live shall be in general prohibited for equipment of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c. In special cases, when maintenance work with equipment live is necessary, e.g. for checking and adjustment of control settings, and trouble shooting (search for causes of malfunction and localisation of sources of abnormal vibrations/noise and/or flashovers), appropriate safety measures according to respective instructions and local regulations shall be taken.

NOTE Guidance may be taken from EN 50191.

14.4.3 In areas liable to a risk of explosion according to Clause 12, no live work, e.g. even the replacement of a lamp or fuse, shall be undertaken, unless measures have been taken to remove the risk of explosion.

Authorization to work in such areas shall be controlled (e.g. by "permit to work") and where it is essential to restore the supply before the equipment is re-assembled, special dispensation should be obtained (e.g. by issue of an "explosive gas-free certificate").

14.4.4 In areas liable to contain toxic gases live work shall not be undertaken, unless the toxic gases are removed.

Authorization to work in such areas shall be controlled (e.g. by "permit to work") and where it is essential to restore the supply before the equipment is re-assembled, special dispensation should be obtained (e.g. by issue of a "toxic gas-free certificate").

Annex A (normative)

Protection against electric shock – special measures

A.1 Direct contact – special measures

A.1.1 Deviations from the requirements of IEC 60364-4-41 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 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c.;
- b) effective measures against the consequences of contact with conductive parts, which are live in normal operation, shall be provided.

NOTE Such protective measures are for instance: insulating platforms, insulated tools, earthed tools or other earthing facilities, depending on the type of the electroheating installation.

A.1.2 For equipment with supply voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c., direct contact with live parts shall be strictly prevented.

A.1.3 Tools used in the operation of electroheating equipment of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c.:

- a) which may possibly get in contact with live parts, shall be operated only by remote manipulators;
- b) which are operated manually, shall not permit contact with live parts.

A.1.4 Effective measures against the consequences of indirect electrical effects such as electric potential induced in the workpiece or a metal bath shall be provided. Such protective measures are for instance insulating platforms or insulated tools. Use of earthed tools shall be prohibited.

A.2 Indirect contact – special measures

A.2.1 Deviations from the requirements of IEC 60364-4-41, concerning indirect contact are permissible if made necessary by the type of installation or operating conditions. Voltage to earth of exposed and accessible conductive parts may exceed the conventional touch voltage limits, provided the following conditions are simultaneously fulfilled:

- a) the rated voltage of the installation does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c.;
- b) other protective measures against the consequences of electric shock in case of a fault shall be provided.

NOTE 1 They are, for example, individual measures such as insulating clothing, gloves, footwear, helmets, goggles and collective measures such as insulated platforms, insulated tools, earthed tools or other earthing facilities.

NOTE 2 Information on conventional touch voltage values may be taken from IEC/TS 61201.

A.2.2 For equipment of voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V smooth d.c., the requirements of IEC 60364-4-41 concerning IT systems shall be applied.

Bibliography

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*; Amendment 1(2001)

IEC 60050-521:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 521: Semiconductor devices and integrated circuits*

IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*

IEC 60398:1999, *Industrial electroheating installations – General test methods*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC 61000-3-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-5: Limits – Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 75 A*

IEC/TR 61000-3-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC/TS 61201, *Use of conventional touch voltage limits – Application guide*

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards*

ISO/TR 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

EN 746-1:1997, *Industrial thermoprocessing equipment – Part 1: Common safety requirements for industrial thermoprocessing equipment*

EN 50191:2000, *Erection and operation of electrical test equipment*

ICNIRP Guidelines (Basic restriction): *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)* ²

ICRP Publication 60:1990, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP, Vol. 21* ³

² International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (www.icnirp.de).

³ International Commission on Radiological Protection (www.icrp.org).

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	36
INTRODUCTION	38
1 Domaine d'application et objet.....	39
2 Références normatives.....	40
3 Termes et définitions	41
4 Classification de l'équipement électrothermique.....	48
4.1 Généralités	48
4.2 Classification de l'équipement électrothermique en fonction de la fréquence du processus.....	48
4.2.1 Equipement à courant continu.....	48
4.2.2 Equipement à basse fréquence	48
4.2.3 Equipement à la fréquence du réseau	48
4.2.4 Equipement à moyenne fréquence	48
4.2.5 Equipement à haute fréquence.....	48
4.2.6 Equipement à hyperfréquences	48
4.2.7 Equipement à rayonnement infrarouge.....	48
5 Exigences générales	48
5.1 Généralités	48
5.2 Equipement électrothermique	50
5.3 Matériel électrique des installations électrothermiques.....	50
5.4 Charges électrostatiques	51
5.5 Champs magnétiques, électriques et électromagnétiques	51
5.6 Compatibilité électromagnétique.....	52
5.7 Rayonnements ionisants.....	52
5.8 Refroidissement par un liquide.....	52
6 Sectionnement et coupure	53
6.1 Généralités	53
6.2 Coupure des circuits de commande et des circuits auxiliaires	53
6.3 Coupure pour des niveaux de haute tension	54
7 Raccordement au réseau électrique et raccordements internes.....	54
7.1 Exigences générales	54
7.2 Raccordement électrique fixe.....	54
7.3 Raccordement amovible et conducteurs souples	55
8 Protection contre les chocs électriques.....	55
8.1 Généralités	55
8.2 Contact direct – mesures particulières	55
8.3 Contact indirect – mesures particulières	56
9 Liaisons équipotentielles	56
9.1 Généralités	56
9.2 Circuits de liaison de protection.....	56
9.2.1 Généralités.....	56
9.2.2 Conducteurs de protection	56
9.2.3 Continuité du circuit de liaison de protection	56
9.2.4 Exclusion des appareils de coupure du circuit de liaison de protection	56

9.2.5	Parties dont le raccordement au circuit de liaison de protection n'est pas nécessaire	56
9.2.6	Interruption du système de liaison de protection	56
9.2.7	Points de raccordement du conducteur de protection	57
9.2.8	Liaison de protection pour les installations électrothermiques avec un courant de fuite supérieur à 10 mA	57
9.3	Liaisons fonctionnelles	57
9.4	Interdiction d'utiliser la terre en tant que partie d'un circuit actif	57
10	Circuits de commande et fonctions de commande	57
10.1	Circuits de commande	57
10.2	Mise à la terre des circuits de commande	58
10.3	Fonctions de commande	59
10.3.1	Généralités	59
10.3.2	Fonctions marche-arrêt	59
10.3.3	Modes de marche	59
10.3.4	Neutralisation provisoire des fonctions de sécurité et/ou des mesures de protection	59
10.3.5	Manœuvres d'urgence	59
10.3.6	Commande sans fil	59
10.4	Fonctions de commande en cas de défaillance	59
11	Protection contre les effets thermiques	59
12	Protection contre d'autres dangers	60
13	Marquage, étiquetage et documentation technique	60
13.1	Marquage	60
13.2	Marquage d'avertissement	61
13.3	Étiquetage	61
13.4	Documentation technique	61
14	Mise en service, inspection, exploitation et maintenance	62
14.1	Exigences générales	62
14.2	Mise en service et inspection	62
14.3	Instructions de sécurité relatives à l'exploitation	63
14.4	Instructions pour les travaux de maintenance	63
Annexe A (normative)	Protection contre les chocs électriques – mesures particulières	65
Bibliographie		67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES –

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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 60519-1 a été établie par le comité d'études 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2003. Elle constitue une révision technique.

Dans cette quatrième édition de la CEI 60519-1, les modifications techniques significatives par rapport à l'édition antérieure sont les suivantes:

- le domaine d'application et l'objet ont été modifiés; les limites de tension et la classification ont été supprimées;
- les termes/définitions, les références normatives et la bibliographie ont été mis à jour et complétés;

- l'Article 4 relatif à la classification de l'équipement conformément à la fréquence du processus a été modifié;
- l'Article 5 (*Exigences générales*) a été remanié et de nouvelles dispositions ont été ajoutées (par exemple, concernant les conditions de premier défaut et les questions de champs électromagnétiques), suivant les recommandations du Guide 104 de la CEI;
- L'Article 8 a été révisé, le contenu des paragraphes 8.2 et 8.3 a été déplacé dans la nouvelle Annexe normative A et 8.4 a été supprimé;
- l'Article 12 (*Protection contre d'autres dangers*) a été ajouté;
- les articles relatifs au marquage et à la documentation ont été amendés.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 27/770/FDIS et 27/778/RVD.

Le rapport de vote 27/778/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60519, présentées sous le titre général *Sécurité dans les installations électrothermiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Les futures normes de cette série porteront le nouveau titre général indiqué ci-dessus. Les titres des normes existantes de cette série seront mis à jour lors d'une nouvelle édition.

Les articles des parties de la série CEI 60519 (appelés ci-après Exigences particulières) complètent ou modifient les articles correspondants de la Partie 1. Quand le texte des parties suivantes indique une "addition" ou un "remplacement" de la disposition correspondante de la Partie 1, ces modifications sont apportées au texte correspondant de la Partie 1. Si aucune modification n'est nécessaire, l'expression "Le présent article de la Partie 1 est applicable" est utilisée. Des dispositions spécifiques supplémentaires complétant la Partie 1 sont données dans les Exigences particulières sous forme d'articles, de paragraphes ou d'Annexes supplémentaires.

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

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de novembre 2012 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La Norme Internationale CEI 60519 *Sécurité dans les installations électrothermiques* comprend plusieurs parties. La Partie 1 comprend des articles à caractère général et des dispositions communes à plusieurs types d'installations ou d'équipements électrothermiques industriels. Les parties suivantes de la série CEI 60519 (appelées ci-après Exigences particulières) incluent des dispositions spécifiques à certains types particuliers d'installations ou d'équipements électrothermiques.

- Partie 1: *Exigences générales*
- Partie 2: *Exigences particulières pour les installations de chauffage par résistance*
- Partie 3: *Exigences particulières pour les installations de chauffage par induction et par conduction et pour les installations de fusion par induction*
- Partie 4: *Exigences particulières pour les installations des fours à arc*
- Partie 5: *Spécifications pour la sécurité des installations au plasma*
- Partie 6: *Spécifications pour les installations de chauffage industriel à hyperfréquences*
- Partie 7: *Exigences particulières pour les installations comportant des canons à électrons*
- Partie 8: *Exigences particulières pour fours de refusion sous laitier électro-conducteur*
- Partie 9: *Exigences particulières pour les installations de chauffage diélectrique à haute fréquence*
- Partie 10: *Exigences particulières concernant des systèmes de chauffage par traçage à résistance électrique pour applications industrielles et commerciales*
- Partie 11: *Exigences particulières pour les installations utilisant l'effet des forces électromagnétiques sur les métaux liquides*
- Partie 21: *Exigences particulières pour les installations de chauffage par résistance – Installations électrothermiques de fusion de verre*

NOTE Des parties supplémentaires couvrant des installations ou des équipements électrothermiques industriels particuliers pourront être élaborées à l'avenir.

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60519 spécifie les exigences générales de sécurité applicables aux installations électrothermiques industrielles.

Si ces exigences diffèrent de celles figurant dans d'autres publications de la CEI, il faut qu'un degré équivalent de sécurité soit assuré.

Ces exigences s'appliquent aux installations industrielles destinées à l'électrothermie et aux technologies de traitement basées sur l'électrothermie, susceptibles d'utiliser les équipements suivants:

- équipements pour chauffage direct et indirect par résistance;
- équipements pour chauffage par traçage à résistance électrique;
- équipements pour chauffage par induction;
- équipements utilisant l'effet des forces électromagnétiques sur les métaux liquides;
- équipements pour chauffage par arc, y compris chauffage par arc submergé;
- équipements pour refusion sous laitier électro-conducteur;
- équipements pour chauffage par plasma;
- équipements pour chauffage par hyperfréquences;
- équipements pour chauffage diélectrique;
- équipements pour chauffage par bombardement électronique;
- équipements pour chauffage par laser;
- équipements pour chauffage par rayonnement infrarouge.

NOTE 1 Cette liste présente des exemples types d'équipements utilisés dans les installations couvertes par la présente norme. Elle n'est pas exhaustive.

La présente norme n'est pas applicable aux installations de chauffage à usage domestique (par exemple, cuisson électrique), aux équipements médicaux ou de laboratoire, ni aux appareils de soudage, si ceux-ci sont couverts par d'autres normes particulières; elle ne s'applique pas non plus au chauffage des locaux, de quelque type qu'ils soient.

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 d'un fonctionnement anormal et dans l'éventualité de défauts pouvant se produire dans les installations électrothermiques. La présente norme suppose que les installations sont exploitées et maintenues exclusivement par un personnel composé de personnes formées ou qualifiées, respectivement.

La présente norme a pour objet de fixer les exigences générales de sécurité concernant le personnel chargé de l'exploitation des installations électrothermiques. Ces exigences de sécurité concernent la protection des personnes et de l'environnement contre les dangers d'origine électrique et également contre certains dangers d'origine non électrique, communs à tous les types d'équipements et d'installations.

Certains articles de la présente norme concernent non seulement la sécurité du personnel mais aussi la protection de l'environnement.

L'ensemble des exigences de sécurité résultent de l'application conjointe des exigences générales spécifiées dans la présente norme et des Exigences particulières concernant l'application industrielle spécifique à l'électrothermie. Ces Exigences particulières complètent, modifient ou remplacent les exigences générales.

Les Exigences particulières couvrent les caractéristiques particulières de sécurité, telles que les niveaux élevés de tension et de champ électrique ou les niveaux élevés de courant et de champ magnétique; elles concernent également les fréquences.

NOTE 2 Les informations relatives aux dangers d'origine non-électrique résultant de l'utilisation d'équipements électrothermiques industriels peuvent également être extraites de la Norme Européenne EN 746-1 (voir Bibliographie), qui spécifie les exigences communes de sécurité pour les équipements thermiques industriels.

Les méthodes générales d'essai concernant les installations électrothermiques industrielles sont spécifiées dans la CEI 60398.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-841:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 841: Electrothermie industrielle*

CEI 60071-1, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60110-1:1998, *Condensateurs de puissance pour les installations de génération de chaleur par induction – Partie 1: Généralités*

CEI 60204-1:2005¹, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

Amendement 1 (2008)

CEI 60204-11, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV*

CEI 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-42, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-42: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques*

CEI 60364-4-43, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

¹ Il existe une édition consolidée 5.1 (2009) qui comprend la CEI 60204-1 (2005) et son amendement 1 (2008).

CEI 60364-5-53, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60364-5-54, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 60446, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61936-1, *Installations électriques en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV – Partie 1: Règles communes*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

ISO 3864-1, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité sur les lieux de travail et dans les lieux publics*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-841:2004 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE 1 Sauf indication contraire, les termes "tension" et "courant" s'appliquent aux valeurs efficaces dans le cas du courant alternatif.

NOTE 2 Sauf indication contraire, les termes et quantités électriques associés au mot "assigné" font référence à l'équipement électrothermique lui-même. Les termes "tension assignée", "courant assigné" ou "puissance assignée" s'appliquent à la tension (tension entre phases dans le cas d'un système triphasé), à l'intensité ou à la puissance spécifiées par le fabricant et indiquées sur l'équipement électrothermique.

3.1

contact direct

contact électrique de personnes ou d'animaux avec des parties actives

[CEI 60050-195:1998, 195-06-03]

3.2

conducteur de mise à la terre de protection

conducteur assurant un chemin conducteur, ou une partie du chemin conducteur, entre un point donné d'un réseau, d'une installation, ou d'un matériel et une prise de terre

[CEI 60050-195:1998, 195-02-03]

3.3

courant de fuite à la terre

courant qui circule des parties actives de l'installation à la terre, en l'absence de tout défaut d'isolement

[CEI 60050-442: 1998, 442-01-24]

3.4

connexion électrique

moyen ou condition réelle qui assure ou permet le passage d'un courant électrique entre deux parties conductrices

3.5

équipement électrique

matériel utilisé pour la production, la transformation, le transport, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique, tel que les convertisseurs, les transformateurs, les condensateurs, l'appareillage, les appareils de mesure, les dispositifs de protection et les canalisations

[CEI 60050-826:2004, 826-16-01, modifiée]

3.6

installation électrique

ensemble d'équipements électriques associés ayant des caractéristiques coordonnées pour remplir des fonctions données

[CEI 60050-826:2004, 826-10-01]

3.7

personne avertie (dans le domaine électrique)

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées dans le domaine électrique pour lui permettre de percevoir et d'éviter les dangers que peuvent présenter les installations électrothermiques (personnel de maintenance et d'exploitation)

[CEI 60050-826:2004, 826-18-02, modifiée]

3.8

personne qualifiée (dans le domaine électrique)

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir et d'éviter les dangers que peuvent présenter les installations électrothermiques

[CEI 60050-826:2004, 826-18-01, modifiée]

3.9

électrothermie

discipline scientifique et technique traitant de la production d'énergie thermique à partir de l'énergie électrique

[CEI 60050-841:2004, 841-21-22, modifiée]

3.10

équipement électrothermique

équipement d'électrothermie

équipement dans lequel l'énergie thermique est produite à partir de l'énergie électrique

NOTE Ce terme recouvre également les équipements utilisant l'effet des forces électromagnétiques sur les métaux liquides.

[CEI 60050-841:2004, 841-22-01, modifiée]

3.11**installation électrothermique**

installation d'électrothermie

installation composée d'équipements électrothermiques, d'équipements électriques et d'accessoires mécaniques nécessaires à son fonctionnement et son exploitation

[CEI 60050-841:2004, 841-22-02, modifiée]

3.12**coupure électrique d'urgence**

action destinée à couper toute puissance électrique dans une installation électrique pour éviter ou réduire une situation dangereuse

[CEI 60050-826:2004, 826-17-03, modifiée]

3.13**enveloppe**

enceinte assurant le type et le degré de protection appropriés pour l'application prévue

[CEI 60050-195:1998, 195-02-35]

NOTE Pour la classification des degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP), voir la CEI 60529.

3.14**liaisons équipotentielles**

mise en œuvre de liaisons électriques entre parties conductrices pour les mettre à un potentiel sensiblement égal

[CEI 60050-195:1998, 195-10-01, modifiée]

3.15**réseau équipotentiel****EBS (en anglais: *equipotential bonding system*)**

interconnexion de parties conductrices, permettant d'assurer une liaison équipotentielle entre ces parties

NOTE Si un réseau équipotentiel est mis à la terre, il fait partie d'une installation de mise à la terre.

[CEI 60050-195:1998, 195-02-22]

3.16**partie conductrice accessible**

partie conductrice d'un équipement électrique, susceptible d'être touchée, et qui n'est pas sous tension en fonctionnement normal, mais peut le devenir en cas de défaut

[CEI 60050-826:2004, 826-12-01, modifiée]

3.17**élément conducteur étranger**

partie conductrice ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptible d'introduire un potentiel électrique, généralement celui d'une terre locale

[CEI 60050-826:2004, 826-12-11]

3.18**panne**

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 Après une panne, l'élément a un défaut.

NOTE 2 Une "panne" est un événement, contrairement à un "défaut", qui est un état.

NOTE 3 Ce concept, tel qu'il est défini, ne s'applique pas aux éléments exclusivement constitués de logiciel.

NOTE 4 Dans la pratique, les termes défaut et panne sont souvent utilisés comme synonymes.

[CEI 60204-1:2005, 3.25]

3.19 défaut

état d'un dispositif caractérisé par l'incapacité d'exécuter une fonction requise, à l'exclusion de l'incapacité au cours de la maintenance préventive ou d'autres actions prévues, ou en raison d'un manque de ressources externes

NOTE 1 Un défaut est souvent le résultat d'une panne de l'élément lui-même, mais peut exister sans une panne préalable.

NOTE 2 En anglais le terme "fault" et sa définition sont identiques à ceux donnés dans le VET 191-05-01. Dans le domaine des machines, en français et en allemand on utilise les termes "défaut" et "Fehler" de préférence aux termes "panne" et "Fehlzustand" qui apparaissent avec la même définition.

[CEI 60204-1:2005, 3.26]

3.20 connexion électrique fixe

connexion électrique nécessitant l'utilisation d'un outil pour son montage et démontage

NOTE Dans tous les autres cas, la connexion est amovible.

3.21 liaison fonctionnelle

liaison équipotentielle nécessaire au fonctionnement correct d'un équipement électrique

[CEI 60204-1:2005, 3.27]

3.22 commande fonctionnelle

action destinée à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation de l'alimentation en énergie électrique de tout ou partie d'une installation à des fins de fonctionnement normal

[CEI 60050-826:2004, 826-17-05]

3.23 dommage

blessure physique, ou atteinte à la santé des personnes ou atteinte aux biens ou à l'environnement

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.3]

3.24 danger

source potentielle de dommage

NOTE Le terme "danger" peut être qualifié afin de définir son origine (par exemple, danger électrique, danger mécanique) ou la nature du dommage potentiel (par exemple, danger de choc électrique, danger de coupure, danger toxique, danger d'incendie).

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.5, modifiée]

3.25 contact indirect

contact électrique de personnes ou d'animaux avec des parties conductrices accessibles mises sous tension à la suite d'un défaut

[CEI 60050-195:1998, 195-06-04]

3.26**fréquence d'entrée**

fréquence de la tension d'alimentation de l'installation électrothermique

3.27**isolation**

ensemble des matériaux isolants nécessaires pour assurer le fonctionnement convenable de l'équipement et la protection contre les chocs électriques

NOTE 1 Fait également référence à l'action d'isolation.

NOTE 2 Dans certaines conditions, les matériaux servant à l'isolation thermique des matériaux électrothermiques peuvent également assurer la fonction d'isolation électrique.

3.28**sectionnement**

fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation électrique en séparant l'installation électrique ou une partie de l'installation électrique, de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité

[CEI 60050-826:2004, 826-17-01]

3.29**courant de fuite****courant de terre** (déconseillé)

courant électrique dans un chemin conducteur indésirable dans des conditions d'utilisation normales

[CEI 60050-195:1998, 195-05-15]

3.30**partie active**

conducteur ou partie conductrice destinée à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL

NOTE Ce concept n'implique pas nécessairement un danger de choc électrique.

[CEI 60050-195:1998, 195-02-19]

3.31**constructeur**

fabricant de l'équipement ou installation électrothermique (qui peut également être le fournisseur, l'importateur ou l'agent) responsable de la conformité à la présente norme

NOTE Du point de vue de l'utilisateur, le fabricant est une partie responsable de la conception, du développement, de la fabrication, de la fourniture et de la mise en service de l'équipement ou installation.

3.32**conditions de fonctionnement normal**

fonctionnement de l'installation ou de l'équipement électrothermique spécifié par le constructeur, en accord avec l'utilisateur

3.33**conducteur PEL**

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de ligne

[CEI 60050-195:1998, 195-02-14]

3.34

conducteur PEM

conducteur assurant les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de point de milieu

[CEI 60050-195:1998, 195-02-13]

3.35

conducteur PEN

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur neutre

[CEI 60050-195:1998, 195-02-12]

3.36

photocoupleur

optocoupleur

dispositif optoélectronique conçu pour le transfert de signaux électriques par l'intermédiaire d'un rayonnement optique, afin d'assurer un couplage garantissant l'isolement de la sortie par rapport à l'entrée

[CEI 60050-521:2002, 521-04-45]

NOTE Ce dispositif peut fournir l'immunité contre les influences électromagnétiques ainsi que l'indépendance de la distance des deux niveaux de systèmes de tension.

3.37

fréquence du processus

fréquence de la tension ou du courant utilisé dans le cadre de la production d'énergie thermique à partir de l'énergie électrique

3.38

conducteur de protection

(identification: PE)

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques

[CEI 60050-195:1998, 195-02-09]

NOTE Dans une installation électrique, le conducteur PE est également normalement considéré comme conducteur de terre de protection.

3.39

conducteur de terre de protection

mise à la terre d'un ou plusieurs points dans un système, une installation ou un matériel à des fins de sécurité électrique

[CEI 60050-195:1998, 195-01-11]

3.40

réseau équipotentiel de protection

PEBS (en anglais: *protective equipotential bonding system*)

réseau équipotentiel assurant une liaison équipotentielle de protection

[CEI 60050-826:2004, 826-13-31]

3.41**conducteur de mise à la terre de protection**

conducteur de protection prévu pour réaliser la mise à la terre de protection

[CEI 60050-195:1998, 195-02-11]

3.42**tension assignée**

tension pour laquelle est conçue une installation (ou une partie de celle-ci)

3.43**mauvaise utilisation prévisible**

utilisation d'un produit, d'un procédé ou d'un service d'une manière non prévue par le fournisseur, mais pouvant provenir d'un comportement humain facilement prévisible

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.14]

3.44**tension résiduelle** (sur un condensateur)

tension demeurant entre les bornes d'un condensateur après la coupure de son alimentation

[CEI 60110-1:1998, 1.3.24, modifiée]

3.45**condition de premier défaut**

état dans lequel un moyen de protection contre un danger est defectueux

NOTE Si une condition de premier défaut engendre inévitablement une autre condition de premier défaut, les deux sont considérées comme une seule condition de premier défaut.

[CEI 60050-851:2008, 851-11-20]

3.46**réseau d'alimentation****système d'alimentation**

réseau de transport et de distribution d'énergie électrique non exclusivement utilisé pour l'alimentation d'une installation électrothermique

3.47**coupure pour entretien mécanique**

ouverture d'un dispositif de coupure destinée à couper l'alimentation des parties d'un matériel alimenté en énergie électrique de façon à éviter les dangers autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs, lors de travaux non électriques sur ce matériel

[CEI 60050-826:2004, 826-17-02]

3.48**utilisateur**

partie ou parties responsables de l'utilisation et de la maintenance de l'équipement ou installation électrothermique, de sa mise en service à sa mise hors service à la fin du cycle de vie du produit

3.49**charge de travail**

objet ou matériau en cours de traitement

4 Classification de l'équipement électrothermique

4.1 Généralités

L'équipement électrothermique est généralement classé en fonction de la fréquence de processus comme indiqué en 4.2.

4.2 Classification de l'équipement électrothermique en fonction de la fréquence du processus

4.2.1 Equipement à courant continu

Equipement possédant une fréquence du processus assignée égale à 0 Hz.

4.2.2 Equipement à basse fréquence

Equipement possédant des fréquences du processus assignées inférieures ou égales à 60 Hz (à l'exception des équipements à la fréquence du réseau).

4.2.3 Equipement à la fréquence du réseau

Equipement possédant une fréquence du processus assignée égale à la fréquence de l'alimentation publique en courant alternatif, habituellement 50 Hz ou 60 Hz.

NOTE Cette fréquence est directement utilisée à partir du réseau.

4.2.4 Equipement à moyenne fréquence

Equipement possédant des fréquences du processus assignées supérieures à la fréquence du réseau mais inférieures ou égales à 100 kHz.

4.2.5 Equipement à haute fréquence

Equipement possédant des fréquences du processus assignées supérieures à 100 kHz mais inférieures ou égales à 300 MHz.

4.2.6 Equipement à hyperfréquences

Equipement possédant des fréquences du processus assignées supérieures à 300 MHz mais inférieures ou égales à 300 GHz.

4.2.7 Equipement à rayonnement infrarouge

Equipement possédant des fréquences du processus assignées supérieures à 300 GHz mais inférieures ou égales à 400 THz.

NOTE 1 Ces fréquences correspondent aux longueurs d'onde spatiales libres entre les hyperfréquences (1 mm) et la lumière visible (approximativement 750 nm), respectivement.

NOTE 2 Les équipements de chauffage par laser fonctionnent également dans cette plage de fréquences.

5 Exigences générales

5.1 Généralités

5.1.1 Les installations électrothermiques doivent être conçues et construites de sorte que lorsqu'elles sont installées et exploitées conformément aux instructions du constructeur, tout danger pour le personnel ou l'environnement soit écarté, dans toute la mesure du possible.

5.1.2 Les installations électrothermiques doivent être conçues et construites de façon à pouvoir être utilisées en toute sécurité en fonctionnement normal et en conditions de premier défaut.

NOTE Des dispositions détaillées concernant les conditions de fonctionnement normal et de premier défaut sont fournies dans les Exigences particulières.

5.1.3 Tout fonctionnement anormal doit être pris en considération et évité, dans la mesure du possible.

NOTE 1 Un fonctionnement anormal peut résulter, par exemple, d'un manque d'attention de l'opérateur, d'un déversement, d'une expulsion ou d'une destruction accidentelle de la charge de travail, d'une interruption du flux de la charge de travail dans l'équipement en fonctionnement continu ou d'un fonctionnement sans charge de travail dans un équipement en fonctionnement continu.

NOTE 2 Des spécifications concernant le fonctionnement anormal et les exigences qui en résultent sont fournies dans les Exigences particulières.

5.1.4 Le montage et la mise en œuvre des composants doivent être conformes aux instructions du constructeur.

5.1.5 Pour les installations électrothermiques avec tensions ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse et fréquences ne dépassant pas 60 Hz, les parties suivantes de la CEI 60364 doivent s'appliquer: CEI 60364-1 : 2005, CEI 60364-4-41, CEI 60364-4-42, CEI 60364-4-43, CEI 60364-5-53 et CEI 60364-5-54. Pour les équipements électrothermiques avec tensions supérieures à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse, les exigences particulières de la présente norme doivent être satisfaites. La CEI 60204-11 et la CEI 61936-1 peuvent être utilisées en tant que guide.

Pour les équipements électriques avec tensions ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse et avec fréquences ne dépassant pas 200 Hz, la CEI 60204-1:2005 peut être utilisée en tant que guide. Cependant, la CEI 60204-1:2005 ne couvre pas les circuits de puissance, lorsque l'énergie électrique est directement utilisée en tant qu'outil de travail.

5.1.6 Les aspects de sécurité varient en fonction de la plage de fréquences.

NOTE Par exemple, les connexions qui sont équipotentielles à fréquence en courant continu, à fréquence du réseau ou à basse fréquence peuvent ne pas être équipotentielles pour les fréquences supérieures à 100 kHz.

5.1.7 Des mesures de protection doivent être prises pour éviter les surtensions, conformément aux normes correspondantes, par exemple la CEI 60364-4-43 et 7.2 de la CEI 60204-1:2005.

5.1.8 Des mesures de protection doivent être prises pour éviter les chocs électriques (voir Article 8).

5.1.9 Lorsqu'un danger ou un dommage peut survenir en raison d'une interruption de l'alimentation, des dispositions adaptées doivent être prises (voir 7.5 de la CEI 60204-1:2005).

5.1.10 Dans les circuits hydrauliques, des mesures doivent être prises afin d'empêcher toute surpression dangereuse, en utilisant, par exemple, des valves de sécurité ou des limiteurs de température. Des valves de commutation doivent être placées de manière à empêcher toute surpression et éviter d'endommager certaines parties délicates.

5.1.11 Des trajets d'évacuation doivent être fournis afin de permettre d'évacuer rapidement les personnels de la zone d'exploitation en cas d'incident dangereux, par exemple en cas d'incendie, d'émissions nocives, d'explosion de la charge de travail et autres incidents analogues.

5.2 Equipement électrothermique

5.2.1 Toutes les parties d'un équipement électrothermique doivent être conçues, construites et installées en fonction de la tension et de la fréquence utilisées (valeur de 0 Hz comprise), compte tenu du mode d'exploitation, des normes de la CEI et des instructions correspondantes, conformément au code de bonnes pratiques en ingénierie.

L'équipement ne doit pas être utilisé à d'autres fins ni dans d'autres conditions d'exploitation que celles pour lesquelles il a été conçu.

5.2.2 Pour l'équipement électrothermique de tension supérieure à 1 000 V, le phénomène d'ionisation, susceptible de se produire à des températures élevées dans des champs électriques élevés, doit être pris en compte dans la conception des distances d'isolement le long des surfaces et/ou dans l'air. Une attention particulière doit être accordée en cas d'émission de vapeur métallique, d'éclaboussures, de pollution, etc., conformément à la CEI 60664-1.

NOTE Des exigences spécifiques supplémentaires sont décrites dans les Exigences particulières.

5.2.3 Pour un équipement dont la fréquence du processus peut varier autour de la fréquence du processus assignée dans une certaine plage, la fréquence la plus défavorable pour les exigences de sécurité doit être prise en considération.

NOTE 1 Il convient d'accorder une attention particulière au fait que dans certains cas, par exemple, dans des équipements à circuits résonants, la tension peut dépasser sa valeur assignée en raison de phénomènes de résonance. Les conséquences pour la conformité avec les limites de tensions maximales absolues sont traitées dans les Exigences particulières.

NOTE 2 Pour les équipements qui contiennent des parties sous haute tension (obtenues, par exemple, à partir d'une basse tension grâce à un transformateur élévateur de tension, ou alimentées à partir d'un réseau d'alimentation à moyenne ou haute tension à travers un transformateur spécialisé), il convient de prendre en compte les informations fournies dans la CEI 60204-11.

5.2.4 L'équipement électrothermique doit être conçu, construit et installé de manière à être suffisamment stable pendant l'exploitation, en tenant compte de toutes les positions possibles de ses parties mobiles. Les poignées, les leviers de fonctionnement et les dispositifs analogues doivent être fixés et protégés de façon sûre.

Le mouvement des leviers et commandes doit correspondre autant que possible à la direction des mouvements mécaniques qu'ils commandent.

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

5.3 Matériel électrique des installations électrothermiques

5.3.1 Le matériel électrique doit être conçu et construit de façon à garantir la sécurité du personnel en charge des dangers électriques mais également d'autres dangers, conformément à l'Article 12.

Le matériel électrique doit satisfaire aux normes correspondantes de la CEI dans la mesure où elles existent et s'appliquent. Il doit également respecter les exigences relatives aux installations et/ou équipements électrothermiques.

Le matériel électrique doit être construit de telle sorte que le courant qui le traverse dans des conditions d'exploitation normales ne puisse provoquer un échauffement dangereux des conducteurs, des isolants ou des parties de l'installation électrothermique situées à proximité.

5.3.2 Les circuits comprenant des transformateurs, des inductances et des condensateurs doivent être conçus pour éviter que n'apparaissent des tensions ou des courants trop élevés

(par exemple, par effet de résonance) qui pourraient, s'ils persistent, constituer un danger du fait de la détérioration de l'installation électrothermique.

5.3.3 Des dispositions doivent être prises pour éviter des dangers dus à l'énergie stockée dans les condensateurs et les composants inductifs pendant ou après la mise hors tension. La protection contre les tensions résiduelles sur les condensateurs doit être prévue par une décharge effective des condensateurs. Un guide peut être issu des normes applicables, par exemple, la CEI 60110-1:1998, CEI 60204-1:2005 ou les normes spécifiques pour les générateurs et/ou les condensateurs de puissance non couverts par la CEI 60110-1:1998. Des instructions appropriées pour les utilisateurs, si nécessaire, doivent être fournies dans le manuel d'utilisation et, selon les circonstances, par une étiquette de mise en garde sur l'équipement.

5.3.4 Les matériels électriques doivent être conçus de telle façon qu'ils ne se détériorent pas en fonctionnement normal par suite des effets physiques et chimiques dus par exemple aux forces électromagnétiques, au rayonnement ultraviolet, à la chaleur émanant du milieu environnant, aux projections de matière en fusion et de sels, à l'humidité, à l'huile, aux chocs ou aux frottements. Si nécessaire, des mesures adaptées doivent être prises concernant la construction même, par exemple: installation de gouttières, de conduits de protection et de dispositifs analogues.

5.3.5 Afin de permettre la surveillance et la maintenance, le matériel électrique et ses différentes pièces, plus spécialement les pièces sujettes à usure, doivent être, dans la mesure du raisonnable, facilement accessibles.

5.3.6 Si un refroidissement forcé des composants est employé, des dispositions doivent être prises en vue de surveiller l'action de refroidissement. Si le refroidissement est insuffisant, une alarme doit se déclencher et, si nécessaire, l'équipement électrothermique doit être mis hors tension ou la sécurité assurée par d'autres moyens.

5.3.7 Les capteurs de toute grandeur physique et les organes de commande doivent être sélectionnés et montés en tenant compte de toutes les conditions d'exploitation possibles (par exemple, la température, l'action mécanique ou les phénomènes électromagnétiques).

5.3.8 Les boutons poussoirs doivent être conformes à 10.2 de la CEI 60204-1:2005.

5.3.9 Les voyants lumineux et affichages doivent être conformes à 10.3 de la CEI 60204-1:2005.

5.3.10 Les dispositifs destinés à la coupure électrique d'urgence doivent être conformes à 10.8 de la CEI 60204-1:2005.

5.4 Charges électrostatiques

Les charges électrostatiques, qui pourraient altérer le bon fonctionnement des équipements 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.

NOTE Des spécifications relatives aux décharges non dangereuses sont à l'étude.

5.5 Champs magnétiques, électriques et électromagnétiques

Les équipements électrothermiques doivent être conçus et exploités de façon à protéger le personnel et l'environnement des effets nocifs des champs magnétiques, électriques et électromagnétiques qu'ils émettent. Les phénomènes secondaires tels que les courants de Foucault et/ou les tensions induites doivent également être pris en compte.

NOTE Des dispositions sont décrites dans les Exigences particulières, si nécessaire. Des informations complémentaires peuvent être trouvées, par exemple, dans la CEI 62311 ou les lignes directrices ICNIRP (voir Bibliographie), ainsi que dans les réglementations nationales et/ou régionales.

5.6 Compatibilité électromagnétique

5.6.1 Les perturbations électromagnétiques générées par un équipement électrothermique doivent se situer dans les limites données par le CISPR 11, dans la mesure où elles s'appliquent.

5.6.2 Les fluctuations de tension et le papillotement doivent être pris en compte, si nécessaire.

NOTE 1 Pour l'évaluation des fluctuations de tension et du papillotement, les caractéristiques du réseau d'alimentation doivent être prises en compte.

NOTE 2 Des informations sur les fluctuations de tension et le papillotement pour l'équipement avec un courant d'entrée assigné inférieur ou égal à 16 A peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-3.

NOTE 3 Les informations sur la limitation des fluctuations de tension et du papillotement pour l'équipement avec un courant d'entrée assigné supérieur à 16 A peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-5, et pour l'équipement avec un courant d'entrée assigné inférieur ou égal à 75 A, voir également la CEI 61000-3-11.

NOTE 4 Des informations sur la limitation des charges de fluctuation dans les réseaux d'énergie à moyenne et haute tension peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-7.

5.6.3 Les effets des courants harmoniques doivent être pris en compte, si nécessaire.

NOTE 1 Pour l'évaluation du type et de la quantité d'harmoniques, les caractéristiques du réseau d'alimentation doivent être prises en compte.

NOTE 2 Des informations sur les émissions pour l'équipement basse tension avec un courant d'entrée assigné inférieur ou égal à 16 A peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-2.

NOTE 3 Les informations sur la limitation des courants harmoniques pour l'équipement avec un courant assigné supérieur à 16 A peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-4.

NOTE 4 Des informations sur la limitation des charges de distorsion dans les réseaux d'énergie à moyenne et haute tension peuvent être trouvées dans la CEI 61000-3-6.

5.6.4 L'immunité aux champs électromagnétiques doit être prise en compte si nécessaire.

NOTE Des informations générales sur les exigences d'immunité pour l'équipement industriel peuvent être trouvées dans la CEI 61000-6-2.

5.7 Rayonnements ionisants

Les dispositifs et les composants pour la mesure ou la surveillance des installations électrothermiques émettant un rayonnement ionisant doivent être conformes aux réglementations légales correspondantes. Ceci s'applique également à la charge de travail des équipements électrothermiques.

NOTE 1 Des exigences spécifiques sont décrites dans les Exigences particulières.

NOTE 2 Des informations peuvent être trouvées, par exemple, dans la Publication 60 ICRP (voir Bibliographie) et dans les réglementations nationales et/ou régionales.

5.8 Refroidissement par un liquide

5.8.1 Si les parties actives, par exemple les bobines d'inductance, les transformateurs, les condensateurs, les jeux de barres, les câbles, ainsi que les parties de chaudières ou de machines, sont refroidies par un liquide, la qualité de refroidissement, la longueur des canalisations et le matériau utilisé pour les tubes et les canalisations doivent être conçus de manière que la tension de contact résultant des courants de fuite n'altère pas la sécurité.

NOTE Une attention particulière peut devoir être portée à la conception des manchons de raccordement des canalisations utilisés.

5.8.2 Les données suivantes relatives au liquide et au système de refroidissement, avec un schéma du système de refroidissement indiquant les circuits de refroidissement individuels, doivent être fournies par le constructeur dans la documentation technique (13.4):

- type et propriétés du liquide de refroidissement (physiques, chimiques et électriques);
- débit requis;
- température d'entrée du liquide de refroidissement (minimale et maximale);
- température de sortie du liquide de refroidissement (maximale);
- pression d'entrée (minimale et maximale);
- pression de sortie (maximale);
- différence de pression minimale requise entre l'entrée et la sortie.

5.8.3 Dans la mesure du possible, la formation de bulles dans les systèmes de refroidissement doit être évitée car elles réduisent l'effet de refroidissement.

5.8.4 Pour réduire le risque de pollution de l'environnement et la perte de liquide de refroidissement, il est préférable d'utiliser un circuit de refroidissement fermé.

5.8.5 Toutes les parties dans lesquelles circule le liquide de refroidissement doivent résister au moins à 1,5 fois la pression de service assignée.

NOTE Des dispositions pour des dispositifs spéciaux, qui selon les informations des constructeurs ne peuvent pas résister à cette pression d'essai, sont fournies dans des Exigences particulières.

5.8.6 Il convient de prendre des précautions pour limiter la formation de dépôts, de corrosion et de gaz, qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur le système de refroidissement. La formation de condensation doit être autant que possible évitée. L'impact des effets galvaniques sur les connecteurs de flexibles doit être vérifié régulièrement.

6 Sectionnement et coupure

6.1 Généralités

Le sectionnement, la coupure pour entretien, la coupure d'urgence et la coupure fonctionnelle doivent être réalisés conformément aux normes correspondantes, telles que la CEI 60364-4-41, la CEI 60364-5-53 et la CEI 60204-1:2005.

6.2 Coupure des circuits de commande et des circuits auxiliaires

Certains circuits de commande et circuits auxiliaires, en fonction de l'application, peuvent ne pas être coupés, comme par exemple:

- a) le circuit d'éclairage et les circuits de prises de courant destinés au raccordement des outils de réparation et de maintenance, par exemple lampes ou perceuses (quelle que soit leur tension d'alimentation);
- b) les circuits alimentant les déclencheurs par manque de tension et des dispositifs de fermeture et d'ouverture des disjoncteurs qui fonctionnent à la tension du réseau mais qui ne sont pas utilisés pour la commande;
- c) les circuits auxiliaires alimentés à une tension ne dépassant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lisse;
- d) d'autres circuits auxiliaires alimentant des composants essentiels, par exemple les pompes, les ventilateurs et les dispositifs de transmission qui ne doivent pas être coupés pendant les périodes d'interruption de l'alimentation par le réseau.

Pour les tensions supérieures à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lisse, les circuits mentionnés ci-dessus doivent être constitués par des câbles ou des conducteurs isolés et séparés de ceux qui suivent le sectionneur d'alimentation. Ils doivent être connectés par l'intermédiaire de bornes séparées, placées sous enveloppe spéciale et ils doivent être munis d'un sectionneur séparé.

Dans le cas mentionné au point b), ce sectionneur peut ne pas être utilisé. Les circuits, qui ne sont pas coupés au moyen du sectionneur du circuit d'alimentation doivent être clairement indiqués dans la documentation technique.

6.3 Coupure pour des niveaux de haute tension

Les disjoncteurs sont autorisés pour l'alimentation, la coupure et le sectionnement, à condition que:

- la distance d'isolement soit prévue et visible (par exemple, un sectionneur ou un disjoncteur retiré);
- des installations soient prévues pour empêcher la fermeture des interrupteurs-sectionneurs ainsi que pour la mise à la terre des départs de câbles ou des jeux de barres.

Le matériel de commutation utilisé dans les circuits à haute puissance avec des tensions supérieures à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse doit être conçu et installé de manière à garantir la sécurité en fonctionnement normal et anormal. Un guide concernant le sectionnement pour les tensions supérieures à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse peut être également tiré de la CEI 61936-1 et de la CEI 60204-11.

7 Raccordement au réseau électrique et raccordements internes

NOTE L'Article 7 s'applique aux raccordements internes fonctionnant à des fréquences inférieures ou égales à 100 kHz. Des dispositions spécifiques concernant les fréquences plus élevées sont présentées dans les Exigences particulières, si nécessaire.

7.1 Exigences générales

7.1.1 Le raccordement au réseau électrique dépend du type et de la tension du système d'alimentation conformément à l'Article 312 de la CEI 60364-1:2005. Les conducteurs doivent être conformes aux normes correspondantes, par exemple l'Article 12 de la CEI 60204-1:2005. Les conducteurs doivent être identifiés conformément à la CEI 60446.

7.1.2 Les conducteurs d'interconnexion doivent être conçus et disposés de façon qu'en fonctionnement normal ils ne subissent aucune contrainte mécanique anormale, due par exemple à la traction, la flexion, la torsion, le frottement ou la vibration ou aux effets de la chaleur, de l'humidité ou des vapeurs, qui seraient susceptibles de les endommager.

Les conditions de premier défaut doivent également être prises en considération.

7.1.3 Les enveloppes des conducteurs doivent assurer:

- la protection des isolants contre l'abrasion et les déchirures;
- la protection des conducteurs contre la traction et la torsion.

7.2 Raccordement électrique fixe

7.2.1 Les dispositifs destinés à éviter les efforts de traction dans les raccordements électriques fixes ne doivent pas être rendus actifs. Ils doivent également être conçus de manière à éviter toute dégradation du conducteur à protéger contre des contraintes anormales de traction, conformément à 7.1.2.

7.2.2 Le rayon de courbure des conducteurs/câbles doit être suffisamment grand au point d'entrée pour éviter leur détérioration. Le raccordement des conducteurs, avec leurs enveloppes, doit être possible sans risque de les endommager.

7.3 Raccordement amovible et conducteurs souples

7.3.1 L'équipement électrothermique qui n'est pas raccordé à demeure au réseau d'alimentation doit comporter un conducteur souple de raccordement fixe en permanence qui ne peut être détaché qu'en utilisant un outil.

7.3.2 Tout câblage souple doit être pourvu d'une gaine de protection conforme aux exigences du 7.1.2 et les dispositions prises pour réaliser la protection contre les contraintes de traction et la torsion doivent être facilement identifiables.

7.3.3 Les conducteurs souples doivent être protégés contre les pliages excessifs aux points d'entrée. Les dispositifs de protection doivent être de longueur suffisante et fixés correctement.

7.3.4 Les entrées des conducteurs de raccordement doivent être prévues de sorte que le revêtement protecteur des conducteurs puisse être introduit sans risque de détérioration.

NOTE L'utilisation de manchons isolants est recommandée.

7.3.5 L'espace prévu pour les conducteurs d'alimentation à l'intérieur de l'installation doit être tel que l'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.

7.3.6 Les raccordements par contact glissant doivent être inaccessibles et vérifiés par le doigt d'épreuve normalisé conformément à la CEI 60529, à la fois quand ils sont connectés et lorsqu'ils sont déconnectés mais sous tension.

7.3.7 Les parties actives des dispositifs de prise de courant doivent être inaccessibles lorsqu'elles sont connectées ou lorsqu'elles sont déconnectées mais sous tension.

7.3.8 Les canalisations de raccordement amovibles doivent comporter tous les conducteurs actifs et les conducteurs de protection nécessaires, clairement identifiés et disposés ensemble.

7.3.9 Dans les installations, lorsque plusieurs fiches sont utilisées, toute erreur de raccordement doit être évitée par la forme ou le marquage distinct des fiches.

8 Protection contre les chocs électriques

8.1 Généralités

Des mesures de protection doivent être prises pour éviter les chocs électriques. Pour les installations avec une tension ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse et une fréquence ne dépassant pas 60 Hz, les exigences de la CEI 60364-4-41 s'appliquent. Pour les installations avec une tension supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu lisse avec une fréquence ne dépassant pas 60 Hz, les exigences de la CEI 61140 s'appliquent.

NOTE 1 Pour les fréquences comprises entre 60 Hz et 100 kHz, des spécifications sont données dans les Exigences particulières.

NOTE 2 La tension de contact admissible en fonction de la fréquence est à l'étude.

8.2 Contact direct – mesures particulières

Des spécifications sur les mesures particulières en cas de contact direct sont présentées dans les Exigences particulières, le cas échéant (voir également Annexe A, Article A.1).