

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60519-3

Deuxième édition
Second edition
1988-04

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Troisième partie:
Règles particulières pour les installations
de chauffage par induction et par conduction
et pour les installations de fusion par induction**

Safety in electroheat installations

**Part 3:
Particular requirements for
induction and conduction heating and
induction melting installations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60519-3: 1988

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60519-3

Deuxième édition
Second edition
1988-04

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Troisième partie:
Règles particulières pour les installations
de chauffage par induction et par conduction
et pour les installations de fusion par induction**

Safety in electroheat installations

**Part 3:
Particular requirements for
induction and conduction heating and
induction melting installations**

© IEC 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
3. Inducteur de chauffage	8
4. Condensateurs	10
5. Sources d'alimentation à fréquence du réseau	12
6. Convertisseurs rotatifs de fréquence	12
7. Convertisseurs statiques de fréquence	14
8. Multiplicateurs ferromagnétiques de fréquence	14
9. Appareillage de connexion	14
10. Câbles, fils et jeux de barres	16
11. Refroidissement par un liquide (voir Publication 519-1 de la CEI, paragraphe 6.5)	18
12. Plaque signalétique (voir Publication 519-1 de la CEI, article 8)	18
13. Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite	18
14. Protection contre les chocs électriques (voir Publication 519-1 de la CEI, article 12)	20
15. Perturbations radioélectriques	26
SECTION A: Règles spécifiques aux installations de chauffage par induction et par conduction	28
SECTION B: Règles spécifiques aux installations de fusion par induction	34
ANNEXE A - Tension de contact admissible en fonction de la durée	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Inductor	9
4. Capacitors.....	11
5. Mains frequency power sources	13
6. Motor-alternator frequency converters	13
7. Solid state frequency converters.....	15
8. Ferromagnetic frequency multipliers.....	15
9. Switchgear	15
10. Cables, wires and busbars	17
11. Liquid cooling (see IEC Publication 519-1, Sub-clause 6.5)	19
12. Rating plate (see IEC Publication 519-1, Clause 8)	19
13. Clearance and creepage distances.....	19
14. Protection against electric shock (see IEC Publication 519-1, Clause 12)	21
15. Radio-interferences	27
SECTION A: Specific requirements for induction and conduction heating installations	29
SECTION B: Specific requirements for induction melting installations	35
APPENDIX A - Admissible touch voltage as a function of duration .	41

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SECURITE DANS LES INSTALLATIONS ELECTROTHERMIQUES

Troisième partie: Règles particulières pour les installations de chauffage par induction et par conduction et pour les installations de fusion par induction

PREAMBULE

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

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Cette publication remplace la première édition parue en 1975.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux mois	Rapport de vote
27(BC)81	27(BC)84	27(BC)86	27(BC)88

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

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°^{OS} 50(841) (1983): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 841: Electrothermie industrielle.

364-4-41 (1982): Installations électriques des bâtiments, Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques.

519-1 (1984): Sécurité dans les installations électrothermiques, Première partie: Règles générales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONSPart 3: Particular requirements for induction and conduction
heating and induction melting installations

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 27: Industrial electroheating equipment.

This publication replaces the first edition published in 1975.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
27(C0)81	27(C0)84	27(C0)86	27(C0)88

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

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publication Nos. 50(841) (1983): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating.
- 364-4-41 (1982): Electrical installations of buildings, Chapter 41: Protection against electric shock.
- 519-1 (1984): Safety in electroheat installations, Part 1: General requirement.

SECURITE DANS LES INSTALLATIONS ELECTROTHERMIQUES

Troisième partie: Règles particulières pour les installations de chauffage par induction et par conduction et pour les installations de fusion par induction

1. Domaine d'application

1.1 La présente norme doit être lue conjointement avec la Publication 519-1 de la CEI.

1.2 Elle comprend:

- une section générale recouvrant les règles communes aux installations de chauffage par induction et conduction et aux installations de fusion par induction, et
- deux sections A et B donnant les règles spécifiques à chaque type d'installation.

1.3 *La présente norme est applicable*

- aux installations de chauffage des solides par induction et par conduction à basse, moyenne et haute fréquences. (L'utilisation du courant continu est également prévue pour le chauffage par conduction);
- aux installations de fusion, maintien en température ou surchauffe, par induction à basse, moyenne et haute fréquences,
- et aux parties de l'installation électrothermique servant au transport ou au déplacement et susceptibles d'être soumises à l'influence de la section de chauffage.

Exemples d'application:

Installations de chauffage par induction et par conduction de brames, billettes, barres, feuillards, fils, tubes, rivets, etc., pour formage à chaud et traitement thermique ultérieurs.

Installations comportant des fours à induction à creuset ou à canal.

2. Terminologie

Note.- Les termes relatifs à cette publication sont définis dans les Publications 519-1 et 50(841) de la CEI.

Les termes relatifs à la présente norme, qui ne sont pas encore définis dans la Publication 519-1 mais sont considérés comme essentiels, sont définis comme suit:

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 3: Particular requirements for induction and conduction heating and induction melting installations

1. Scope

1.1 This standard shall be read in conjunction with IEC Publication 519-1.

1.2 It consists of:

- a general section covering requirements common to both induction and conduction heating installations and induction melting installations and,
- two sections, A and B, giving specific requirements for each type of installation.

1.3 *The standard applies to*

- installations for induction and conduction heating of solids, at low, medium and high frequencies. (For conduction heating, use of direct current is also included);
- installations for induction melting, holding and superheating at low, medium and high frequencies;
- those parts of the conveying or handling equipment of the electro-heat installation, which are within the influence of the heating section.

Examples of application:

Installations for induction and conduction heating of slabs, billets, rods, strip, wire, tubes, rivets, etc., for subsequent hot forming and heat treatment.

Installations with induction crucible furnaces or induction channel furnaces.

2. Definitions

Note.- Terms relating to this publication are defined in IEC Publications 519-1 and 50(841).

Terms which are not defined in IEC Publication 519-1 but considered essential for this publication are presented as follows.

2.1 *Chauffage par induction* (VEI 841-05-01, modifié)

Mode de chauffage dans lequel la chaleur est produite dans la charge par les courants créés par induction électromagnétique.

2.2 *Chauffage par conduction* (Chauffage direct par résistance) (VEI 841-02-02 modifié)

Chauffage par résistance dans lequel le courant électrique passe dans la matière à chauffer et n'est pas créé par induction électromagnétique.

2.3 *Section de chauffage*

Partie de l'équipement dans laquelle se produit le chauffage par induction ou par conduction.

2.4 *Inducteur de chauffage* (VEI 841-05-06 modifié)

Élément (par exemple enroulement(s) d'un équipement de chauffage ou de fusion par induction) alimenté en courant alternatif et conçu pour créer le champ magnétique qui engendre les courants induits dans la charge (VEI 841-10-13).

2.5 *Système de contact*

Élément d'un poste de chauffage par conduction permettant de raccorder électriquement la charge au circuit de chauffage.

2.6 *Four à induction à creuset* (VEI 841-05-18)

Four de fusion ou de maintien à induction dans lequel la chaleur est engendrée directement dans la charge ou dans le creuset qui la contient au moyen d'un ou de plusieurs enroulements inducteurs disposés autour du creuset.

2.7 *Four à induction à canal* (VEI 841-05-19)

Four de fusion ou de maintien à induction formant un transformateur dont le circuit secondaire est constitué par du métal fondu contenu dans un canal en matériau réfractaire; ce canal est relié à une chambre munie d'un revêtement réfractaire, contenant également du métal fondu, dans laquelle on place les matériaux à fondre.

3. Inducteur de chauffage

3.1 Si tout ou partie de l'inducteur est destiné à être remplacé pour cause d'usure ou échangé pour répondre à une nouvelle exigence de production, les instructions du constructeur doivent être respectées.

3.2 Si le refroidissement de l'inducteur devient insuffisant et de ce fait peut présenter un danger pour le personnel ou entraîner une détérioration des parties essentielles de l'installation, un signal d'alarme doit être déclenché et la puissance de chauffage doit être coupée automatiquement.

2.1 *Induction heating* (IEV 841-05-01, modified)

Method of heating in which the heat is generated by currents in the charge, induced electromagnetically.

2.2 *Conduction heating* (direct resistance heating) (IEV 841-02-02 modified)

Resistance heating in which current passes through the material to be heated and is not induced electromagnetically.

2.3 *Heating section*

That part of the equipment in which heating by induction or conduction takes place.

2.4 *Inductor* (IEV 841-05-06 modified)

The component (e.g., coil(s)) of induction heating or melting equipment, carrying an alternating current and designed to create the magnetic field which induces currents in the charge (IEV 841-10-13).

2.5 *Contact system*

The component of a conduction heating work station by which the charge is electrically connected to the heating circuit.

2.6 *Induction crucible furnace* (IEV 841-05-18)

An induction melting or holding furnace in which the heat is generated directly in the charge, or in the crucible containing it by means of one or more inductor coils arranged around the crucible.

2.7 *Induction channel furnace* (IEV 841-05-19)

An induction melting or holding furnace forming a transformer whose secondary circuit comprises the molten metal contained in a channel made of refractory material and which is connected to a refractory lined chamber also containing molten metal, into which charge pieces to be heated are placed.

3. Inductor

3.1 Where the inductor or parts of it are intended to be replaced due to wear or exchanged to meet a new production requirement, the manufacturer's instructions shall be followed.

3.2 Should the effect of cooling of the inductor become insufficient and cause danger to personnel or damage to essential parts of the equipment, an alarm signal shall be given and the heating power switched off automatically.

- 3.3 Il est recommandé d'éviter un refroidissement de l'inducteur à une température inférieure au point de rosée, susceptible d'entraîner de la condensation sur la bobine et sur ses extrémités provoquant d'éventuels courts-circuits.
- 3.4 Pour les équipements électrothermiques dont les inducteurs sont à refroidissement forcé et qui ont une charge et/ou un garnissage de capacité thermique élevée, il est recommandé d'avoir une source de secours pour assurer le refroidissement de la ou des bobines, et éventuellement de l'équipement de transport, jusqu'à ce que la charge chauffée ait été retirée et que le revêtement se soit refroidi à un niveau assurant sa sécurité.
- 3.5 La tension appliquée aux inducteurs, par exemple des bobines à prises multiples, ne doit pas dépasser la valeur prescrite par le constructeur.

4. Condensateurs

- 4.1 Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour décharger rapidement les condensateurs qu'il peut être dangereux de toucher après leur mise hors tension.

Une notice d'avertissement doit être placée à un endroit bien visible, pour indiquer que la décharge doit être effectuée avant de manipuler les condensateurs.

- 4.2 Pour les condensateurs reliés de façon permanente en parallèle à un inducteur de chauffage ou à un transformateur, un dispositif de décharge peut ne pas être prévu.

Lorsque des condensateurs reliés en parallèle à un inducteur de chauffage ou à un transformateur ne sont mis hors tension qu'en marche à vide, le dispositif de décharge peut ne pas être prévu, à condition qu'un intervalle de temps suffisant pour la décharge s'écoule entre la coupure de l'alimentation et l'ouverture de l'interrupteur de mise en service du condensateur.

Note. - S'il y a une possibilité de charge en courant continu, le dispositif de décharge est indispensable.

- 4.3 Les condensateurs qui sont commutés en charge ou raccordés par l'intermédiaire de coupe-circuit fusibles externes doivent être munis d'un dispositif de décharge.

- 4.4 Un dispositif de décharge ne se substitue pas à la mise en court-circuit des bornes des condensateurs et à leur mise à la terre avant manipulation.

Note. - Même si un dispositif de décharge a fonctionné, une charge résiduelle peut parfois subsister aux interconnexions des condensateurs montés en série en raison de la fusion de fusibles, de la coupure de connexions internes, de différences de valeurs de capacités ou de la recharge des diélectriques à partir des composantes continues de la charge précédente.

- 3.3 Cooling of the inductor below dew point should be avoided as it may cause condensation at the coil and its terminals leading to possible short-circuit.
- 3.4 For electroheat equipment with forced cooled inductors having a charge and/or lining of high heat capacity, it is advisable to have an emergency supply for cooling the coil(s) and where applicable the conveying equipment until the hot charge has been removed and until the lining has cooled to a safe temperature level.
- 3.5 The voltage applied to inductors, for example, coils with tappings, shall not exceed the manufacturer's rating.

4. Capacitors

- 4.1 All necessary precautions shall be taken to rapidly discharge capacitors which may be dangerous to touch after they have been switched off.

A warning notice shall be displayed in a prominent position stating that the discharge has to be effected before handling the capacitors.

- 4.2 For capacitors permanently connected in parallel to an inductor work coil or a transformer, the discharge device may be dispensed with.

Where capacitors connected in parallel to an inductor or a transformer are disconnected only in the off-load condition, the discharge device may be dispensed with, providing a sufficient time delay occur for the discharge between switching off the supply and opening of the capacitor switch.

Note. - If there is a risk of d.c. charging, the discharge device is indispensable.

- 4.3 Capacitors which are switched on load or connected via external fuses shall have discharge facilities.

- 4.4 A discharge device is not a substitute for short-circuiting the capacitor terminals together and to earth before handling.

Note. - Although a discharge device has operated, a residual charge may sometimes be left at the interconnections of series-connected capacitors due to blown fuses, interrupted internal connections, differences of the capacitance values or dielectric recharging from d.c. components of the previous charge.

- 4.5 Les condensateurs destinés à être utilisés en basse fréquence doivent être raccordés par l'intermédiaire de dispositifs de protection. Si des coupe-circuit fusibles internes sont employés, des dispositifs de protection externes peuvent ne pas être prévus. Les condensateurs destinés à être utilisés à moyenne et haute fréquences peuvent être raccordés sans dispositifs de protection.
- 4.6 Dans le cas de condensateurs à refroidissement par liquide, la température du condensateur doit être surveillée par un dispositif muni d'une alarme automatique. Si les systèmes de refroidissement de plusieurs condensateurs sont reliés en série, il suffira de surveiller la température du condensateur placé à la sortie. Si des unités de condensateurs sont commutées individuellement, la dernière unité du circuit de refroidissement en série doit être raccordée en permanence au circuit électrique ou être la dernière unité à être déconnectée.
- 4.7 Au lieu de la température du condensateur, il est possible de surveiller celle du fluide de refroidissement au point de sortie ou le débit de chaque circuit de refroidissement.

5. Sources d'alimentation à fréquence du réseau

Dans le cas de sources à fréquence du réseau alimentant une charge monophasée à partir d'un réseau triphasé et faisant appel à des condensateurs et à des inductances pour conserver un équilibre suffisant entre les 3 courants de phase, un circuit résonnant série peut s'établir, entraînant des surtensions qui mettent en cause la sécurité si le raccordement de phase commun aux condensateurs et aux inductances du circuit d'équilibrage est mis en circuit ouvert, par exemple à la suite de la fusion d'un coupe-circuit fusible ou du défaut d'un contacteur sur la ligne.

Dans de telles conditions, des mesures doivent être prévues pour déconnecter l'alimentation, par exemple au moyen d'un disjoncteur à maximum de tension sur le circuit d'alimentation.

Les contacteurs qui commandent l'alimentation triphasée de l'ensemble condensateur-inductance doivent être conçus de manière que le contact relié au point commun de l'inductance et du condensateur se ferme rapidement lors de la mise sous tension et avec une certaine temporisation lors de la mise hors tension.

6. Convertisseurs rotatifs de fréquence

- 6.1 Dans le cas d'une diminution rapide de puissance ou d'une mise sous tension de condensateurs, la section de chauffage et le convertisseur de fréquence peuvent être le siège de tensions transitoires; ils doivent donc être conçus de manière à pouvoir les supporter.
- 6.2 Le courant d'excitation ne doit être appliqué que lorsque le convertisseur de fréquence a atteint sa vitesse de régime et que toute la séquence de démarrage a été effectuée.

- 4.5 Capacitors for low frequencies shall be connected via protective devices. Where internal fuses are employed, external means of protection can be dispensed with. Capacitors for medium and high frequencies may be connected without protective devices.
- 4.6 In the case of liquid-cooled capacitors, the capacitor temperature shall be monitored by a device fitted with an automatic alarm. If the cooling systems of several capacitors are connected in series, it will suffice to monitor the temperature of the capacitor at the outlet end. Where the capacitor units are individually switched, the last unit in the series-connected cooling circuit shall be permanently connected in the electrical circuit, or be the last unit to be disconnected.
- 4.7 Instead of the capacitor temperature, the temperature of the coolant at the outlet point or rate of flow of each cooling circuit may be monitored.

5. Mains frequency power sources

In the case of mains frequency power sources which feed a single phase load from a three-phase supply and which employ capacitors and reactors to keep the 3 line currents in reasonable balance, series resonance causing overvoltages liable to impair safety may occur if the phase connection common to the capacitors and reactors of the balancing circuit becomes open-circuited, for example, by a blown fuse or a defective contactor in the line.

For such conditions measures shall be provided to disconnect the supply, for example, overvoltage tripping of the supply circuit breaker.

Contactors which control the three-phase supply to the reactor-capacitor combination shall be designed to ensure that the contact connected to the common point of the reactor and capacitor closes early when switching on and opens late when switching off.

6. Motor-alternator frequency converters

- 6.1 In the case of rapid power reduction or switching in of capacitors, transient voltages may occur which the heater and frequency converter shall be designed to tolerate.
- 6.2 The excitation current shall only be applied when the frequency converter has reached its operating speed and the starting sequence has been completed.