

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60519-9

Première édition
First edition
1987-03

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Neuvième partie:
Règles particulières pour les installations
de chauffage diélectrique à haute fréquence**

Safety in electroheat installations

**Part 9:
Particular requirements for high-frequency
dielectric heating installations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60519-9: 1987

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**

60519-9

Première édition
First edition
1987-03

Sécurité dans les installations électrothermiques

**Neuvième partie:
Règles particulières pour les installations
de chauffage diélectrique à haute fréquence**

Safety in electroheat installations

**Part 9:
Particular requirements for high-frequency
dielectric heating installations**

© IEC 1987 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
3. Générateur haute fréquence	10
4. Mesures de protection	10
5. Mesures de protection utilisées dans les installations de chauffage diélectrique	16
6. Essai de mesures de protection	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. High-frequency generator	11
4. Protective measures	11
5. Protective measures for use in dielectric heating installations	17
6. Tests for protective measures	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Neuvième partie: Règles particulières pour les installations de chauffage diélectrique à haute fréquence

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

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)73	27(BC)78	27(BC)79	27(BC)83

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°s
- 50 (841): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 841: Electrothermie industrielle.
 - 110 (1973): Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
 - 519-1: Sécurité dans les installations électrothermiques, Première partie: Règles générales.
 - C.I.S.P.R. 11: Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à haute fréquence (à l'exclusion des appareils de diathermie chirurgicale) relatives aux perturbations radioélectriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 9: Particular requirements for high-frequency dielectric
heating 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.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
27(CO)73	27(CO)78	27(CO)79	27(CO)83

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

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(841): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating
110 (1973): Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24 000 Hz.
519-1: Safety in Electroheat Installations, Part I: General Requirements.
C.I.S.P.R. 11: Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Industrial, Scientific and Medical (ISM) Radio-frequency Equipment (excluding Surgical Diathermy Apparatus).

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Neuvième partie: Règles particulières pour les installations de chauffage diélectrique à haute fréquence

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux installations industrielles de chauffage à haute fréquence destinées aux applications thermiques telles que l'assemblage par fusion, la fusion et le séchage des matériaux partiellement conducteurs ou non conducteurs, comme les matières plastiques, le bois, le caoutchouc, les textiles, le verre, les céramiques, le papier, les denrées alimentaires, etc., ces produits étant à l'air libre ou protégés par une atmosphère de gaz inerte ou encore placés sous vide.

La présente norme doit être lue conjointement avec la deuxième édition de la publication 519-1 de la CEI: Sécurité dans les installations électrothermiques, Première partie: Règles générales.

La présente norme traite des installations de chauffage diélectrique à haute fréquence dans la plage 1 MHz à 300 MHz et de puissance de sortie supérieure à 50 W, comprenant des générateurs haute fréquence et des condensateurs pour le couplage à la charge à chauffer qui, selon les prescriptions, peut comprendre aussi les dispositifs mécaniques nécessaires.

Note. — Conformément à la Publication 11 du C.I.S.P.R.: Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à haute fréquence (à l'exclusion des appareils de diathermie chirurgicale) relatives aux perturbations radioélectriques, il existe des fréquences préférentielles pour les utilisations industrielles, scientifiques et médicales. Si d'autres prescriptions internationales ou nationales existent, elles doivent être également respectées. Les publications du C.I.S.P.R. donnent aussi des recommandations sur la suppression des perturbations radioélectriques.

2. Définitions

Pour les définitions des termes généraux et fondamentaux, se reporter à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 841: Electrothermie industrielle.

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente publication.

2.1 Générateur haute fréquence

Dans le cadre de la présente norme, un générateur haute fréquence est un convertisseur électronique travaillant à une fréquence comprise entre 1 MHz et 300 MHz.

2.2 Installation de chauffage diélectrique

Équipement comprenant l'applicateur de chauffage, ainsi que le générateur haute fréquence, son alimentation et les dispositifs de protection.

2.3 Condensateur de chauffage (d'un poste de chauffage diélectrique)

Condensateur constitué par les électrodes de travail et la charge placée entre celles-ci.

Note. — La configuration des électrodes de travail est adaptée à la nature et à la forme de la charge. Il y a au moins deux électrodes. La tension peut être connectée de manière symétrique ou asymétrique par rapport au potentiel de terre.

2.4 Electrodes en forme de plaque

Electrodes de travail formées de deux ou de plusieurs plaques transmettant l'énergie électrique pour chauffer la charge.

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 9: Particular requirements for high-frequency dielectric heating installations

1. Scope

This standard is applicable to industrial high-frequency heating installations for the purpose of thermal applications such as assembly by melting, melting and drying of partially or non-conductive materials such as plastics, wood, rubber, textiles, glass, ceramics, paper, foodstuffs, etc., in both normal and protective atmospheres, using for example inert gases or a vacuum.

This standard is to be read in conjunction with IEC Publication 519-1: Safety in Electroheat Installations, Part 1: General Requirements.

This standard relates to high-frequency dielectric heating installations, in the range 1 MHz to 300 MHz with output power greater than 50 W comprising high-frequency generators, and capacitors for the charge to be heated which, according to the requirements, may also contain the necessary mechanical devices.

Note. — In accordance with C.I.S.P.R. Publication 11: Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Industrial, Scientific and Medical (ISM) Radio-frequency Equipment (Excluding Surgical Diathermy Apparatus) there are preferred frequencies for industrial scientific and medical purposes. If other international or national regulations apply they shall also be met. C.I.S.P.R. Publications also give guidance regarding radio-interference suppression.

2. Definitions

For definitions of fundamental and general terms, refer to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating.

The following definitions apply for the purpose of this standard.

2.1 High-frequency generator

A high-frequency generator within the meaning of this standard is an electronic convertor having an operating frequency between 1 MHz and 300 MHz.

2.2 Dielectric heating installation

An equipment comprising the heating applicator, as well as the high-frequency generator, its supply and protective devices.

2.3 Heating capacitor (of a dielectric heater)

A capacitor formed by the work electrodes and the charge which is placed between them.

Note. — The shape of the work electrodes is adapted to the nature and form of the charge. There are not less than two electrodes. The voltage may be connected symmetrically or asymmetrically with respect to earth potential.

2.4 Plate electrodes

Work electrodes consisting of two or more plates, from which electrical energy is transmitted to heat the charge.

2.5 *Electrodes à champ de dispersion*

Electrodes de travail, habituellement en forme de barreaux, utilisées en général pour le chauffage continu.

2.6 *Applicateur diélectrique*

Dispositif ou équipement prévu pour contenir la charge à traiter et comportant les électrodes de travail. Le chauffage se produit dans le champ à haute fréquence situé entre les électrodes et/ou adjacent à ces dernières, la charge étant au repos ou en mouvement.

2.7 *Puissance haute fréquence utile*

Puissance active absorbée par la substance à chauffer.

2.8 *Fréquence nominale*

Valeur médiane de fonctionnement de la plage de fréquences.

2.9 *Stabilité en fréquence*

Aptitude d'un générateur haute fréquence à maintenir les tolérances de fréquence spécifiées en présence de toutes les variations de charge qui se produisent en fonctionnement normal.

2.10 *Tension d'alimentation*

Tension nécessaire au fonctionnement du générateur haute fréquence et de l'équipement auxiliaire.

2.11 *Tension haute fréquence d'électrode*

Tension haute fréquence appliquée aux électrodes de travail.

2.12 *Intensité du champ électrique (champ haute fréquence de travail)*

Intensité du champ électrique engendré entre les et au voisinage des électrodes de travail. Sa valeur est fonction de la tension appliquée aux électrodes, de la configuration, des dimensions géométriques de ces dernières et des paramètres physiques de la charge à chauffer.

2.13 *Puissance de raccordement*

Puissance de raccordement apparente maximale absorbée par l'installation.

2.14 *Puissance absorbée assignée au générateur*

Puissance apparente absorbée par le générateur haute fréquence lorsqu'il produit sa puissance utile assignée.

2.15 *Puissance utile nominale de sortie*

Puissance active qui peut être fournie en permanence par le générateur haute fréquence à la charge avec l'adaptation la plus favorable à la tension d'alimentation (voir paragraphe 2.10).

2.16 *Puissance de pointe*

Puissance de sortie haute fréquence de valeur supérieure à la puissance nominale de sortie et dont la valeur admissible dépend de la durée d'impulsion et de la fréquence de récurrence.

2.17 *Puissance de perte*

Puissance active absorbée par l'installation qui ne contribue pas au chauffage de la charge.

2.5 *Dispersed field electrodes*

Work electrodes usually in the form of rods, generally used for continuous heating.

2.6 *Dielectric applicator*

A device or equipment intended to handle the charge to be treated and which contains the work electrodes. Heating takes place in the HF field between and/or adjacent to the electrodes, the charge being at rest or in motion.

2.7 *Useful high-frequency power*

Active power absorbed by the substance to be heated.

2.8 *Nominal frequency*

The mid-point operating value of the frequency range.

2.9 *Frequency stability*

The ability of a high-frequency generator to maintain the specified frequency tolerances under all the variations of load which occur in normal operation.

2.10 *Mains supply voltage*

The voltage necessary for the operation of the high-frequency generator and auxiliary equipment.

2.11 *High-frequency electrode voltage*

The high-frequency voltage applied to the work electrodes.

2.12 *Electric field intensity (HF working field)*

The electric field intensity produced between and adjacent to the work electrodes. Its value is a function of the voltage applied to the electrodes, of the shape, of the geometrical dimensions of the latter and physical parameters of the charge to be heated.

2.13 *Input power*

The maximum input apparent power of the installation.

2.14 *Input rating of generator*

The apparent power absorbed by the high-frequency generator at the rated useful power.

2.15 *Rated useful output power*

The active power which can continuously be supplied by the high-frequency generator to the charge with the most favourable matching at mains supply voltage (see Sub-clause 2.10).

2.16 *Pulse power (short-cycle power)*

A high-frequency output power greater than the rated output power, its permissible value depending on the pulse duration and repetition rate.

2.17 *Power loss*

The active power absorbed by the installation from the supply which does not contribute to the heating of the charge.

2.18 Calorimètre

Instrument destiné à déterminer la puissance utile de sortie d'une installation haute fréquence comprenant par exemple un condensateur à travers lequel coule de l'eau dont le débit et l'échauffement sont mesurés.

3. Générateur haute fréquence

3.1 Description

Un générateur haute fréquence comprend:

- 3.1.1 Une partie qui contient les éléments nécessaires à la fourniture et à la distribution de la puissance à la fréquence du réseau.
- 3.1.2 Une partie redresseur qui contient habituellement les éléments destinés à convertir le courant d'alimentation à la fréquence du réseau en courant continu à haute tension.
- 3.1.3 Une partie oscillateur qui contient les éléments nécessaires à la production et l'adaptation de l'énergie à haute fréquence. La partie oscillateur est installée dans une enveloppe blindée destinée à réduire le rayonnement haute fréquence.
- 3.1.4 Le dispositif de commande et de surveillance qui contient les commandes programmées avec des dispositifs de verrouillage et de sécurité pour la protection contre les surcharges, ainsi qu'un appareillage de commutation et des dispositifs de surveillance.

3.2 Marquage

La plaque signalétique doit donner les informations suivantes:

- Nom et adresse du constructeur.
- Type d'appareil et année de construction.
- Numéro de série ou de fabrication.
- Tension d'alimentation du réseau.
- Fréquence du réseau.
- Puissance de raccordement.
- Puissance utile nominale en kilowatts (voir paragraphe 2.15).
- Fréquence nominale de fonctionnement.

Note. — Il convient que le marquage soit conforme à la Publication 519-1 de la CEI.

4. Mesures de protection

4.1 Protection contre les contacts directs

- 4.1.1 Toutes les parties actives, autres que les bornes de sortie du générateur haute fréquence, doivent être placées dans une ou plusieurs enveloppes ayant une protection appropriée contre les contacts directs.
- 4.1.2 Il ne doit pas être possible d'ouvrir les portes ou de retirer les capots donnant accès aux parties de l'équipement sous des tensions dépassant 50 V (domaines 2 et 3) sans utiliser un outil spécial ou une clé.
- 4.1.3 Les trappes de visite dans les enveloppes de protection ou les parties mobiles de ces dernières doivent avoir des interrupteurs de sécurité à fonctionnement positif non réarmables ou un verrouillage, de sorte que la tension à haute fréquence ne puisse être appliquée, sauf quand l'entrée est

2.18 *Calorimeter*

The calorimeter is an instrument for measuring the useful output power of the high-frequency installation, for example, comprising a capacitor through which the water flows at a measured rate and temperature rise.

3. **High-frequency generator**

3.1 *Description*

A high-frequency generator comprises:

- 3.1.1 The part which contains the components necessary for the supply and the distribution of power at mains frequency.
- 3.1.2 A rectifier part which generally contains the components for the conversion of mains frequency supply current into high voltage d.c.
- 3.1.3 An oscillator part which contains the components necessary for the generation and matching of high-frequency energy. The oscillator part is placed in a shielded enclosure to reduce high-frequency radiation.
- 3.1.4 The control and monitoring system which contains the programmed control with interlocks and safety devices for overload protection as well as switchgear and monitoring devices.

3.2 *Markings*

The following information shall be given on the identification plate:

- Name and address of manufacturer.
- Type and year of manufacture.
- Serial or batch number.
- Mains supply voltage.
- Mains frequency.
- Input power.
- Rated useful power in kilowatts (see Sub-clause 2.15).
- Nominal operating frequency.

Note. — The marking should comply with IEC Publication 519-1.

4. **Protective measures**

4.1 *Protection against direct contacts*

- 4.1.1 All live parts other than the output terminals of the high-frequency generator shall be located in one or more enclosures with adequate protection against direct contact.
- 4.1.2 It shall not be possible to open the doors or remove the covers giving access to these parts of the equipment with voltages above 50 V (bands 2 and 3) without the use of a special tool or key.
- 4.1.3 Hatches in the protective enclosures or movable parts of the protective enclosures shall have positively operated non-resettable safety switches or an interlock so arranged that the high-frequency voltage cannot be applied except when entry is insufficient to allow contact between the

insuffisante pour permettre le contact entre les parties à haute fréquence et le couvercle de la trappe de l'enveloppe de protection, ou quand l'enveloppe de protection assure efficacement la protection complète.

4.1.4 Des plaques d'avertissement nécessaires doivent être fournies.

4.2 *Autres mesures de protection*

4.2.1 L'installation doit être protégée par les dispositifs suivants:

- a) Un ou plusieurs dispositifs de protection de l'appareil contre les dommages entraînés par des conditions de service anormales, comme les surcharges,
- b) Si nécessaire, un ou plusieurs dispositifs de protection de l'équipement contre les influences perturbatrices provenant d'autres équipements,
- c) Si nécessaire, un ou plusieurs dispositifs de protection de l'équipement contre les perturbations générées par lui-même.

4.2.2 Des dispositifs contre des températures excessives doivent être incorporés pour assurer la protection, si nécessaire.

4.2.3 Des mesures de protection appropriées doivent être prises pour réduire à un niveau non dangereux les tensions et courants induits.

4.2.4 On doit prendre soin d'éviter des perturbations radioélectriques pendant le fonctionnement normal de l'installation. Des directives peuvent être données dans les réglementations nationales et internationales.

4.2.5 Tous les câbles sous gaine, conduits ou canalisations métalliques, qui pénètrent dans des parties de l'enveloppe renfermant des circuits à haute tension des domaines 3 et 4, doivent être mis à la terre au point où ils pénètrent dans l'enveloppe.

4.2.6 La mise à la terre de l'équipement, utilisant un courant continu et un courant alternatif à 50 Hz/60 Hz, doit être faite en accord aux dispositions de la Publication 519-1 de la CEI. Les parties de l'équipement transportant la puissance HF doivent être protégées pour assurer une valeur admissible de la tension de contact au poste de travail, par exemple, au moyen d'un écran de protection mis à la terre et/ou par la mise à la terre du poste de travail.

4.3 *Echauffement — Protection contre le feu*

4.3.1 Les circuits électriques des générateurs haute fréquence et des redresseurs doivent être disposés de manière à ne pas être soumis à des échauffements excessifs et à ne pas pouvoir produire dans l'enveloppe des échauffements dépassant les niveaux normalement admissibles pour les installations de matériels électriques.

4.3.2 Les matériaux utilisés dans le compartiment contenant des tensions haute fréquence ne doivent pas être d'un type qui permette une combustion soutenue.

4.3.3 Dans le cas où un défaut du circuit de refroidissement est susceptible de causer un échauffement du générateur dépassant la valeur admissible, il y a lieu de prévoir des dispositifs de contrôle, soit pour déconnecter l'installation, soit pour prendre d'autres dispositions afin de ne pas réduire la sécurité.

4.4 *Lignes de fuites et distances dans l'air*

Les distances dans l'air et les lignes de fuites utilisées dans les installations à haute et moyenne fréquences ne sont pas nécessairement celles qui sont utilisées pour la fréquence du réseau (50 Hz/60 Hz).

Si des valeurs réduites sont utilisées (par exemple dans les générateurs haute fréquence), des dispositions doivent être prises pour éviter tout amorçage risquant de réduire la sécurité.

high-frequency parts and the hatch cover of the protective enclosure, or when the protective enclosure is effectively providing complete protection.

4.1.4 Necessary warning plates shall be provided.

4.2 *Other protective measures*

4.2.1 The equipment shall be protected by:

- a) One or more devices to protect the apparatus against damage during conditions of abnormal service, such as overload,
- b) If necessary, one or more devices for protecting the equipment from the disturbing influences of other equipment,
- c) If necessary, one or more devices to protect the equipment from self-generated disturbances.

4.2.2 Devices shall be incorporated to protect against overtemperature, as necessary.

4.2.3 Adequate measures shall be taken to reduce induced voltages or currents to a safe level.

4.2.4 Care should be taken to avoid radio interference during normal operation of the electroheat installation. Guidance may be given in national or international regulations.

4.2.5 All sheathed cables, metallic conduits or pipes passing through those parts of the enclosure containing high-voltage circuits in the voltage bands 3 and 4 shall be earthed at the point where they pass through the enclosure.

4.2.6 Earthing of equipment employing d.c. and 50 Hz/60 Hz a.c. shall be in accordance with IEC Publication 519-1. The parts of the equipment carrying HF power are to be protected to ensure an admissible touch voltage at the operator's position, for example a protective earthed screen and/or earthing at the operator's position.

4.3 *Temperature rise—protection against fire*

4.3.1 In high-frequency generators circuits, and in rectifiers the electrical circuits shall be arranged so that they are not submitted to excessive temperature rises, nor should they produce a temperature rise in the enclosure in excess of the levels normally permitted for installations of electrical equipment.

4.3.2 Materials used in a compartment containing high-frequency voltages shall not be of a type which would allow any sustained burning.

4.3.3 In the case where a fault in the cooling circuit is liable to cause a temperature rise inside the generator in excess of the permitted value, monitoring devices shall be provided which either disconnect the installation or take other measures not to impair safety.

4.4 *Clearances and creepage distances*

The air clearances and creepage path employed for high-frequency and medium-frequency installations are not necessarily those used for mains frequency (50 Hz/60 Hz).

Where reduced values are employed (e.g. in high-frequency generators) measures shall be taken to prevent any flashovers from impairing safety.

4.5 Connexions électriques internes

- 4.5.1 Les conducteurs et les dispositifs de connexion qui acheminent des courants de haute fréquence doivent être réalisés en matériaux non ferromagnétiques.
- 4.5.2 Tous les circuits basse fréquence doivent être protégés contre les effets des hautes fréquences, par exemple, par montage d'un ou plusieurs filtres haute fréquence.

Note. — La modulation basse fréquence de l'alimentation haute fréquence obtenue par exemple par l'utilisation de redresseurs contrôlés, peut donner lieu à un risque important et il convient de l'éviter si possible.

4.6 Condensateurs

- 4.6.1 Si nécessaire, pour des raisons de sécurité, toute installation de condensateurs des domaines 2 et 3 doit être munie d'un dispositif de décharge qui lui est directement raccordé, à moins qu'elle ne soit raccordée directement à un autre équipement électrique constituant un circuit de décharge sans interposition d'un sectionneur, coupe-circuit à fusibles ou condensateur série (voir Publication 110 de la CEI: Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 Hz et 24 000 Hz).

Note. — Un dispositif de décharge ne dispense pas de réunir les bornes du condensateur entre elles et à la terre avant toute manipulation.

- 4.6.2 Lorsque des filtres LC sont utilisés pour l'alimentation haute tension des anodes, il faut prévoir des dispositifs d'amortissement, si nécessaire, pour éviter l'apparition de surtensions inadmissibles lors de l'ouverture des circuits.

4.7 Refroidissement

- 4.7.1 Si des éléments sont refroidis à l'eau, des mesures appropriées doivent être prises pour limiter la corrosion électrolytique qui pourrait affecter le fonctionnement normal. C'est pourquoi les instructions de service doivent être strictement observées.
- 4.7.2 Les canalisations d'eau et leur disposition doivent être réalisées de façon à limiter les courants de fuite à un niveau compatible avec la sécurité.

Note. — Il convient d'éviter, dans la mesure du possible, la formation de bulles dans les circuits de refroidissement. Il peut être nécessaire de porter une attention particulière aux manchons de raccordement des canalisations.

- 4.7.3 La condensation d'eau sur les conducteurs refroidis à l'eau, acheminant des courants haute fréquence, doit être évitée.
- 4.7.4 Pour les générateurs refroidis à l'air par une ventilation forcée, il faut prendre les précautions nécessaires pour éviter toute réduction de la sécurité de fonctionnement entraînée par les dépôts de poussière.

4.8 Protection contre les surcharges

- 4.8.1 Les circuits et les éléments des générateurs qui peuvent atteindre, en cas de surcharge, des températures supérieures aux valeurs admissibles, doivent être munis de dispositifs de protection contre les surcharges thermiques.
- 4.8.2 Des dispositifs de protection doivent être prévus contre les surcharges dues aux court-circuits qui peuvent se produire dans les parties à haute fréquence, dans les parties à courant continu, ainsi que dans la partie alimentation.
- 4.8.3 Le générateur haute fréquence doit, si nécessaire, être muni d'une installation de commande séquentielle, assurant la protection du personnel et du matériel en cas de coupure dans des conditions anormales de fonctionnement.

4.5 *Internal electrical connections*

- 4.5.1 Conductors and connecting devices for carrying high-frequency current shall be made of non-ferromagnetic materials.
- 4.5.2 All low-frequency circuits shall be protected against the effect of high frequency by, for example fitting one or more high-frequency filters.

Note. — Low-frequency modulation of high-frequency supplies, for example as may be caused by using controlled rectifiers, can present a serious hazard and should be avoided where possible.

4.6 *Capacitors*

- 4.6.1 Where necessary, for safety reasons, all capacitor equipment of bands 2 and 3 shall be provided with a directly connected discharge device, unless it is connected directly to other electrical equipment providing a discharge path without having a disconnecting switch, fuse cut-out, or series capacitor interposed (see IEC Publication 110: Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 Hz and 24 000 Hz).

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

- 4.6.2 When LC filters are used for the high-voltage supply to anodes, damping arrangements shall be provided if necessary to prevent inadmissible overvoltages from occurring when the circuit is disconnected.

4.7 *Cooling*

- 4.7.1 If components are water-cooled, appropriate measures shall be taken so as to limit electrolytic corrosion which would impair normal operation. Therefore, servicing instructions shall be strictly observed.
- 4.7.2 Water hoses and their arrangements shall be such that leakage currents are kept to a safe level.

Note. — As far as possible the formation of bubbles in cooling systems should be avoided. Special attention may need to be given to hose fittings.

- 4.7.3 The condensation of water on water-cooled conductors carrying high-frequency currents shall be avoided.
- 4.7.4 For forced-draught, air cooled generators, precautions shall be taken to prevent any reduction in operating safety owing to the disposition of dust.

4.8 *Overload protection*

- 4.8.1 The circuits and components of generators, which in the event of an overload could reach temperatures higher than admissible temperatures, shall be provided with protection against the thermal overload.
- 4.8.2 Protection against overload due to short circuits which may occur in the high-frequency part, the d.c. part, or the mains part, shall be provided.
- 4.8.3 The high-frequency generator shall be provided if necessary with a sequential control equipment ensuring the protection of the personnel and the equipment when switching off under abnormal operating conditions.

- 4.8.4 Dans le cas où les dispositifs servant au traitement de la charge se trouvent à l'extérieur du générateur, des connexions doivent être prévues pour la commande à distance, tout au moins pour actionner le dispositif «d'arrêt d'urgence».

4.9 *Antiparasitage*

- 4.9.1 Les enveloppes des parties comportant des circuits haute fréquence doivent être réalisées de manière à minimiser la dissipation vers l'extérieur du rayonnement haute fréquence. Portes et capots doivent être munis de blindages électriques.
- 4.9.2 Lorsqu'elles sont dans des unités séparées, les connexions haute fréquence entre le générateur et l'applicateur doivent être munies d'écrans.
- 4.9.3 Les ouvertures de service, d'observation et de ventilation de la partie haute fréquence du générateur doivent être munies de dispositifs de protection appropriés minimisant la dissipation vers l'extérieur du rayonnement haute fréquence.
- 4.9.4 Tous les circuits d'alimentation et de commande reliés au générateur haute fréquence doivent être munis de dispositifs de filtrage, si nécessaire, de manière à garantir que les valeurs limites d'antiparasitage spécifiées pour les lignes ne soient pas dépassées.
- 4.9.5 Les conduits ou capots métalliques formant écran doivent, s'ils sont exposés à la haute fréquence, être connectés, par des conducteurs à basse inductance, à l'enveloppe électriquement conductrice de manière à assurer la protection contre les rayonnements perturbateurs.

5. Mesures de protection utilisées dans les installations de chauffage diélectrique

5.1 *Description*

Les applicateurs comportent les condensateurs de chauffage avec leurs systèmes de fixation et de mise en place, et, le cas échéant, les dispositifs de protection et de blindage, ceux de transport et d'alimentation, la ventilation, etc.

5.2 *Dispositifs mobiles comportant des pièces mécaniques*

- 5.2.1 Ces dispositifs doivent être protégés par un grillage ou par une protection analogue afin d'empêcher l'introduction d'une main à l'endroit où se déplacent ces parties. Quand les dispositifs de protection sont retirés de leur position «de sécurité» tout mouvement des pièces mécaniques doit cesser. Si les dispositifs de protection sont rigides, il suffit que leur enlèvement soit impossible sans l'utilisation d'un outil spécial.

Ces dispositions ne s'appliquent pas aux manipulations effectuées par l'opérateur en service.

- 5.2.2 À la place des moyens mécaniques, on peut, lorsqu'ils conviennent, utiliser des dispositifs électroniques ou électriques; mais en cas de défaillance d'un quelconque dispositif de protection, tous les mouvements mécaniques doivent cesser si un danger pour le personnel risque de se produire.
- 5.2.3 Des précautions doivent être prises afin d'assurer que toutes les parties qui, dans la zone d'intervention, dépassent une température de 60 °C dans les conditions de fonctionnement, soient protégées contre un contact de l'opérateur ou aient un marquage distinctif.
- 5.2.4 Lorsque toutes les protections raisonnables ont été prévues et que certaines parties mobiles, potentiellement dangereuses, d'une installation (comme les convoyeurs à courroies) ne peuvent être protégées pour des raisons de fonctionnement, on doit prévoir des plaques d'avertissement clairement repérées.

- 4.8.4 In the case where the devices for treatment of the charge are located outside the generator, connections for remote control shall be provided, at least for operating the "emergency stop" device.

4.9 *Interference suppression*

- 4.9.1 The enclosures of parts containing high-frequency circuits shall be constructed in such a manner as to minimize high-frequency radiation passing outside. Doors and covers shall be provided with electrical shielding.
- 4.9.2 When in separate units, the high-frequency connections between the generator and applicator shall be screened.
- 4.9.3 Servicing, observation, and ventilation apertures of the high-frequency part of the generator shall be provided with adequate means of protection to minimize high-frequency radiation passing to the outside.
- 4.9.4 All power supply and control circuits to the high-frequency generator shall be provided with filtering devices, if necessary, so as to ensure that the interference suppression limits for the lines are not exceeded.
- 4.9.5 Metal conduits or covering forming screens, if exposed to high frequency, shall be connected with small inductance lead to the electrically conducting enclosure in order to ensure protection against interfering radiation.

5. **Protective measures for use in dielectric heating installations**

5.1 *Description*

Applicators include the heating capacitors with their fixing and positioning systems, and, where necessary, protective and screening devices, and means for transport and supply, ventilation, etc.

5.2 *Moving devices containing mechanical parts*

- 5.2.1 These devices shall be protected by a grill or similar protective means making it impossible to introduce a hand into the space in which such parts move. When the protective means are removed from their "safe" position, all movement of the mechanical parts shall cease. In the case of rigid protective means, it suffices that the removal of the device is impossible without the use of a special tool.

These provisions do not apply to manipulations carried out by the operator in normal service.

- 5.2.2 Instead of mechanical means, electronic or electrical devices may be used where appropriate; in the case of a fault in any protective device, all mechanical movement shall cease where danger to personnel might occur.
- 5.2.3 Care shall be taken to ensure that all parts in the handling area which exceed a temperature of 60 °C under operating conditions are protected from operator contact or are given a distinctive marking.
- 5.2.4 When all reasonable protection has been provided and certain potentially dangerous moving parts of an installation such as conveyor bands cannot be guarded for operational reasons, clearly marked warning notices should be provided.

- 5.2.5 Des précautions doivent être prises dans le cas de presses à entraînement mécanique afin de rendre impossible pour le personnel d'exploitation tout contact avec les pièces mobiles dangereuses pendant le cycle de service, afin de satisfaire aux règlements nationaux applicables.

5.3 *Traitement des substances inflammables*

Des précautions spéciales doivent être prises pendant le traitement des substances facilement inflammables.

5.4 *Protection contre les contacts indirects*

L'énergie haute fréquence rayonnée ne doit pas induire, à l'extérieur de l'écran ou de l'enveloppe, des tensions ou des courants qui pourraient, en cas de contact avec les parties extérieures, être susceptibles de présenter un danger.

5.5 *Autres mesures de protection*

- 5.5.1 On doit prendre soin de rendre improbable tout amorçage pendant le service normal.
- 5.5.2 Les supports isolants doivent être conçus de façon appropriée en fonction de leurs valeurs de résistance à la traction et à la compression et de leur tenue à la température et à la tension.
- 5.5.3 Les pièces mécaniques logées aux emplacements soumis au champ haute fréquence doivent être protégées de sorte que les courants induits, qui apparaissent inévitablement, ne puissent les endommager ni affecter leur bon fonctionnement.
- 5.5.4 En cas de traitement haute fréquence de produits liquides susceptibles de déborder, l'installation doit être munie d'un bac récepteur de taille appropriée.
- 5.5.5 Les conduits électriques qui sont exposés au champ haute fréquence doivent être munis d'écrans appropriés.
- 5.5.6 Toutes les parties métalliques situées à l'intérieur de l'applicateur doivent être protégées contre les charges statiques.
- 5.5.7 Les parties métalliques de l'équipement situées à l'extérieur du blindage normal doivent être reliées convenablement entre elles, lorsque c'est possible, pour éviter les échauffements localisés excessifs et/ou les perturbations haute fréquence excessives.
- 5.5.8 L'énergie haute fréquence rayonnée dans les endroits où se tient le personnel doit être conforme aux règlements nationaux du pays où l'installation doit être utilisée.

Note. — Afin de limiter les champs de fuite, on se réfère aux paragraphes 4.1.1 et 4.9.1. Les valeurs se rapportant à la présente norme sont à l'étude.

6. **Essai de mesures de protection**

- 6.1 Les méthodes d'essai doivent être détaillées et dans tous les cas être telles qu'elles assurent un contrôle de toutes les mesures de protection afin d'assurer une sécurité au personnel d'exploitation.
- 6.2 Lorsque les circuits haute fréquence sont accessibles en service normal, leur température ne doit pas dépasser 150 °C, ceci étant vérifié par des moyens appropriés.
- 6.3 Résistance au court-circuit : les commandes de puissance du générateur haute fréquence étant réglées au maximum, les électrodes de travail accessibles ou le condensateur de travail doivent être court-circuités. Ceci ne doit entraîner aucun dommage dans l'installation, ni aucun risque pour le personnel d'exploitation tel que flammes, explosion, projection de matières, etc.