

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**Safety in electroheat installations –
Part 5: Specifications for safety in plasma installations**

**Sécurité dans les installations électrothermiques –
Partie 5: Spécifications pour la sécurité dans les installations plasma**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**Safety in electroheat installations –
Part 5: Specifications for safety in plasma installations**

**Sécurité dans les installations électrothermiques –
Partie 5: Spécifications pour la sécurité dans les installations plasma**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Safety requirements in thermal plasma systems – design and installation features	7
4.1 Arc plasma torch systems.....	7
4.1.1 General requirements	7
4.1.2 Electric circuit.....	7
4.1.3 Direct current arc power supply	7
4.1.4 Torch sockets, plugs and connection cables	7
4.1.5 Torch.....	7
4.1.6 Cooling circuit	8
4.1.7 Gas circuit.....	8
4.1.8 Ignition device	9
4.1.9 Arc plasma system control.....	9
4.2 Inductive plasma systems.....	9
4.2.1 General requirements	9
4.2.2 Electric circuit.....	9
4.2.3 Power supply.....	9
4.2.4 Torch sockets, plugs and connection cables	10
4.2.5 Torch.....	10
4.2.6 Cooling circuit	10
4.2.7 Gas circuit.....	11
4.2.8 Ignition device	11
4.2.9 Inductive plasma system control	12
5 Safety requirements in installations using plasma torches - design and installation features.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Spraying equipment.....	12
5.3 Heating and thermochemical treating equipment	12
6 Operation of plasma systems and equipment.....	13
6.1 General requirements.....	13
6.2 Protective means of the operator.....	13
6.3 Starting and stopping	13
6.4 Protection against toxic substances liable to be produced during operation of the torch.....	13
6.5 Protection against overheating	13
6.6 Protection against acoustic noise	14
6.7 Protection against electromagnetic emissions	14
6.8 Protection against particles	14
6.9 Protection against UV radiation	14
6.10 Fire protection	14
6.11 Protection against damage to electric cables, liquid cooling and hydraulic circuit	14
7 Maintenance of plasma systems and installations.....	14
7.1 General requirements.....	14

7.2 Specific requirements	14
8 Marking, labelling and technical documentation	14
Annex A (informative) Electromagnetic emission threshold values around the torch system in operation	15
Bibliography	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60519-5:2008

Withdrawing

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS –

**Part 5: Specifications for safety
in plasma installations**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 60519-5 which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating equipment.

This first edition of TS cancels and replaces the first edition of International Standard IEC 60519-5 published in 1980. It constitutes a technical revision.

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

- the previous edition focused on arc heating means and on spraying applications – this TS applies to all means of production of thermal plasma, i.e. arc and induction heating, and to the equipment directly coupled to these means. Applications include both the spraying plasma process, as well as the heating and/or thermochemical plasma treatment;
- new technical issues, such as those referring to the protection against electromagnetic emissions have been introduced;
- IEC 60519-1:2003 has been taken into account;
- definitions have been brought into line with the second edition of IEC 60050-841.

This technical specification is to be used in conjunction with IEC 60519-1:2003.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
27/579/DTS	27/604A/RVC

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS –

Part 5: Specifications for safety in plasma installations

1 Scope and object

This Technical Specification specifies safety requirements applicable to

- a) thermal plasma torch systems:
 - arc plasma systems,
 - inductive plasma systems;
- b) installations using plasma torch systems:
 - spraying equipment,
 - solid, liquid and gaseous charge heating and thermochemical treatment equipment.

For both plasma torch systems and installations using plasma torch systems, this specification determines safety requirements for all components, including the electrical equipment, the cooling circuits, the gas supply circuits, the furnace or reactor and more generally, all other equipment associated with the use of the furnace or reactor.

Safety and construction requirements for plasma torches for welding, cutting and allied processes are specified in IEC 60974-7.

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 60519-1:2003, *Safety in electroheat installations – Part 1: General requirements*

IEC/TS 60680, *Test methods of plasma equipment for electroheat and electrochemical applications*

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-841, IEC 60519-1 and IEC/TS 60680 apply.

4 Safety requirements in thermal plasma systems – design and installation features

4.1 Arc plasma torch systems

4.1.1 General requirements

See IEC 60519-1.

4.1.2 Electric circuit

See IEC 60519-1, Clause 6. In addition, 6.4.1 of IEC 60519-1 applies to the complete installation.

4.1.3 Direct current arc power supply

The following specific requirements apply to systems with d.c. arc power supply.

4.1.3.1 Power supply grounding

One pole (positive or negative, depending on the torch polarity), on the d.c. side of the arc power supply, shall be grounded using a separated earth from the main one of the system, so as to avoid possible leakage currents towards electrical circuits such as those used for the torch control.

4.1.3.2 Connection of the power supply to the torch

When the torch is off, the cables on the d.c. side shall be grounded through an earth grounding switch, so as to safely handle the torch.

A specific procedure shall be performed before the arc ignition, through a manual locking/unlocking device (generally operated with safety keys), authorizing in particular the main breaker to be online and the earth grounding switch to be in the off position. Moreover, a final clearance key may be used by the operator to start the ignition sequence. This procedure shall meet the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

4.1.4 Torch sockets, plugs and connection cables

See IEC 60519-1, Clause 8.

4.1.5 Torch

An arc plasma torch of any design has the following characteristic features: a high temperature gas, high voltage (in general) and liquid cooling (generally water). Consequently, the design and construction shall satisfy the following criteria for safe operation:

a) electrical features:

- permanent electrical contact, during operation, between parts designed to be at the same voltage, including the clamping of electrodes and pieces to be earth grounded, to avoid overheating;
- for a high voltage torch, automatic shut down of the torch in case the leakage current through the torch body exceeds 10 mA;
- permanent electrical insulation between pieces to be brought to different voltages (and specifically between the electrodes), so that no unintended breakdown can occur under normal operating conditions;

b) cooling liquid features:

- cooling liquid resistivity and torch circuit designed to maintain, during operation, the required insulation between pieces to be brought to different voltages, and specifically the electrodes;
- in case of electrode break through (accidental or normal wear), the phenomenon shall remain under control firstly through the electrode material and/or design, secondly by its detection to shut down the torch.

4.1.6 Cooling circuit

The following specific requirements apply to the cooling utilities:

a) mechanical features:

- the cooling liquid hoses of the torch, fixed or hand operated, shall have a sufficient length, flexibility and appropriate radius of curvature (if any), so as to be facing the stresses generated by the cooling liquid high pressure and to allow handling of the particular hand operated torch;
- taking into account the high pressure necessary to obtain the specified mass flow rate in the hoses, their mechanical strength shall not be appreciably affected by accidental or steady state exposure to hot particles (hot material from a furnace) or thermal heating from the torch itself or from hot material coming out from the process;
- if the direction of the cooling liquid flow is important, it shall be indicated by arrows and/or colour codes on the connecting fittings of the torch and hoses. Non-interchangeable couplers shall be used;
- the torch cooling liquid hoses, pipes and fittings shall remain liquid tight in the event of liquid hammer or blocking during operation at the specified mass flow rate, taking into account also the effects of heat on the hoses, also possibly due to radiation and ultra violet radiation;
- flexing at the coupling of the cooling liquid inlets and outlets to the torch shall be minimized as far as possible at the torch body and the couplings be provided at least with a basic insulation to reduce the possibility of electrical breakdown within the torch body;

b) electrical features:

- for the high-voltage torch, the hoses shall be made of insulated material, with length defined to limit the leakage current to a value below 10 mA;
- the torch shall be electrically shut down when the cooling circuit is disconnected or when the flow rate is below that specified;
- the operator shall have access to the cooling circuit control and monitoring devices, to be able to read their indications and take necessary steps when required.

4.1.7 Gas circuit

The following specific requirements apply to the gas utilities:

a) general features:

- safety rules for the use of industrial gas in high pressure tanks, taking account of the work regulations in force in the country where the equipment is to be installed;

b) mechanical features:

- the gas hoses of installations, fixed or hand operated, shall have a sufficient length, flexibility and appropriate radius of curvature (if any), so as to sustain the constraints generated by the gas high pressure and to allow handling in the case of hand-operated torch;
- the gas admission hose(s) shall be so designed as to withstand the pressure required to obtain the specified mass flow rate, which shall not be appreciably diminished by accidental or steady-state exposure to hot particles or hot material. Their resistance to heat and ultra violet radiation under normal operating conditions shall meet the requirements;

- the fastening of gas hose(s) and pipes to the connecting fittings shall withstand the gas pressure occurring in the event of circuit blockage;
- c) electrical features:
- for the high-voltage torch, the hose(s) shall be made of insulated material, with length defined to limit the leakage current to a value below 10 mA;
 - a safety device shall prevent the ignition of the torch when the gas circuit is shut off or when the minimum mass flow rate specified by the torch manufacturer is not reached;
 - the operator shall have access to the gas circuit control and monitoring devices, to read their indications when desired;
- d) other features:
- the compressed gas containers installed close to the place of use of the plasma torch shall be protected against possible overheating, electric discharges and ejections of incandescent material. Similar precautions shall be taken for portable compressed gas containers.

4.1.8 Ignition device

The following specific requirements apply to ignition devices:

- a) high-frequency ignition device:
- protection against high voltage, in agreement with the regulations in force in the country where the equipment is to be installed;
- b) short-circuit ignition device:
- in general, a high-pressure hydraulic cylinder is used to move the device. The requirements, as defined for the cooling liquid circuit, apply to this device;
 - non-flammable and biodegradable hydraulic liquid shall be used.

NOTE The ignition device can be the main source of electromagnetic emissions.

4.1.9 Arc plasma system control

For safety purpose, several emergency push buttons shall be available to shut off the plasma system, through a wired circuit.

4.2 Inductive plasma systems

4.2.1 General requirements

See IEC 60519-1.

4.2.2 Electric circuit

See IEC 60519-1, Clause 6. In addition, 6.4.1 of IEC 60519-1 applies to the complete installation.

4.2.3 Power supply

4.2.3.1 Power supply grounding

The power supply shall be grounded using a separate earth from the main one of the system, so as to avoid possible paths for leakage currents such as those created by the torch control circuits.

4.2.3.2 Connection of the power supply to the torch

The following shall be taken into account:

- a) the torch shall be enclosed inside a Faraday cage to reduce electromagnetic emission and to prevent the operator to get into contact with the high voltage terminals. An interlock signal shall turn off the high voltage if the torch enclosure is opened;
- b) the high voltage terminals shall be connected to earth to relieve the residual charge potentially stored in the capacitors when the torch enclosure or Faraday cage is opened or if the RF generator is shut down (see 6.2.4 of IEC 60519-1).

4.2.4 Torch sockets, plugs and connection cables

The following shall be taken in to account:

- the electrical terminal leads shall be positioned at a sufficient distance from each other and earth to avoid arcing;
- 6.6 of IEC 60519-1 applies if usage of a water cooled electrical conductor is required;
- the tensile stresses and tight bending radius of the conductors shall be avoided.

4.2.5 Torch

An induction plasma torch, of any design has the following characteristic features: a high temperature gas, high voltage (in general) and liquid cooling (generally water). Consequently, the design and construction shall satisfy the following criteria for safe operation:

- a) electrical features:
 - permanent electrical contact, during operation, between parts designed to be at the same voltage;
 - no ferro-magnetic metal shall be used in the construction of the torch or inside the Faraday cage;
 - the induction coil shall be adequately insulated from the body of the torch or the Faraday cage;
- b) cooling liquid features:
 - the cooling circuit design and the cooling liquid resistivity shall guarantee the required insulation during operation;
 - cooling liquid of the torch circuit shall be prevented from entering inside the torch cavity. In case of a leak inside the torch cavity while in operation (accidental or normal wear), the accident shall remain under control;
 - 6.6 of IEC 60519-1 applies.

4.2.6 Cooling circuit

The following specific requirements apply to the cooling utilities:

- a) mechanical features:
 - the cooling hoses connected to the torch shall be manufactured of a non-conductive and non-ferro-magnetic material;
 - if the direction of the cooling liquid flow is important, it shall be indicated by arrows and/or colour codes on the connecting fittings of the torch and hoses. Non-interchangeable couplers shall be used;
 - the torch cooling liquid hoses, piping and fitting shall remain tight in the event of liquid hammer or blocking during operation at the specified mass flow rate, taking into account also the effects of heat on the hoses, also possibly due to radiation and ultra violet radiation;
- b) electrical features:
 - 6.6 of IEC 60519-1 applies;
 - the hoses shall be of appropriate length to limit the leakage current;

- the electrical power supply for the torch shall be automatically interrupted when the torch cooling mass flow rate is below a specified safe level and/or the temperature exceeds a specified safe level;
- the operator shall have access to the cooling circuit control and monitoring devices, to read their indications and take necessary steps when required.

4.2.7 Gas circuit

The following specific requirements apply to the gas utilities:

a) general features:

- safety rules for the use of industrial gas in high pressure tanks, taking account of the work regulations in force in the country where the equipment is to be installed;

b) mechanical features:

- the gas hoses of the installations shall have a sufficient length, flexibility and appropriate radius of curvature (if any), so as to sustain the constraints generated by the gas high pressure;
- the gas admission hose(s) shall be designed as to withstand the pressure required to obtain the specified mass flow rate, which shall not be appreciably diminished by accidental or steady-state exposure to hot particles or hot material. Their resistance to heat and ultra violet radiation shall meet the requirements under normal operating conditions;
- the fastening of gas hose(s) and pipes to the connecting fittings shall withstand the gas pressure occurring in the event of circuit blockage;

c) electrical features:

- the hose(s) shall be made of insulated material, with appropriate length to limit the leakage current;
- the hose(s) shall be made of a non-ferro-magnetic material to prevent electromagnetic coupling;
- a safety device shall prevent the ignition of the torch when the gas circuit is shut off or when the minimum gas flow rate specified by the torch manufacturer is not reached;
- the operator shall have access to the gas circuit control and monitoring devices, to read their indications when desired;

d) other features:

- the compressed gas containers installed close to the place of use of the plasma torch shall be protected against possible overheating, electric discharges and ejections of incandescent material. Similar precautions shall be taken for portable compressed gas containers.

4.2.8 Ignition device

The following specific requirements apply to ignition devices:

a) high-frequency ignition device:

- protection against high voltage, in agreement with the regulations in force in the country where the equipment is to be installed;
- direct contact with live parts shall be strictly prevented. The device shall be operated only by telemanipulators providing adequate electrical insulation;

b) discharge rod igniter:

- direct contact with live parts shall strictly be prevented. The device shall be operated only by telemanipulators providing adequate electrical insulation;

c) vacuum ignition:

- torch and vessel shall be designed to resist pressure of 1 bar below atmospheric pressure. In the case of external overpressure, the design shall take into account the increased pressure load.

NOTE The ignition device can be the main source of electromagnetic emissions.

4.2.9 Inductive plasma system control

The emergency push buttons shall shut off the plasma system, through the wired circuit.

5 Safety requirements in installations using plasma torches – design and installation features

5.1 General

Installations using plasma torches comprise two categories according to their applications (as in IEC 60680):

- spraying equipment;
- solid, liquid and gaseous charge heating and thermochemical treatment equipment.

The first group of applications refers to the use of the plasma without any furnace or reactor, and consequently the safety requirements applicable are mainly those of the plasma torch system. However, several additional requirements are specified in 5.2.

The second group of applications refers to the use of plasma with a furnace or reactor fed with the material to be treated and supplied with the plasma. In this case, several additional requirements apply as specified in 5.3.

5.2 Spraying equipment

See 4.1 and/or 4.2.

In addition, the wire or powder distributor shall comply with regulations and requirements in force as regards:

- electrical connection,
- connection to a gas-circuit pressure (carrier gas),
- connection to the torch.

When using transferred plasma, the surface to be sprayed shall be grounded to avoid any accessible voltage carrying part.

5.3 Heating and thermochemical treating equipment

See 4.1 and/or 4.2.

In addition:

- 4.1.1 and partially 4.1.6 apply to the furnace and/or reactor,
- the furnace metallic envelope shall be grounded to avoid any accessible voltage carrying part,
- the toxic substances to be taken into account are not only those which can be produced by the torch but also those resulting from the decomposition or transformation of the fed materials due to plasma interaction,
- the explosion risks shall also be taken into account, following the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

6 Operation of plasma systems and equipment

6.1 General requirements

See IEC 60519-1.

In addition, during operation of plasma systems and equipment, the working conditions of operators shall be in accordance with work safety regulations in force in the country where the equipment is to be installed (related to high-voltage protection, acoustic noise, toxic discharges, temperature rise, etc.).

6.2 Protective means of the operator

Operators of plasma systems and equipment shall wear protective means adapted to the type of work performed: apron, gloves, insulating face shield to protect especially the eyes against heat, glare, ultra-violet and infrared radiation, appropriate insulating footwear.

In addition, they shall use suitable means such as ear protectors to protect themselves against acoustic noise.

Workers in the vicinity shall also be protected by effective screening of the work place.

6.3 Starting and stopping

The necessary sequence to start and stop plasma systems and equipment shall be performed in an order ensuring safe working. In particular, the cooling liquid flow and the gas supply shall be adjusted before ignition of the torch.

Cooling and gas supply shall not be interrupted during operation and shall be maintained for a necessary period after the power is shut off.

A control unit shall ensure the starting, steady state and stopping, the whole sequence in the correct order.

The wired circuit is activated in case of error or in emergency situations (one of them being to use an emergency push button), to shut off the high voltage.

6.4 Protection against toxic substances liable to be produced during operation of the torch

If the use of a plasma torch gives rise to the creation of toxic compounds, these shall be evacuated in a suitable way (for instance filtration, dilution or chemical treatment), to give a concentration of compounds below the specified threshold limit in the operator's breathing zone, according to the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

In particular, specific gas detectors shall be installed to check the atmosphere in the zone where the operators are at work. Moreover, evacuation paths shall be defined and marked.

In addition, when the plasma is discharged to the atmosphere, the torch shall be inside a specific cabinet or inside a danger delimited area. People working on the site shall be outside this cabinet or area when the torch is in operation.

NOTE The protection applies when the plasma gas itself is a toxic substance, for instance carbon monoxide.

6.5 Protection against overheating

For hand-operated torches, no part of the torch intended to be handled during operation shall reach a temperature likely to expose the operator to danger.

For fixed torches, parts defined as being at high temperature shall be inaccessible to the operators.

6.6 Protection against acoustic noise

In addition to the ear protectors of the operators, acoustic noise shall comply with the regulations in force for other people working on the same site. Consequently, specifically when the plasma flow is discharged to the atmosphere, the torch shall be surrounded by a protection, leaving the plasma flow to be developed and reducing the acoustic noise so that it complies with the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

6.7 Protection against electromagnetic emissions

Electromagnetic emissions shall comply with the provisions of CISPR 11. In addition, the electromagnetic field at the operator's normal workplace shall comply with the regulations in the country where the equipment is to be installed (see also Annex A).

6.8 Protection against particles

Where applications can release particles to the open atmosphere, such as spraying and the treatment or production of particles, a specific protection is required according to the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

6.9 Protection against UV radiation

UV radiation, coming from the plasma flows or even directly from the arc requires eye and skin protectors for the operators. More generally, protection against UV radiation shall comply with the regulations in force in the country where the equipment is to be installed.

6.10 Fire protection

Requirements, according to the regulations in force in the country where the equipment is to be installed, apply.

6.11 Protection against damage to electric cables, liquid cooling and hydraulic circuits

All connections, in particular those near the torch, shall be either protected against overheating and fire, or located in a way they cannot suffer such damages. For hand-operated torches, these cables, hoses and pipes shall be in particular protected against damage caused by ejection of hot particles or by being trodden on.

7 Maintenance of plasma systems and installations

7.1 General requirements

See IEC 60519-1.

7.2 Specific requirements

In order to ensure safe working conditions, corrective and preventive maintenance work shall be carried out, in agreement with the manufacturer. It may include daily checks as well as major maintenance, for example once a year, of the whole system.

8 Marking, labelling and technical documentation

See IEC 60519-1, Clause 15.

Annex A (informative)

Electromagnetic emission threshold values around the torch system in operation

The minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from electromagnetic fields are contained in Directive 2004/40/CE. The threshold values, triggering corrective actions, are specified in Table 2 of the Directive.

The frequency range covered is from 0 Hz to 300 GHz. For the f frequency range from 1 MHz to 10 MHz, the limit values are as follows (f expressed in MHz):

- electric field strength E (V/m): $610/f$;
- magnetic field strength H (A/m): $1,6/f$;
- magnetic flux density B (μT): $2/f$;
- contact current I_c (mA): 40.

Bibliography

IEC 60974-7: *Arc welding equipment – Part 7: Torches*

Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 *on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)*¹

¹ The Directive is available at <http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60519-5:2008

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
1 Domaine d'application et objet	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	22
4 Exigences de sécurité dans les systèmes plasma thermique – caractéristiques de conception et d'installation	23
4.1 Systèmes de torche plasma d'arc	23
4.1.1 Exigences générales	23
4.1.2 Circuit électrique	23
4.1.3 Alimentation à courant continu	23
4.1.4 Supports de connexion, fiches de prises de courant et câbles de raccordement d'une torche	23
4.1.5 Torche	23
4.1.6 Circuit de refroidissement	24
4.1.7 Circuit d'alimentation en gaz	24
4.1.8 Dispositif d'amorçage	25
4.1.9 Commande du système plasma d'arc	25
4.2 Systèmes plasma inductif	25
4.2.1 Exigences générales	25
4.2.2 Circuit électrique	25
4.2.3 Alimentation électrique	26
4.2.4 Supports de connexion, fiches de prises de courant et câbles de raccordement d'une torche	26
4.2.5 Torche	26
4.2.6 Circuit de refroidissement	26
4.2.7 Circuit d'alimentation en gaz	27
4.2.8 Dispositif d'amorçage	28
4.2.9 Commande du système plasma inductif	28
5 Exigences de sécurité dans les installations de torches plasma - caractéristiques de conception et d'installation	28
5.1 Généralités	28
5.2 Equipement de projection	28
5.3 Equipement de traitement thermochimique et de chauffage	29
6 Fonctionnement des systèmes et équipements plasma	29
6.1 Exigences générales	29
6.2 Moyens de protection de l'opérateur	29
6.3 Démarrage et arrêt	29
6.4 Protection contre les substances toxiques susceptibles d'être produites en cours de fonctionnement de la torche	30
6.5 Protection contre la surchauffe	30
6.6 Protection contre le bruit acoustique	30
6.7 Protection contre les émissions électromagnétiques	30
6.8 Protection contre les particules	30
6.9 Protection contre le rayonnement ultraviolet	31
6.10 Protection contre l'incendie	31

6.11	Protection contre les dommages aux câbles électriques, aux circuits de liquide de refroidissement et aux circuits hydrauliques	31
7	Maintenance des systèmes et installations plasma	31
7.1	Exigences générales	31
7.2	Exigences particulières	31
8	Marquage, étiquetage et documentation technique	31
Annexe A (informative) Valeurs seuil des émissions électromagnétiques autour du système torche en fonctionnement.....		32
Bibliographie.....		33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60519-5:2008

Without watermark

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES –

Partie 5: Spécifications pour la sécurité dans les installations plasma

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux. 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 tâche principale des Comités techniques de la CEI est de préparer des Normes Internationales. Dans certaines circonstances, un Comité technique peut proposer la publication d'une spécification technique lorsque

- le contenu exigé ne peut être obtenu pour la publication d'une Norme Internationale, en dépit des efforts répétés, ou
- lorsque le sujet est encore en cours de développement technique ou si, pour une quelconque autre raison, il existe la possibilité dans le futur mais pas à court terme d'un accord pour la réalisation d'une Norme Internationale.

Les spécifications techniques sont soumises à révision après trois années d'existence afin de décider si elles peuvent être transformées en Normes Internationales.

La CEI 60519-5 qui est une spécification technique, a été préparée par le comité d'études 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Cette première édition de cette spécification technique annule et remplace la première édition de la Norme Internationale CEI 60519-5 publiée en 1980. Elle constitue une révision technique.

Les modifications significatives par rapport à l'édition antérieure sont les suivantes:

- l'édition précédente traitait essentiellement des dispositifs de chauffage par arc et des applications de projection – cette TS s'applique à tous les moyens de production de plasma thermique, c'est-à-dire chauffage par arc et chauffage par induction, ainsi qu'à tous les équipements directement couplés à ces moyens de production. Ces applications comprennent à la fois les traitements de projection plasma, aussi bien que les traitements plasma par chauffage et/ou thermochimique;
- de nouvelles données techniques, telles que celles ayant trait à la protection contre les émissions électromagnétiques ont été introduites;
- la norme CEI 60519-1:2003 a été prise en compte;
- les définitions ont été alignées sur la seconde édition de la norme CEI 60050-841.

La présente spécification technique doit être utilisée conjointement à la norme CEI 60519-1:2003.

Le texte de cette Spécification Technique est basé sur les documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
27/579/DTS	27/604A/RVC

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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

- transformée en une Norme Internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES –

Partie 5: Spécifications pour la sécurité dans les installations plasma

1 Domaine d'application et objet

La présente spécification technique spécifie les exigences de sécurité applicables aux

- a) systèmes de torche plasma thermique:
 - systèmes plasma d'arc,
 - systèmes plasma inductif;
- b) installations utilisant des systèmes de torche plasma:
 - équipement de projection,
 - équipement de traitement thermochimique et de chauffage des charges solide, liquide et gazeuse.

Cette spécification détermine, à la fois pour les systèmes de torche plasma et les installations utilisant ces systèmes, les exigences de sécurité pour tous les composants, y compris les matériels électriques, les circuits de refroidissement, les circuits d'alimentation en gaz, le four ou le réacteur et plus généralement tout autre équipement associé à l'utilisation du four ou du réacteur.

Les exigences de sécurité et de construction des torches plasma pour le soudage, la découpe et les techniques connexes sont spécifiées dans la CEI 60974-7.

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. En ce qui concerne les références non datées, la dernière édition du document référencé s'applique (y compris tout amendement).

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

CEI 60519-1:2003, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 1: Exigences générales*

CEI/TS 60680, *Méthodes d'essai des équipements à plasma pour applications électrothermiques et électrochimiques*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions donnés dans la CEI 60050-841, la CEI 60519-1 et la CEI/TS 60680 s'appliquent.

4 Exigences de sécurité dans les systèmes plasma thermique – caractéristiques de conception et d'installation

4.1 Systèmes de torche plasma d'arc

4.1.1 Exigences générales

Voir la CEI 60519-1.

4.1.2 Circuit électrique

Voir la CEI 60519-1, Article 6. En complément, 6.4.1 de la CEI 60519-1 s'applique à l'installation dans sa totalité.

4.1.3 Alimentation à courant continu

Les exigences spécifiques suivantes s'appliquent aux systèmes plasma d'arc avec alimentation en courant continu.

4.1.3.1 Mise à la terre de l'alimentation

Un des pôles de sortie de l'alimentation (positif ou négatif, selon la polarité de la torche) doit être mis à la terre en utilisant une terre séparée de la terre principale du système de façon à éviter les courants de fuite éventuels vers les circuits électriques tels que ceux utilisés pour la commande de la torche.

4.1.3.2 Raccordement de l'alimentation à la torche

Lorsque la torche est à l'arrêt, les câbles du côté courant continu doivent être mis à la terre par l'intermédiaire d'un appareil de mise à la terre, de façon à manipuler la torche en sécurité.

On doit réaliser une procédure particulière avant l'amorçage de l'arc, au travers d'un dispositif manuel de verrouillage/déverrouillage (généralement manœuvré à l'aide de clés de sécurité), autorisant en particulier la fermeture du disjoncteur principal et l'ouverture de l'appareil de mise à la terre. De plus, une dernière clé d'autorisation peut être utilisée par l'opérateur pour démarrer la séquence d'amorçage. Cette procédure doit être conforme à la réglementation en vigueur dans le pays où l'équipement est prévu être installé.

4.1.4 Supports de connexion, fiches de prises de courant et câbles de raccordement d'une torche

Voir la CEI 60519-1, Article 8.

4.1.5 Torche

Une torche plasma d'arc d'une conception quelconque a les éléments caractéristiques suivants: une température de gaz élevée, une tension élevée (en général) et un refroidissement par un liquide (généralement de l'eau). Par conséquent, la conception et la construction doivent satisfaire aux critères suivants pour un fonctionnement en sécurité:

a) caractéristiques électriques:

- un contact électrique permanent, en cours de fonctionnement, entre les parties conçues pour être au même potentiel, y compris les fixations des électrodes et les pièces devant être mises à la terre, afin d'éviter la surchauffe;
- dans le cas d'une torche fonctionnant sous une tension élevée, un arrêt automatique de la torche en cas de courant de fuite au travers du corps de torche excédant 10 mA;
- une isolation électrique permanente entre les pièces portées à des potentiels différents (et en particulier entre les électrodes), de sorte qu'aucun claquage accidentel ne puisse se produire lors de conditions normales de fonctionnement;

b) caractéristiques du liquide de refroidissement:

- une résistivité du liquide de refroidissement et un circuit de torche conçu pour maintenir, en fonctionnement, l'isolation exigée entre les pièces portées à des potentiels différents, et en particulier entre les électrodes;
- en cas de perçage de l'électrode (accidentel ou usure normale), le phénomène doit rester sous contrôle en premier lieu par le choix du matériau de l'électrode et/ou par sa conception, en second lieu par sa détection afin de mettre la torche à l'arrêt.

4.1.6 Circuit de refroidissement

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux servitudes de refroidissement:

a) caractéristiques mécaniques:

- les tuyaux flexibles du liquide de refroidissement de la torche, fixes ou manœuvrés à la main, doivent avoir une longueur et une flexibilité suffisantes ainsi qu'un rayon de courbure approprié, le cas échéant, de façon à supporter les contraintes générées par la pression élevée du liquide de refroidissement et à permettre en particulier la manipulation de la torche manuelle;
- en prenant en compte la pression élevée nécessaire à l'obtention du débit spécifié dans les tuyaux flexibles, leur résistance mécanique ne doit pas être sensiblement affectée par une exposition fortuite ou permanente à des particules chaudes (matériau chaud issu d'un four) ou à un échauffement de la torche elle-même ou à un matériau chaud résultant du traitement;
- si la direction de l'écoulement du liquide de refroidissement a de l'importance, elle doit être indiquée par des flèches et/ou des codes de couleur sur les accessoires de raccordement de la torche et des tuyaux flexibles; on doit utiliser des raccords qui ne soient pas interchangeables;
- les tuyaux flexibles du liquide de refroidissement de la torche, les conduites et les accessoires de raccordement doivent rester étanches dans l'éventualité d'un coup de bélier ou d'un blocage en cours de fonctionnement au débit spécifié, en tenant compte aussi des effets thermiques sur les tuyaux flexibles, pouvant provenir de rayonnements et en particulier de rayonnement ultra-violet;
- la courbure aux raccords des entrées et des sorties du liquide de refroidissement de la torche doit être minimisée autant que possible au niveau du corps de torche et les raccords doivent être pourvus au moins d'une isolation de base afin de réduire la possibilité d'un claquage électrique à l'intérieur du corps de torche;

b) caractéristiques électriques:

- pour les torches à tension élevée, les tuyaux flexibles doivent être réalisés en matériau isolant, d'une longueur définie afin de limiter le courant de fuite à une valeur inférieure à 10 mA;
- la torche doit être automatiquement mise à l'arrêt lorsque le circuit de refroidissement est déconnecté ou lorsque le débit du liquide de refroidissement de la torche est inférieur au débit spécifié;
- l'opérateur doit avoir accès à la commande du circuit de refroidissement et aux appareils de surveillance associés, de manière à lire leurs indications et à prendre les mesures nécessaires en cas de besoin.

4.1.7 Circuit d'alimentation en gaz

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux servitudes gaz:

a) caractéristiques générales:

- respect des règles de sécurité pour l'utilisation des gaz industriels en réservoirs à haute pression, en tenant compte de la réglementation du travail en vigueur dans le pays où l'équipement est destiné à être installé;

b) caractéristiques mécaniques:

- les tuyaux flexibles de gaz des installations, fixes ou manœuvrés à la main, doivent avoir une longueur et une flexibilité suffisantes ainsi qu'un rayon de courbure approprié, le cas échéant, de façon à supporter les contraintes générées par la pression élevée du gaz et à permettre en particulier la manipulation de la torche manuelle;
- le ou les tuyaux flexibles de gaz doivent être conçus de façon à résister à la pression exigée pour l'obtention du débit spécifié, lequel débit ne doit pas être sensiblement affecté par une exposition fortuite ou permanente à des particules chaudes ou à un matériau chaud; leurs résistances à la chaleur et au rayonnement ultra-violet en conditions de fonctionnement normal doivent satisfaire aux exigences;
- la fixation du ou des tuyaux flexibles de gaz et des conduites sur les accessoires de raccordement doit résister à la pression du gaz en cas de blocage du circuit.

c) caractéristiques électriques:

- pour les torches à tension élevée, le ou les tuyaux flexibles doivent être réalisés en matériau isolant, d'une longueur définie afin de limiter le courant de fuite à une valeur inférieure à 10 mA;
- un dispositif de sécurité doit empêcher l'amorçage de la torche lorsque le circuit de gaz est coupé ou lorsque le débit de gaz minimal spécifié par le fabricant de la torche n'est pas atteint;
- l'opérateur doit avoir accès à la commande du circuit de gaz et aux appareils de surveillance associés afin de lire leurs indications quand c'est nécessaire;

d) autres caractéristiques:

- les réservoirs de gaz comprimés installés à proximité du poste d'exploitation de la torche plasma doivent être protégés contre une éventuelle surchauffe, des décharges électriques et des projections de matériau incandescent; des précautions similaires doivent être prises pour les réservoirs de gaz comprimés portables.

4.1.8 Dispositif d'amorçage

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux dispositifs d'amorçage:

a) dispositif d'amorçage à haute fréquence.

- protection contre la haute tension, en accord avec la réglementation en vigueur dans le pays où l'équipement est prévu être installé;

b) dispositif d'amorçage en court-circuit:

- en général, on utilise un vérin hydraulique à haute pression pour déplacer le dispositif; les exigences, comme définies pour le circuit de liquide de refroidissement, s'appliquent à ce dispositif;
- on doit utiliser un liquide hydraulique non inflammable et biodégradable.

NOTE Le dispositif d'amorçage peut constituer une source prépondérante d'émissions électromagnétiques.

4.1.9 Commande du système plasma d'arc

Pour des besoins de sécurité, plusieurs boutons-poussoirs d'urgence doivent être disponibles pour mettre le système plasma à l'arrêt par l'intermédiaire d'un circuit câblé.

4.2 Systèmes plasma inductif

4.2.1 Exigences générales

Voir la CEI 60519-1.

4.2.2 Circuit électrique

Voir la CEI 60519-1, Article 6. En complément, 6.4.1 de la CEI 60519-1 s'applique à l'installation dans sa totalité.

4.2.3 Alimentation électrique

4.2.3.1 Mise à la terre de l'alimentation

L'alimentation électrique doit être mise à la terre en utilisant une terre séparée de la terre principale du système de façon à éviter les éventuels chemins de courants de fuite tels que ceux créés par les circuits de commande de la torche.

4.2.3.2 Raccordement de l'alimentation à la torche

On doit tenir compte de ce qui suit:

- a) la torche doit être enfermée à l'intérieur d'une cage de Faraday afin de réduire l'émission électromagnétique et d'empêcher l'opérateur de rentrer en contact avec les bornes à haute tension; un signal de verrouillage doit couper la haute tension en cas d'ouverture de l'enceinte de la torche;
- b) les bornes à haute tension doivent être raccordées à la terre afin de décharger la charge résiduelle éventuellement emmagasinée dans les capacités en cas d'ouverture de l'enceinte de la torche ou de la cage de Faraday ou en cas d'arrêt du générateur RF (voir 6.2.4 de la CEI 60519-1).

4.2.4 Supports de connexion, fiches de prises de courant et câbles de raccordement d'une torche

On doit tenir compte de ce qui suit:

- les jonctions des bornes électriques doivent être positionnées à une distance suffisante entre elles et de la terre pour éviter la formation d'un arc électrique;
- 6.6 de la CEI 60519-1 s'applique en cas d'emploi exigé d'un conducteur électrique refroidi à l'eau;
- on doit éviter les contraintes de traction ainsi que les faibles rayons de courbure des conducteurs.

4.2.5 Torche

Une torche plasma inductif d'une conception quelconque à les éléments caractéristiques suivants: une température de gaz élevée, une tension élevée (en général) et un refroidissement par un liquide (généralement de l'eau). Par conséquent, la conception et la construction doivent satisfaire aux critères suivants pour un fonctionnement en sécurité:

- a) caractéristiques électriques:
 - un contact électrique permanent en cours de fonctionnement entre les parties conçues pour être au même potentiel;
 - aucun métal ferro-magnétique ne doit être utilisé dans la construction de la torche ou présent à l'intérieur de la cage de Faraday;
 - la bobine d'induction doit être isolée correctement de la cage de Faraday;
- b) caractéristiques du liquide de refroidissement:
 - la conception du circuit de refroidissement et la résistivité du liquide de refroidissement doivent garantir l'isolement exigé en cours de fonctionnement;
 - on doit empêcher le liquide de refroidissement du circuit de torche de pénétrer à l'intérieur de la cavité de la torche; en cas de fuite à l'intérieur de la cavité de la torche en cours de fonctionnement (fortuite ou usure normale), l'incident doit rester sous contrôle;
 - le paragraphe 6.6 de la CEI 60519-1 s'applique.

4.2.6 Circuit de refroidissement

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux servitudes de refroidissement:

a) caractéristiques mécaniques:

- les tuyaux flexibles de refroidissement raccordés à la torche doivent être fabriqués en matériau non conducteur et non ferro-magnétique;
- si la direction de l'écoulement du liquide de refroidissement a de l'importance, elle doit être indiquée par des flèches et/ou des codes de couleur sur les accessoires de raccordement de la torche et des tuyaux flexibles; on doit utiliser des raccords qui ne soient pas interchangeables;
- les tuyaux flexibles du liquide de refroidissement de la torche, les conduites et les accessoires doivent rester étanches dans l'éventualité d'un coup de bélier ou d'un blocage en cours de fonctionnement au débit spécifié, en tenant compte aussi des effets thermiques sur les tuyaux flexibles, pouvant provenir de rayonnements et en particulier de rayonnement ultra-violet;

b) caractéristiques électriques:

- le paragraphe 6.6 de la CEI 60519-1 s'applique;
- les tuyaux flexibles doivent être de longueur appropriée afin de limiter le courant de fuite;
- l'alimentation électrique pour la torche doit être automatiquement mise hors tension lorsque le débit du liquide de refroidissement de la torche est inférieur au débit de sécurité spécifié et/ou lorsque la température dépasse un niveau de sécurité spécifié;
- l'opérateur doit avoir accès à la commande du circuit de refroidissement et aux appareils de surveillance associés, de manière à lire leurs indications et à prendre les mesures nécessaires en cas de besoin.

4.2.7 Circuit d'alimentation en gaz

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux servitudes gaz:

a) caractéristiques générales:

- respect des règles de sécurité pour l'utilisation des gaz industriels en réservoirs à haute pression, en tenant compte de la réglementation du travail en vigueur dans le pays où l'équipement est destiné à être installé;

b) caractéristiques mécaniques:

- les tuyaux flexibles de gaz des installations doivent avoir une longueur et une flexibilité suffisantes ainsi qu'un rayon de courbure approprié, le cas échéant, de façon à supporter les contraintes générées par la pression élevée du gaz;
- le ou les tuyaux flexibles de gaz doivent être conçus de façon à résister à la pression exigée pour l'obtention du débit massique spécifié, lequel débit massique ne doit pas être sensiblement affecté par une exposition fortuite ou permanente à des particules chaudes ou à un matériau chaud; leurs résistances à la chaleur et au rayonnement ultra-violet doivent satisfaire aux exigences en conditions de fonctionnement normal;
- la fixation du ou des tuyaux de gaz et des conduites sur les accessoires de raccordement doit résister à la pression du gaz en cas de blocage du circuit;

c) caractéristiques électriques:

- le ou les tuyaux flexibles doivent être réalisés en matériau isolant, d'une longueur définie afin de limiter le courant de fuite;
- le ou les tuyaux flexibles doivent être réalisés en matériau non ferro-magnétique afin d'empêcher tout couplage électromagnétique;
- un dispositif de sécurité doit empêcher l'amorçage de la torche lorsque le circuit de gaz est coupé ou lorsque le débit de gaz minimal spécifié par le fabricant de la torche n'est pas atteint;
- l'opérateur doit avoir accès à la commande du circuit de gaz et aux appareils de surveillance associés, afin de lire leurs indications lorsque c'est nécessaire;

d) autres caractéristiques:

- les réservoirs de gaz comprimés installés à proximité du poste d'exploitation de la torche plasma doivent être protégés contre une éventuelle surchauffe, des décharges électriques et des projections de matériau incandescent; des précautions similaires doivent être prises pour les réservoirs de gaz comprimés portables.

4.2.8 Dispositif d'amorçage

Les exigences particulières suivantes s'appliquent aux dispositifs d'amorçage:

a) dispositif d'amorçage à haute fréquence:

- protection contre la haute tension, en accord avec la réglementation en vigueur dans le pays où l'équipement est prévu être installé;
- on doit strictement empêcher le contact direct avec des parties actives; le dispositif doit être manœuvré uniquement à l'aide de télémanipulateurs disposant de l'isolation électrique appropriée;

b) tige d'amorçage par décharge:

- on doit strictement empêcher le contact direct avec des parties actives; le dispositif doit être manœuvré uniquement à l'aide de télémanipulateurs disposant de l'isolation électrique appropriée;

c) amorçage sous vide:

- la torche, dont sa cavité, doit être conçue de façon à résister à une pression inférieure de 1 bar par rapport à la pression atmosphérique. En cas de surpression externe, la conception doit prendre en compte l'accroissement de la charge de pression exercée.

NOTE Le dispositif d'amorçage peut constituer une source prépondérante d'émissions électromagnétiques.

4.2.9 Commande du système plasma inductif

Pour des besoins de sécurité, plusieurs boutons-poussoirs d'urgence doivent être disponibles pour mettre le système plasma à l'arrêt par l'intermédiaire d'un circuit câblé.

5 Exigences de sécurité dans les installations de torches plasma – caractéristiques de conception et d'installation

5.1 Généralités

Les installations utilisant des torches plasma sont réparties en deux catégories selon leurs applications (voir la CEI 60680):

- équipement de projection;
- équipement de traitement thermochimique et de chauffage des charges solide, liquide et gazeuse.

Le premier groupe d'applications fait référence à l'utilisation du plasma en l'absence de four ou de réacteur et, par conséquent, les exigences de sécurité applicables sont alors principalement celles des systèmes de torches plasma. Toutefois, quelques exigences complémentaires sont spécifiées au 5.2.

Le second groupe d'applications fait référence à l'utilisation du plasma en présence d'un four ou d'un réacteur approvisionné en matériau devant être traité et alimenté en plasma. Dans ce cas, plusieurs exigences complémentaires sont spécifiées au 5.3.

5.2 Equipement de projection

Voir 4.1 et/ou 4.2.

En complément, le distributeur de fil fusible ou de poudre doit satisfaire à la réglementation et aux exigences en vigueur en ce qui concerne: