



IEC 60676

Edition 4.0 2024-02

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Industrial electroheating equipment – Test methods for direct arc furnaces**

**Chauffage électrique industriel – Méthodes d'essai des fours à arc direct**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 25.180.10

ISBN 978-2-8322-8367-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	12
4 Basic provisions for testing and test conditions.....	13
4.1 Aim of testing.....	13
4.2 Communication of test results .....	13
4.3 Boundaries of the energy using system for testing .....	13
4.3.1 General considerations.....	13
4.3.2 Batch type installations.....	13
4.3.3 Continuous type installations .....	14
4.4 General requirements for testing.....	14
4.5 Operating conditions during tests.....	14
4.6 Environmental conditions during tests .....	14
4.7 Supply voltage .....	14
5 Comparing equipment or installations .....	15
6 Measurements and charged material .....	15
6.1 General.....	15
6.2 Time resolution .....	15
6.3 Frequency measurement.....	15
6.4 Measurement of electrical data .....	15
6.4.1 Supply voltage and current .....	15
6.4.2 Voltage, current, electrical power and resistance .....	15
6.4.3 Measurement positions.....	16
6.5 Temperature measurement .....	16
6.5.101 Dipping probes for liquid steel or slag.....	16
6.6 Measurement of pressure, humidity or composition of fluids.....	16
6.7 Charged material .....	16
7 Numerical modelling .....	17
8 Technical tests .....	18
8.101 General.....	18
8.102 Electrical insulation.....	18
8.103 Cold function test.....	18
8.104 Hot commissioning.....	18
8.104.1 General .....	18
8.104.2 Energy consumption during holding operation.....	18
8.104.3 Energy consumption during normal operation .....	19
8.104.4 Rated arc furnace capacity .....	19
8.105 Preparation for performance test.....	19
8.105.1 Performance dependence on supply voltage.....	20
8.105.2 Processing range of intended operation.....	20
8.105.3 Short circuit test .....	20
8.105.4 Electrode consumption .....	20

8.105.5	Tap-to-tap time .....	20
8.105.6	Power on time .....	20
8.105.7	Arcing time .....	20
8.105.8	Process time.....	20
8.105.9	Apparent power .....	20
8.105.10	Active power.....	20
8.105.11	Reactive power.....	21
8.105.12	Power factor .....	21
9	Efficiency of the installation .....	21
9.1	General.....	21
9.2	Specific energy consumption .....	21
9.3	Heating efficiency of arc furnace installation .....	21
9.4	Supply power usage efficiency.....	22
9.5	Energy transfer efficiency .....	22
Annex A (informative) Energy efficiency assessment .....		23
Annex B (informative) Visual display of energy efficiency related information.....		24
B.101	General.....	24
B.102	Sankey diagram of power balance – to be adapted to EAF route.....	24
B.103	Time resolved power usage diagram.....	25
Annex C (informative) Estimating energy use.....		28
C.1	General.....	28
C.2	Minimum energy consumption.....	28
C.3	Holding power.....	29
C.4	Transfer losses and transfer efficiency.....	29
C.5	Examples.....	29
Annex D (informative) Energy recoverability .....		30
Annex AA (informative) Short circuit test procedures (dip test).....		31
AA.1	General.....	31
AA.1.1	EAF AC .....	31
AA.1.2	EAF DC .....	31
AA.2	High current system: resistance and reactance of EAF AC.....	31
AA.3	Impedances determined by short circuit test .....	31
AA.4	Test procedures for EAF AC .....	32
AA.5	Reactance asymmetry factor.....	36
AA.6	Uncertainties of the operational short circuit measurements.....	37
Bibliography.....		38
Figure B.101 – Sankey diagram of a 130 MVA EAF DC (see Bibliography, Kühn) .....		24
Figure B.102 – Example of a time resolved power usage diagram of EAF scrap melting .....		26
Figure AA.1 – Typical single line diagram for measuring electrical data of the high current system to determine the resistance and reactance values.....		33

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INDUSTRIAL ELECTROHEATING EQUIPMENT – TEST METHODS FOR DIRECT ARC FURNACES

### FOREWORD

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

IEC 60676 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating and electromagnetic processing. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) The structure has been redrafted according to IEC 60398:2015.
- b) The scope has been redrafted.
- c) The terms/definitions, normative references and bibliography have been updated and completed.
- d) The test methods and content from IEC 60398:2015 have been confirmed, replaced, or complemented with regards to direct arc furnaces (EAF, LF).

- e) The annexes from IEC 60398:2015 have been confirmed, replaced, or complemented with regards to direct arc furnaces (EAF, LF).

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
27/1181/FDIS	27/1184/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This standard is to be read in conjunction with IEC 60398:2015. It supplements or replaces the corresponding clauses of IEC 60398:2015. Where the text indicates a "modification" of, "addition" to or a "replacement" of the relevant provision of IEC 60398:2015, these changes are made to the relevant text of IEC 60398:2015. Where no change is necessary, the words "This clause of IEC 60398:2015 is applicable" are used. When a particular subclause of IEC 60398:2015 is not mentioned in this standard, that subclause applies as far as it is reasonable. When a particular subclause of IEC 60398:2015 is not applicable, the word "Void" is used.

In this standard, the following print types are used:

- terms defined in Clause 3: **bold type**.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

**IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

Direct electrical arc furnaces are very important applications for steel scrap melting, melting of direct reduced iron (DRI), hot bricked iron (HBI) or hot metal. While ladle furnaces are mainly used for providing the required quality and final adjustment of temperature of molten steel before sending to casting machine or to vacuum treatment stations.

The manufacturer of the installation or equipment usually fulfils the following requirements, which come from different sources and are quite often in this order of priorities:

- a) to enable the intended process and make the installation work properly;
- b) to be cost effective during design and manufacturing;
- c) to ensure that the equipment is safe to use in the sense of providing freedom from unacceptable risk of physical injury or damage to the health of the operator (safety in the narrower sense of ISO 12100:2010);
- d) to ensure that the equipment is safe to use in the sense of providing freedom from unacceptable risk or physical injury or damage to the health of people, or damage to property or the environment (adding other safety aims to item c), and in the much broader definition of safety according to ISO/IEC Guide 51);
- e) to prove that the equipment is cost effective to operate and uses sufficiently small amounts of energy, material and other resources.

It is usually part of the proprietary knowledge of the manufacturer or user of the equipment, to make it cost effective or enable intended processes with a benefit. IEC 60519-1 and IEC 60519-4 assist with achieving safety in the ISO 12100:2010 sense. The focus of this document is on basic requirements for measuring instrumentation and test methods concerned with energy and resource efficiency, performance of the intended process and assessing cost of ownership for installations and equipment.

This document presumes that the installation or equipment is operated and maintained only by personnel consisting of skilled or instructed persons.

# INDUSTRIAL ELECTROHEATING EQUIPMENT – TEST METHODS FOR DIRECT ARC FURNACES

## 1 Scope

This clause of IEC 60398:2015 is replaced by the following.

### *Replacement:*

This document specifies the basic test procedures, conditions and methods for establishing the main performance parameters and the main operational characteristics of furnaces for direct arc heating, forming arcs between the **electrode** and metal, such as electric arc furnaces using alternating current (**EAF AC**) or direct current (**EAF DC**), and ladle furnaces (LF), with rated power level above 500 kVA .

Measurements and tests that are solely used for the verification of safety requirements of equipment for direct electrical arc furnaces are outside the scope of this document and are covered by IEC 60519-1, IEC 60519-4 and ISO 13578.

This document is applicable for the commissioning, verification of design improvements or for energy related tasks with respect to energy use or energy efficiency, establishing of an energy baseline, and labelling. Some concepts from this document can directly be used as key performance indicators.

Detailed tests for specific types of electric arc furnace equipment and installations are beyond the scope of this document. This document is intended as general reference for all future test standards applicable to particular electric arc furnace equipment or installations.

This document includes the concept and material presented in IEC 60398 on energy efficiency dealing with the electrical and processing parts of the equipment, as well as the overall performance.

Test methods for some special equipment, e.g., semiconductor converters, are covered by IEC 60146-1-1 and **furnace transformers** are covered by IEC 60076 series.

Test methods for submerged arc furnaces (SAF) are covered by IEC 60683.

## 2 Normative references

This clause of IEC 60398:2015 is replaced by the following.

### *Replacement:*

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60398:20215, *Installations for electroheating and electromagnetic processing – General performance test methods*

IEC 60519-1, *Safety in installations for electroheating and electromagnetic processing – Part 1: General requirements*

IEC 60519-4:2021, *Safety in installations for electroheating and electromagnetic processing – Part 4: Particular requirements for arc furnace installations*

ISO 13578, *Industrial furnaces, and associated processing equipment – Safety requirements for machinery and equipment for production of steel by electric arc furnaces*



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application .....	45
2 Références normatives .....	45
3 Termes, définitions et abréviations .....	46
3.1 Termes et définitions .....	46
3.2 Abréviations.....	51
4 Dispositions fondamentales relatives aux essais et conditions d'essai .....	51
4.1 Objet des essais .....	51
4.2 Communication des résultats d'essai .....	51
4.3 Périmètre du système consommateur d'énergie pour les essais .....	51
4.3.1 Considérations générales .....	51
4.3.2 Installations de type discontinu.....	51
4.3.3 Installation de type continu .....	52
4.4 Exigences générales pour les essais .....	52
4.5 Conditions de fonctionnement pendant les essais .....	52
4.6 Conditions d'environnement pendant les essais .....	53
4.7 Tension d'alimentation .....	53
5 Comparaison des installations ou équipements .....	53
6 Mesurages et matériaux chargés .....	53
6.1 Généralités .....	53
6.2 Résolution temporelle .....	53
6.3 Mesure de la fréquence .....	53
6.4 Mesures des données électriques .....	53
6.4.1 Tension d'alimentation et courant .....	53
6.4.2 Tension, courant, puissance électrique et résistance .....	54
6.4.3 Emplacements de mesure.....	54
6.5 Mesure de la température .....	54
6.5.101 Sondes de trempage pour l'acier liquide ou le laitier .....	54
6.6 Mesure de la pression, de l'humidité ou de la composition des fluides .....	55
6.7 Matériau chargé.....	55
7 Modélisation numérique.....	56
8 Essais techniques.....	56
8.101 Généralités .....	56
8.102 Isolation électrique.....	56
8.103 Essai de fonctionnement à froid .....	56
8.104 Mise en service à chaud .....	57
8.104.1 Généralités .....	57
8.104.2 Consommation d'énergie pendant l'opération de maintien.....	57
8.104.3 Consommation d'énergie pendant le fonctionnement normal.....	57
8.104.4 Capacité assignée du four à arc .....	57
8.105 Préparation de l'essai de performance .....	58
8.105.1 Dépendance des performances par rapport à la tension d'alimentation .....	58
8.105.2 Plage de traitement du fonctionnement prévu .....	58
8.105.3 Essai de court-circuit .....	58
8.105.4 Consommation d'électrodes .....	59

8.105.5	Temps de coulée à coulée .....	59
8.105.6	Temps de maintien de la puissance .....	59
8.105.7	Durée d'arc.....	59
8.105.8	Temps de traitement.....	59
8.105.9	Puissance apparente .....	59
8.105.10	Puissance active.....	59
8.105.11	Puissance réactive .....	59
8.105.12	Facteur de puissance .....	59
9	Rendement de l'installation.....	60
9.1	Généralités .....	60
9.2	Consommation énergétique spécifique.....	60
9.3	Efficacité du chauffage dans une installation de four à arc.....	60
9.4	Efficacité de la consommation électrique .....	61
9.5	Efficacité du transfert d'énergie.....	61
Annexe A (informative) Évaluation de l'efficacité énergétique .....		62
Annexe B (informative) Représentation visuelle des informations d'efficacité énergétique .....		63
B.101	Généralités .....	63
B.102	Diagramme de Sankey d'équilibre des puissances – à adapter à la route des FAE .....	63
B.103	Diagramme d'utilisation de puissance dans le temps.....	64
Annexe C (informative) Estimation de l'utilisation d'énergie .....		67
C.1	Généralités .....	67
C.2	Consommation minimale d'énergie.....	67
C.3	Puissance de maintien .....	68
C.4	Pertes de transfert et efficacité du transfert .....	68
C.5	Exemples.....	68
Annexe D (informative) Récupérabilité énergétique.....		69
Annexe AA (informative) Procédures d'essai de court-circuit (essai de trempage).....		70
AA.1	Généralités .....	70
AA.1.1	Four à arc électrique à courant alternatif .....	70
AA.1.2	Four à arc électrique à courant continu.....	70
AA.2	Système à haute intensité: résistance et réactance d'un four à arc électrique à courant alternatif.....	70
AA.3	Impédances déterminées par essai de court-circuit.....	70
AA.4	Procédures d'essai des fours à arc électrique à courant alternatif .....	71
AA.5	Facteur d'asymétrie des réactances.....	75
AA.6	Incertitudes des mesures de court-circuit de fonctionnement .....	76
Bibliographie.....		77
Figure B.101 – Diagramme de Sankey d'un four à arc électrique à courant continu de 130 MVA (voir la Bibliographie, Kühn).....		64
Figure B.102 – Exemple de diagramme d'utilisation de puissance dans le temps pour la fusion de ferrailles dans un FAE.....		65
Figure AA.1 – Schéma unifilaire type pour le mesurage des données électriques du système à haute intensité afin de déterminer les valeurs de résistance et de réactance.....		72

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL – MÉTHODES D'ESSAI DES FOURS À ARC DIRECT

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

L'IEC 60676 a été établie par le comité d'études 27 de l'IEC: Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) la structure a été alignée sur l'IEC 60398:2015;
- b) le domaine d'application a été repris;

- c) les termes et définitions, les références normatives et la bibliographie ont été mis à jour et complétés;
- d) les méthodes d'essai et le contenu de l'IEC 60398:2015 ont été confirmés, remplacés ou complétés en ce qui concerne les fours à arc direct (FAE, LF);
- e) les annexes de l'IEC 60398:2015 ont été confirmées, remplacées ou complétées en ce qui concerne les fours à arc direct (FAE, LF).

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
27/1181/FDIS	27/1184/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

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

La présente norme doit être lue conjointement avec l'IEC 60398:2015. Elle complète ou remplace les articles correspondants de l'IEC 60398:2015. Lorsque le texte indique une "modification", une "addition" ou un "remplacement" de la disposition correspondante de l'IEC 60398:2015, ces modifications sont apportées au texte correspondant de l'IEC 60398:2015. Lorsqu'aucune modification n'est nécessaire, la phrase "L'article de l'IEC 60398:2015 s'applique" est utilisée. Lorsqu'un paragraphe particulier de l'IEC 60398:2015 n'est pas mentionné dans la présente norme, ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Lorsqu'un paragraphe particulier de l'IEC 60398:2015 ne s'applique pas, le terme "Vacant" est utilisé.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- termes définis à l'Article 3: **caractères gras**.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Le comité a décidé que le contenu du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le présent document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

Les fours à arc électrique direct sont des applications très importantes pour la fusion des ferrailles d'acier, la fusion du fer de réduction directe (FRD), du fer briqueté à chaud (HBI, *Hot Bricked Iron*) ou du métal chaud, tandis que les fours poches sont principalement utilisés pour assurer la qualité exigée et le réglage final de la température de l'acier fondu avant l'envoi vers une machine de coulée ou des stations de traitement sous vide.

Le fabricant de l'installation ou de l'équipement respecte généralement les exigences suivantes, qui proviennent de différentes sources et suivent assez souvent cet ordre de priorité:

- a) permettre la réalisation du processus prévu et faire fonctionner l'installation correctement;
- b) être rentable lors de la conception et de la fabrication;
- c) s'assurer que l'utilisation de l'équipement est sûre en écartant tout risque inacceptable de blessure physique ou d'atteinte à la santé de l'opérateur (sécurité au sens plus strict de l'ISO 12100:2010);
- d) s'assurer que l'utilisation de l'équipement est sûre en écartant tout risque inacceptable de blessure physique ou d'atteinte à la santé des personnes, ou d'endommagement des biens ou de l'environnement (ce qui ajoute d'autres objectifs de sécurité au point c) selon la définition beaucoup plus large de la sécurité du Guide 51 de l'ISO/IEC);
- e) démontrer que le fonctionnement de l'équipement est rentable et qu'il utilise des quantités suffisamment restreintes d'énergie, de matériaux et autres ressources.

Il relève généralement du savoir-faire exclusif du fabricant ou de l'utilisateur de l'équipement de capitaliser celui-ci ou de permettre la réalisation des processus prévus avec un bénéfice. L'IEC 60519-1 et l'IEC 60519-4 contribuent à assurer la sécurité au sens de l'ISO 12100:2010. Le présent document se concentre sur les exigences fondamentales relatives aux instruments de mesure et aux méthodes d'essai concernant l'efficacité énergétique et des ressources, la réalisation du processus prévu et l'évaluation du coût de possession des installations et des équipements.

Le présent document considère que l'installation ou l'équipement est exploité et entretenu uniquement par du personnel composé de personnes qualifiées ou formées.

## CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL – MÉTHODES D'ESSAI DES FOURS À ARC DIRECT

### 1 Domaine d'application

L'article de l'IEC 60398:2015 est remplacé par le texte suivant.

*Remplacement:*

Le présent document spécifie les procédures, les conditions et les méthodes d'essai fondamentales pour établir les principaux paramètres de performance et les principales caractéristiques de fonctionnement des fours qui utilisent le chauffage par arc direct, qui forme des arcs entre l'**électrode** et le métal, tels que les fours à arc électrique à courant alternatif (**EAF AC**, *Electric Arc Furnace using Alternating Current*) ou à courant continu (**EAF DC**, *Electric Arc Furnace using Direct Current*), et les fours poches (LF, *Ladle Furnace*), avec un niveau de puissance assignée supérieur à 500 kVA.

Les mesurages et les essais qui sont utilisés aux seules fins de la vérification des exigences de sécurité des équipements des fours à arc électrique direct n'entrent pas dans le domaine d'application du présent document et sont couverts par l'IEC 60519-1, l'IEC 60519-4 et l'ISO 13578.

Le présent document s'applique à la mise en service, à la vérification des améliorations de conception ou aux tâches liées à l'énergie en ce qui concerne l'utilisation d'énergie ou l'efficacité énergétique, l'établissement d'une référence énergétique et l'étiquetage. Certains concepts du présent document peuvent être directement utilisés comme indicateurs de performance clés.

Les essais particuliers de types spécifiques d'équipements et d'installations de fours à arc électrique n'entrent pas dans le domaine d'application du présent document. L'objet du présent document est de servir de référence générale pour toutes les futures normes d'essais applicables aux équipements ou installations de fours à arc électrique particuliers.

Le présent document inclut le concept et les éléments de l'IEC 60398 relatifs à l'efficacité énergétique pour les parties électriques et de traitement des équipements, ainsi qu'à la performance globale.

Les méthodes d'essai pour certains équipements spéciaux, tels que les convertisseurs à semiconducteurs, sont couvertes par l'IEC 60146-1-1 et les **transformateurs de four** sont couverts par la série IEC 60076.

Les méthodes d'essai relatives aux fours à arc submergé (FAS) sont couvertes par l'IEC 60683.

### 2 Références normatives

L'article de l'IEC 60398:2015 est remplacé par le texte suivant.

*Remplacement:*

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60398:2015, *Installations pour traitement électrothermique et électromagnétique – Méthodes générales d'essai de fonctionnement*

IEC 60519-1, *Sécurité dans les installations destinées au traitement électrothermique et électromagnétique – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60519-4:2021, *Sécurité dans les installations destinées au traitement électrothermique et électromagnétique – Partie 4: Exigences particulières pour les installations de fours à arc*

ISO 13578, *Fours industriels et équipements associés – Exigences de sécurité pour les machines et les équipements pour la production d'acier par four à arc électrique*