



IEC 63078

Edition 1.0 2019-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Installations for electroheating and electromagnetic processing – Test methods for induction through-heating installations

Installations pour traitement électrothermique et électromagnétique – Méthodes d'essai pour les installations de chauffage par induction

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 25.180.10

ISBN 978-2-8322-7583-2

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Basic provisions for testing and test conditions.....	11
5 Comparing equipment or installations	13
6 Measurements and workloads	13
7 Numerical modelling	14
8 List of tests.....	14
9 Technical tests and efficiency of the installation	15
Annex A (informative) Energy efficiency assessment	19
Annex B (informative) Visual display of energy efficiency related information.....	20
Annex C (informative) Estimating energy use.....	21
Annex D (informative) Energy recoverability	22
Annex AA (normative) Explanatory diagrams for symbols and definitions relating to the power circuit of induction through-heating equipment.....	23
Annex BB (informative) List of symbols used in this document.....	27
Annex CC (normative) Determination of billet temperature homogeneity $\Delta\theta_b$	29
Annex DD (informative) Methods for safety tests.....	34
Bibliography.....	35
Figure AA.1 – Basic power circuit of the induction through-heating equipment	23
Figure AA.2 – Power circuit of the induction through-heating equipment having one rectifier transformer as well as several semiconductor frequency converters and compensated circuits/loads	24
Figure AA.3 – Power circuit of the induction through-heating equipment having one rectifier transformer, one rectifier as well as several series type inverters and compensated circuits/loads.....	25
Figure AA.4 – Examples of compensated circuits	26
Table CC.1 – Arrangement of temperature measuring points of the billets	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSTALLATIONS FOR ELECTROHEATING AND ELECTROMAGNETIC
PROCESSING – TEST METHODS FOR INDUCTION
THROUGH-HEATING 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 63078 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating and electromagnetic processing.

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

FDIS	Report on voting
27/1118/FDIS	27/1119/RVD

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

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

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60398:2015.

The clauses of this document supplement, modify or replace clauses of IEC 60398. When this document states “addition”, “modification” or “replacement”, the relevant text in IEC 60398 is to be adapted accordingly.

Subclauses which are additional to those in IEC 60398 are numbered starting from 101. Additional annexes are numbered AA, BB, etc.

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

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

INTRODUCTION

Induction through-heating and induction melting are very important applications of induction heating. However, an induction through-heating installation is more complex than an induction melting furnace, as it includes more heating manners, varieties and sizes. In addition, some performance tests which are very useful to users, for example the determination of temperature homogeneity of billets and energy efficiency of the installation, are not easy to carry out.

Induction through-heating installations are widely used in many industries for example machine building and metallurgy, for heating billets or workpieces of alloy steel, copper, aluminum, etc. before their subsequent hot forming (e.g. forging, extruding and rolling), with clean and fast heating, easy temperature control and automation as well as a high degree of energy-saving.

This document was prepared on the basis of IEC 60398:2015, with some references made to IEC 62076:2006 and “Induction Heating – Industrial Applications” published by UIE in 1992.

INSTALLATIONS FOR ELECTROHEATING AND ELECTROMAGNETIC PROCESSING – TEST METHODS FOR INDUCTION THROUGH-HEATING INSTALLATIONS

1 Scope

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

This document specifies the test procedures, conditions and methods for determining the main performance parameters and operational characteristics of induction through-heating installations.

Measurements and tests that are solely used for the verification of safety requirements of the installations are outside the scope of this document and are covered by IEC 60519-1 and IEC 60519-3.

This document is applicable to the induction heating installations which through-heat the whole or part of metal billet or workpiece for its subsequent hot forming (e.g. forging, extruding and rolling), using low, mains or medium frequencies. It is possible to use it as a reference for other induction heating installations for heat-treatment and other purposes as well as superconducting DC induction through-heating installations.

This document includes the concept and material on energy efficiency dealing with the electrical and processing parts of the installations, as well as the overall performance.

2 Normative references

This clause of IEC 60398:2015 is applicable except as follows.

Replacement:

The following standards are referred to in the text in such a way that some or all of their contents constitutes requirements of this standard. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced standard (including any amendments) applies.

Modification:

Delete footnotes

Additions:

IEC 60398:2015, *Installations for electroheating and electromagnetic processing – General performance test methods*

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

¹ Sixth edition under preparation. Stage at the time of publication: IEC PRVC 60519-1:2019.

IEC 60519-3:2005, *Safety in electroheat installations – Part 3: Particular requirements for induction and conduction heating and induction melting installations*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
INTRODUCTION.....	39
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes et définitions	41
4 Dispositions fondamentales relatives aux essais et conditions d'essai	46
5 Comparaison des installations ou équipements	48
6 Mesures et charges de travail.....	48
7 Modélisation numérique.....	49
8 Liste des essais.....	49
9 Essais techniques et rendement de l'installation	50
Annexe A (informative) Evaluation de l'efficacité énergétique	54
Annexe B (informative) Représentation visuelle des informations d'efficacité énergétique	55
Annexe C (informative) Estimation de l'utilisation d'énergie	56
Annexe D (informative) Récupérabilité énergétique.....	57
Annexe AA (normative) Schémas explicatifs pour les symboles et définitions relatifs au circuit de puissance d'un équipement de chauffage par induction.....	58
Annexe BB (informative) Liste des symboles utilisés dans le présent document.....	62
Annexe CC (normative) Détermination de l'homogénéité de la température de la billette $\Delta\theta_b$	64
Annexe DD (informative) Méthodes d'essais de sécurité	70
Bibliographie.....	71
Figure AA.1 – Circuit de puissance de base de l'équipement de chauffage par induction	58
Figure AA.2 – Circuit de puissance de l'équipement de chauffage par induction possédant un transformateur redresseur ainsi que plusieurs convertisseurs de fréquence à semiconducteurs et circuits compensés/charges	59
Figure AA.3 – Circuit de puissance de l'équipement de chauffage par induction possédant un transformateur redresseur, un redresseur ainsi que plusieurs onduleurs de type en série et circuits compensés/charges	60
Figure AA.4 – Exemples de circuits compensés	61
Tableau CC.1 – Disposition des points de mesure de la température des billettes	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS POUR TRAITEMENT ÉLECTROTHERMIQUE ET ÉLECTROMAGNÉTIQUE – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE PAR INDUCTION

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 63078 a été établie par le comité d'études 27 de l'IEC: Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique.

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

FDIS	Rapport de vote
27/1118/FDIS	27/1119/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60398:2015.

Les articles du présent document complètent, modifient ou remplacent les articles de l'IEC 60398. Lorsque le présent document spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de l'IEC 60398 doit être adapté en conséquence.

Les paragraphes qui viennent en complément de l'IEC 60398 sont numérotés à partir de 101. Les annexes supplémentaires sont numérotées AA, BB, etc.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Le chauffage par induction et la fusion par induction sont des applications de chauffage à induction très importantes. Toutefois, une installation de chauffage par induction est plus complexe qu'un four de fusion par induction, dans la mesure où elle présente davantage de variétés, de tailles et de façons de chauffer. De plus, des essais de performances très importants pour les utilisateurs, comme la détermination de l'homogénéité de la température des billettes et la détermination de l'efficacité énergétique de l'installation, ne sont pas simples à réaliser.

Les installations de chauffage par induction sont largement utilisées dans de nombreuses industries, telles que la construction mécanique, la métallurgie, pour le chauffage de billettes ou de pièces en acier allié, cuivre, aluminium, etc., avant leur façonnage à chaud ultérieur, par exemple forgeage, extrusion et laminage, avec un chauffage propre et rapide, un contrôle de la température et une automatisation aisés, ainsi qu'un degré d'économie énergétique élevé.

Le présent document a été élaboré sur la base de l'IEC 60398:2015, avec des références à l'IEC 62076:2006 et au document "Induction Heating – Industrial Applications" publié par l'UIE en 1992.

INSTALLATIONS POUR TRAITEMENT ÉLECTROTHERMIQUE ET ÉLECTROMAGNÉTIQUE – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE PAR INDUCTION

1 Domaine d'application

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

Le présent document spécifie les procédures, conditions et méthodes d'essai permettant de déterminer les paramètres de performance principaux et les caractéristiques de fonctionnement principales des installations de chauffage par induction.

Les mesures et les essais qui sont utilisés aux seules fins de la vérification des exigences de sécurité des installations ne relèvent pas du domaine d'application du présent document et sont couverts par l'IEC 60519-1 et l'IEC 60519-3.

Le présent document s'applique aux installations de chauffage à induction qui chauffent tout ou partie d'une billette ou pièce métallique en vue de son façonnage à chaud ultérieur (par exemple forgeage, extrusion et laminage) en utilisant des fréquences basses, moyennes ou de réseau. Il est possible de l'utiliser comme référence pour d'autres installations de chauffage par induction pour traitement thermique ou autres usages, ainsi que pour des installations de chauffage par induction en courant continu supraconductrices.

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

2 Références normatives

L'article de l'IEC 60398:2015 s'applique, avec les exceptions suivantes:

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).

Modification:

Supprimer les notes de bas de page

Additions:

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

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

¹ Sixième édition en cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC PRVC 60519-1:2019.

IEC 60519-3:2005, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 3: Règles particulières pour les installations de chauffage par induction et par conduction et pour les installations de fusion par induction*