



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Industrial electroheating installations – Test methods for infrared electroheating installations**

**Installations électrothermiques industrielles – Méthodes d'essais relatives aux installations électrothermiques par rayonnement infrarouge**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX



ICS 25.180.10

ISBN 978-2-83220-866-3

**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.....	5
1 Scope and object.....	6
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	7
3.1 General .....	7
3.2 States and parts .....	8
3.3 Workload .....	8
4 Boundaries of the installation during tests .....	9
4.1 Energy considerations .....	9
4.2 Batch type installations.....	9
4.3 Continuous type installations .....	10
5 Types of tests and general test conditions .....	10
5.1 General .....	10
5.2 List of tests .....	11
5.3 Test conditions .....	11
5.3.1 Operating conditions during tests .....	11
5.3.2 Environmental conditions during tests.....	11
5.3.3 Supply voltage.....	12
5.4 Infrared dummy workload .....	12
6 Measurements .....	12
6.1 General .....	12
6.2 Time resolution.....	12
6.3 Measurements of electric data.....	12
6.4 Temperature measurement.....	13
7 Technical tests .....	13
7.1 Installation performance dependence on supply voltage .....	13
7.2 Energy consumption and time of cold start-up operation.....	14
7.3 Power consumption of hot standby operation.....	14
7.4 Power consumption of holding operation .....	14
7.5 Shut-down operation energy consumption and time .....	15
7.6 Energy consumption during a regular maintenance operation .....	15
7.7 Energy consumption during normal operation .....	15
7.8 Cumulative energy consumption and peak power consumption.....	16
7.9 Net production capacity .....	16
7.10 Efficiency of energy transfer to the workload .....	17
7.11 Processing range of intended operation.....	17
7.12 Homogeneity of the processed workload .....	17
7.13 Infrared radiation distribution in the heating chamber .....	17
8 Efficiency of the installation .....	17
8.1 General .....	17
8.2 Infrared electric conversion efficiency.....	18
8.2.1 General .....	18
8.2.2 Calculation .....	19
8.3 Electroheating efficiency .....	19
8.4 Power usage efficiency.....	19

8.5 Energy consumption of the workload .....	19
Annex A (normative) Energy transfer efficiency.....	21
Annex B (normative) Homogeneity of the workload .....	25
Annex C (informative) Measurement of radiation distribution inside the installation .....	28
Bibliography.....	29

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# INDUSTRIAL ELECTROHEATING INSTALLATIONS – TEST METHODS FOR INFRARED ELECTROHEATING 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 62693 has been prepared by IEC technical committee 27: Industrial electroheating and electromagnetic processing.

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

CDV	Report on voting
27/877/CDV	27/902/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard 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.

## INTRODUCTION

This standard on particular test methods for infrared electroheating installations is one of TC 27 standards that describe test methods for various types of electroheating installations.

Test methods for ovens under the scope of IEC 60397 [3]<sup>1</sup> are also covered in this standard when infrared radiation is the intended heat transfer in such equipment – this is assumed to be valid above an actual or processing temperature of 700 °C, independently of the rated temperature of the oven.

This standard is solely concerned with tests for infrared equipment and installations. Tests that focus on the performance of infrared emitters will be covered by IEC 62798 <sup>2</sup> [11]. The rationale for this separation is that infrared installations are usually manufactured by other companies than infrared emitters. Still, infrared emitters are a very important and distinct part of infrared installations and a set of tests that allow for proper comparison of different infrared emitters will be valuable to manufacturers of infrared installations.

The major guiding principle in this standard is to define tests that can be performed with the usual test and measuring equipment available to most kinds of companies, large or small.

The tests focus on the performance and efficiency of installations, as these are of major interest for manufacturers and users of such installations. The tests are intended to enable a fair comparison of installations belonging to a given class. The standard includes considerations and tests concerned with energy efficiency, so that the tests can be used for assessment of energy use and for energetic optimisation of installations as well.

---

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

<sup>2</sup> Under consideration.

## INDUSTRIAL ELECTROHEATING INSTALLATIONS – TEST METHODS FOR INFRARED ELECTROHEATING INSTALLATIONS

### 1 Scope and object

This International Standard specifies test procedures, conditions and methods according to which the main parameters and the main operational characteristics of industrial infrared electroheating installations are established.

A limitation of the scope is that the infrared emitters have a maximum spectral emission at longer wavelengths than 780 nm in air or vacuum, and are emitting wideband continuous spectra such as by thermal radiation or high pressure arcs.

In industrial infrared electroheating installations, infrared radiation is usually generated by infrared emitters and infrared radiation is significantly dominating over heat convection or heat conduction as means of energy transfer to the workload.

IEC 60519-1:2010 defines infrared as optical radiation within the frequency range between about 400 THz and 300 GHz. This corresponds to the wavelength range between 780 nm and 1 mm in vacuum. Industrial infrared heating usually uses infrared sources with rated temperatures between 500 °C and 3 000 °C; the emitted radiation from these sources dominates in the wavelength range between 780 nm and 10 µm.

Installations under the scope of this standard typically use the Joule effect for the conversion of electric energy inside one or several sources into infrared radiation emitted onto the workload. Such infrared emitters are especially

- thermal infrared emitters in the form of tubular, plate-like or otherwise shaped ceramics with a resistive element inside;
- infrared quartz glass tube or halogen lamp emitters with a hot filament as a source;
- non insulated elements made from molybdenum disilicide, silicon carbide or comparable materials;
- restive metallic heating elements made e.g. from nickel based alloys or iron-chromium-aluminium alloys;
- wide-spectrum arc lamps.

This standard is not applicable to

- infrared installations with lasers or light-emitting diodes (LEDs) as main sources – they are covered by IEC 62471:2006 [9], IEC 60825-1:2007 [6] and IEC/TR 60825-9:1999 [7];
- appliances for use by the general public;
- appliances for laboratory use – they are covered by IEC 61010-1:2010 [8];
- electroheating installations where resistance heated bare wires, tubes or bars are used as heating elements, and infrared radiation is not a dominant side effect of the intended use, covered by IEC 60519-2:2006 [5];
- infrared heating equipment with a nominal combined electrical power of the infrared emitters of less than 250 W;
- handheld infrared equipment.

The tests are intended to be used to enable a fair comparison of the performance of installations belonging to the same class.

Tests related to safety of the installations are defined in IEC 60519-12:2013. Tests related to the performance of infrared electroheating emitters are specified in IEC 62798:— [11].

Therefore, this standard is applicable to ovens and furnaces with resistive heating elements if they fall under the scope of this standard.

## **2 Normative references**

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60519-1:2010, *Safety in electroheating installations – Part 1: General requirements*

IEC 60519-12:2013, *Safety in electroheating installations – Part 12: Particular Requirements for infrared electroheating installations*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	34
INTRODUCTION.....	35
1 Domaine d'application et objet.....	36
2 Références normatives.....	37
3 Termes et définitions .....	37
3.1 Généralités.....	37
3.2 États et parties .....	38
3.3 Charge de travail.....	39
4 Limites de l'installation pendant les essais .....	39
4.1 Considérations liées à l'énergie.....	39
4.2 Installations de type discontinu.....	40
4.3 Installations de type continu .....	41
5 Types d'essais et conditions générales d'essais .....	41
5.1 Généralités.....	41
5.2 Liste des essais.....	41
5.3 Conditions d'essais .....	42
5.3.1 Conditions de fonctionnement pendant les essais.....	42
5.3.2 Conditions d'environnement pendant les essais.....	42
5.3.3 Tension d'alimentation.....	42
5.4 Charge de travail fictive avec rayonnement infrarouge .....	43
6 Mesures .....	43
6.1 Généralités.....	43
6.2 Résolution temporelle.....	43
6.3 Mesures des données électriques .....	43
6.4 Mesure de la température.....	44
7 Essais techniques .....	44
7.1 Performance de l'installation en fonction de la tension d'alimentation .....	44
7.2 Consommation d'énergie et durée de l'opération de démarrage à l'état froid .....	45
7.3 Consommation de puissance électrique en veille à l'état chaud .....	45
7.4 Consommation de puissance électrique de l'opération de maintien.....	46
7.5 Consommation d'énergie pour l'opération de mise à l'arrêt et durée correspondante .....	46
7.6 Consommation d'énergie au cours d'une opération de maintenance périodique .....	46
7.7 Consommation d'énergie pendant le fonctionnement normal .....	47
7.8 Consommation d'énergie cumulée et consommation de puissance électrique de crête.....	47
7.9 Capacité de production nette.....	48
7.10 Efficacité du transfert d'énergie vers la charge de travail.....	48
7.11 Plage de traitement du fonctionnement prévu .....	48
7.12 Homogénéité de la charge de travail traitée.....	48
7.13 Répartition du rayonnement infrarouge dans l'étuve .....	49
8 Rendement de l'installation.....	49
8.1 Généralités.....	49
8.2 Rendement de la conversion électrique en infrarouge .....	49
8.2.1 Généralités.....	49
8.2.2 Calcul .....	50



8.3 Rendement électrothermique.....	51
8.4 Efficacité de la consommation électrique.....	51
8.5 Consommation d'énergie de la charge de travail.....	51
Annexe A (normative) Efficacité du transfert d'énergie.....	52
Annexe B (normative) Homogénéité de la charge de travail.....	56
Annexe C (informative) Mesure de la répartition du rayonnement à l'intérieur de l'installation.....	59
Bibliographie.....	60

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES INDUSTRIELLES – MÉTHODES D'ESSAIS RELATIVES AUX INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES PAR RAYONNEMENT INFRAROUGE

### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications accessibles au public (PAS) 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. 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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 62693 a été établie par le comité d'études 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
27/877/CDV	27/902/RVC

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

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

## INTRODUCTION

La présente norme relative aux méthodes d'essais des installations électrothermiques par rayonnement infrarouge fait partie des normes du CE 27 décrivant les méthodes d'essais pour divers types d'installations électrothermiques.

Les méthodes d'essai pour les fours relevant du domaine d'application de la CEI 60397 [3]<sup>1</sup> sont également couvertes dans la présente norme lorsque le rayonnement infrarouge est le transfert de chaleur prévu dans un tel équipement – on présume que cela est valable au-dessus d'une température réelle ou d'une température de traitement de 700 °C, indépendamment de la température assignée du four.

La présente norme n'a trait qu'aux essais relatifs aux équipements et installations par rayonnement infrarouge. Les essais traitant de la performance des émetteurs de rayonnement infrarouge seront couverts par la CEI 62798 <sup>2</sup> [11]. La raison de cette séparation réside dans le fait que les installations par rayonnement infrarouge sont généralement fabriquées par des entreprises distinctes de celles des émetteurs de rayonnement infrarouge. Pourtant, les émetteurs infrarouges constituent une partie très importante et distincte des installations par rayonnement infrarouge et un ensemble d'essais permettant une comparaison appropriée des différents émetteurs infrarouges constituera un élément précieux pour les fabricants d'installations par rayonnement infrarouge.

Le principe directeur majeur de la présente norme consiste à définir les essais pouvant être réalisés à l'aide des équipements d'essais et de mesure habituels disponibles dans la plupart des entreprises, qu'elles soient grandes ou petites.

Les essais traitent de la qualité de fonctionnement et du rendement des installations, car ces aspects revêtent un intérêt majeur pour les fabricants et les utilisateurs de telles installations. Les essais sont destinés à permettre une comparaison équitable des installations appartenant à une classe donnée. La norme inclut des considérations et des essais liés à l'efficacité énergétique, de sorte que les essais puissent être utilisés pour l'évaluation de la consommation d'énergie, ainsi que pour l'optimisation énergétique des installations.

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

<sup>2</sup> À l'étude.

## INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES INDUSTRIELLES – MÉTHODES D'ESSAIS RELATIVES AUX INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES PAR RAYONNEMENT INFRAROUGE

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale spécifie les procédures d'essais, les conditions et méthodes d'essais selon lesquelles sont établis les principaux paramètres et les principales caractéristiques de fonctionnement des installations électrothermiques industrielles par rayonnement infrarouge.

Une limitation du domaine d'application réside dans le fait que les émetteurs de rayonnement infrarouge comportent une émission spectrale maximale aux longueurs d'onde supérieures à 780 nm dans l'air ou dans le vide, et émettent des spectres continus à large bande tels que par le rayonnement thermique ou les arcs à haute pression.

Dans les installations électrothermiques industrielles par rayonnement infrarouge, le rayonnement infrarouge est habituellement généré par les émetteurs de rayonnement infrarouge et le rayonnement infrarouge prédomine de façon significative sur la convection de chaleur ou la conduction thermique comme moyen de transfert de l'énergie sur la charge de travail.

La CEI 60519-1:2010 définit le rayonnement infrarouge en tant que rayonnement optique dans la plage de fréquences comprises entre approximativement 400 THz et 300 GHz. Cela correspond à la plage de longueurs d'onde comprises entre 780 nm et 1 mm dans le vide. Le chauffage industriel par rayonnement infrarouge utilise habituellement des sources de rayonnement infrarouge dont les températures assignées sont comprises entre 500 °C et 3 000 °C; le rayonnement émis par ces sources prédomine dans la plage de longueurs d'onde comprises entre 780 nm et 10 µm.

Les installations relevant du domaine d'application de la présente norme utilisent typiquement l'effet Joule pour la conversion de l'énergie électrique à l'intérieur d'une ou de plusieurs sources en rayonnement infrarouge émis sur la charge de travail. Ces émetteurs de rayonnement infrarouge sont en particulier

- des émetteurs de rayonnement infrarouge thermiques en céramique de forme tubulaire, en forme de plaque ou encore d'autres formes comportant à l'intérieur un élément résistif;
- des émetteurs de rayonnement infrarouge à lampe halogène ou tube en verre de silice comportant un filament chaud en tant que source;
- des éléments non isolés constitués de disiliciure de molybdène, de carbure de silicium ou de matériaux comparables;
- des éléments chauffants résistifs métalliques constitués, par exemple, d'alliages de nickel ou d'alliages fer-chrome-aluminium;
- des lampes à arc à large spectre.

La présente norme ne s'applique pas aux

- installations par rayonnement infrarouge comportant des lasers ou des diodes électroluminescentes (LED) en tant que sources principales – elles sont, en effet, couvertes par la CEI 62471:2006 [9], la CEI 60825-1:2007 [6] et le CEI/TR 60825-9:1999 [7];
- appareils destinés au grand public;
- appareils de laboratoire – ils sont couverts par la CEI 61010-1:2010 [8];

- installations électrothermiques lorsque les fils nus, les tubes ou les barres chauffés par résistance sont utilisés comme éléments chauffants, et le rayonnement infrarouge ne constitue pas un effet secondaire prédominant de l'utilisation prévue, couvertes par la CEI 60519-2:2006 [5];
- équipements de chauffage par rayonnement infrarouge dont la puissance électrique combinée nominale des émetteurs de rayonnement infrarouge est inférieure à 250 W;
- appareils par rayonnement infrarouge portatifs.

Les essais sont destinés à permettre une comparaison équitable de la qualité de fonctionnement des installations appartenant à une même classe.

Les essais liés à la sécurité des installations sont définis dans la CEI 60519-12:2013. Les essais liés à la performance des émetteurs de rayonnement infrarouge sont spécifiés dans la CEI 62798:— [11].

Par conséquent, la présente norme est applicable aux étuves et aux fours comportant des éléments chauffants résistifs, s'ils entrent dans le domaine d'application de la présente norme.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CEI 60519-1:2010, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60519-12:2013, *Sécurité dans les installations électrothermiques – Partie 12 Exigences particulières pour les installations électrothermiques par rayonnement infrarouge*