



IEC 60255-149

Edition 1.0 2013-07

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Measuring relays and protection equipment –  
Part 149: Functional requirements for thermal electrical relays**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –  
Partie 149: Exigences fonctionnelles pour relais électriques thermiques**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX



---

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-8322-1005-5

**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
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	7
4 Specification of the function.....	8
4.1 General .....	8
4.2 Input energizing quantities/energizing quantities .....	9
4.3 Binary input signals .....	9
4.4 Functional logic .....	10
4.4.1 Equivalent heating current .....	10
4.4.2 Basic (setting) and operating current values for thermal protection .....	10
4.4.3 Thermal level calculation .....	11
4.4.4 Time-current limit characteristic equations and curves.....	12
4.4.5 Thermal level alarm threshold.....	14
4.5 Binary output signals .....	15
4.5.1 General .....	15
4.5.2 Operate (trip) output signal.....	15
4.5.3 Alarm signal .....	15
4.5.4 Other binary output signals.....	15
4.6 Additional influencing factors on thermal protection .....	16
4.6.1 General .....	16
4.6.2 Influence of ambient temperature on thermal protection.....	16
4.6.3 Thermal reset facilities .....	16
4.7 Behaviour of thermal protective device during auxiliary power supply failure .....	17
5 Performance specification .....	17
5.1 Accuracy related to the characteristic quantity.....	17
5.2 Accuracy related to the operate time .....	17
5.3 Performance during frequency variations.....	18
6 Functional test methodology .....	18
6.1 General .....	18
6.2 Determination of steady-state errors related to the operating current value .....	19
6.3 Determination of steady-state errors related to the characteristic quantity and the operate time .....	19
6.3.1 Accuracy determination of the cold curve.....	19
6.3.2 Accuracy determination of the hot curves .....	20
6.4 Performance with specific cooling thermal time constant .....	21
6.5 Performance with harmonics .....	22
6.6 Performance during frequency variations.....	22
6.7 Performance during different ambient temperatures .....	23
7 Documentation requirements .....	24
7.1 Type test report.....	24
7.2 Other user documentation .....	24
Annex A (informative) Simple first-order thermal model of electrical equipment.....	26
Annex B (informative) Thermal electrical relays which use temperature as setting parameters .....	41
Bibliography.....	46

Figure 1 – Simplified thermal protection function block diagram .....	9
Figure 2 – Typical examples of characteristic curves for cold state of a first-order thermal system with no previous load before overload occurs .....	13
Figure 3 – Typical examples of characteristic curves for hot states of a first-order thermal system for different values of previous load before overload occurs .....	14
Figure A.1 – An electrical equipment to be thermally protected represented as a simple first-order thermal system .....	26
Figure A.2 – Equivalence between a first-order thermal system and an electric parallel RC circuit.....	30
Figure A.3 – Analogue thermal circuit representation of a simple first-order thermal system .....	31
Figure A.4 – Analogue thermal circuit representation of a simple first-order thermal system – motor starting condition.....	31
Figure A.5 – Analogue thermal circuit representation of a simple first-order thermal system – motor stopped condition .....	31
Figure A.6 – Dynamic step response of a simple first-order thermal system algorithm to a current below pickup .....	33
Figure A.7 – Dynamic step response of a first-order thermal system (cold initial state) .....	34
Figure A.8 – Dynamic step response of a first-order thermal system (hot initial state) .....	34
Figure A.9 – Dynamic step response of a first-order thermal system to a load current followed by an overload current (initial state: cold).....	35
Figure A.10 – Dynamic step response of a first-order thermal system to a load current followed by an overload current (initial state: hot) .....	35
Table 1 – Limiting error as multiples of assigned error .....	18
Table 2 – Test points of the cold curve .....	20
Table 3 – Test points of the hot curve .....	21
Table 4 – Test points of the cold curve with harmonics .....	22
Table 5 – Test points of the cold curve during frequency variations .....	22
Table A.1 – Thermal and electrical models.....	30
Table A.2 – Thermal insulation classes and maximum temperatures, according to IEC 60085.....	40
Table A.3 – Example of correction factor values ( $F_a$ ) for class F equipment according to the ambient temperature ( $T_a$ ).....	40

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –****Part 149: Functional requirements for thermal electrical relays**

## 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 60255-149 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

This first edition cancels and replaces IEC 60255-8, published in 1990.

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

FDIS	Report on voting
95/313/FDIS	95/317/RVD

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.

A list of all parts of IEC 60255 series, under the general title *Measuring relays and protection equipment*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

The committee has decided that the contents of this publication 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 publication. At this date, the publication will be

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

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.**

## MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

### Part 149: Functional requirements for thermal electrical relays

#### 1 Scope

This part of the IEC 60255 series specifies minimum requirements for thermal protection relays. This standard includes specification of the protection function, measurement characteristics and test methodologies.

The object of this standard is to establish a common and reproducible reference for evaluating dependent time relays which protect equipment from thermal damage by measuring a.c. current flowing through the equipment. Complementary input energizing quantities such as ambient, coolant, top oil and winding temperature may be applicable for the thermal protection specification set forth in this standard. This standard covers protection relays based on a thermal model with memory function.

The test methodologies for verifying performance characteristics of the thermal protection function and accuracy are also included in this Standard.

This standard does not intend to cover the thermal overload protection trip classes indicated in IEC 60947-4-1 and IEC 60947-4-2, related to electromechanical and electronic protection devices for low voltage motor-starters.

The thermal protection functions covered by this standard are as follows:

Protection function	IEC 61850-7-4	IEEE C37.2
Thermal overload protection	<b>PTTR</b>	49
Rotor thermal overload protection	<b>PROL</b>	49R
Stator thermal overload protection	<b>PSOL</b>	49S

General requirements for measuring relays and protection equipment are specified in IEC 60255-1.

#### 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 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60255-1, *Measuring relays and protection equipment – Part 1: Common requirements*

IEC 61850-7-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data classes*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	50
1 Domaine d'application .....	52
2 Références normatives .....	52
3 Termes et définitions .....	53
4 Spécification de la fonction .....	54
4.1 Généralités .....	54
4.2 Grandeurs d'alimentation d'entrée/grandeurs d'alimentation .....	55
4.3 Signaux d'entrée binaires .....	55
4.4 Logique fonctionnelle .....	56
4.4.1 Courant d'échauffement équivalent .....	56
4.4.2 Valeurs de courant de fonctionnement et de base (réglage) pour la protection thermique .....	56
4.4.3 Calcul du niveau thermique .....	57
4.4.4 Courbes et équations des caractéristiques temps-courant de déclenchement .....	59
4.4.5 Seuil d'alarme de niveau thermique .....	61
4.5 Signaux de sortie binaires .....	62
4.5.1 Généralités .....	62
4.5.2 Signal de sortie de fonctionnement (déclenchement) .....	62
4.5.3 Signal d'alarme .....	62
4.5.4 Autres signaux de sortie binaires .....	62
4.6 Facteurs d'influence supplémentaires sur la protection thermique .....	62
4.6.1 Généralités .....	62
4.6.2 Influence de la température ambiante sur la protection thermique .....	63
4.6.3 Equipement de réinitialisation thermique .....	63
4.7 Comportement du dispositif de protection thermique pendant une défaillance de l'alimentation secondaire .....	63
5 Spécification des performances .....	64
5.1 Précision liée à la grandeur caractéristique .....	64
5.2 Précision liée au temps de fonctionnement .....	64
5.3 Performances pendant des variations de fréquence .....	65
6 Méthodologie d'essais fonctionnels .....	65
6.1 Généralités .....	65
6.2 Détermination des erreurs en régime établi liées à la valeur du courant de fonctionnement .....	66
6.3 Détermination des erreurs en régime établi liées à la grandeur caractéristique et au temps de fonctionnement .....	67
6.3.1 Détermination de la précision de la courbe à froid .....	67
6.3.2 Détermination de la précision des courbes à chaud .....	68
6.4 Performances avec une constante de temps thermique de refroidissement spécifique .....	68
6.5 Performances avec des harmoniques .....	69
6.6 Performances pendant des variations de fréquence .....	70
6.7 Performances pendant différentes températures ambiantes .....	70
7 Exigences relatives à la documentation .....	71
7.1 Rapport d'essai de type .....	71
7.2 Documentation pour d'autres utilisateurs .....	72

Annexe A (informative) Modèle thermique du premier ordre simple d'un dispositif électrique.....	73
Annexe B (informative) Relais électriques thermiques qui utilisent la température comme paramètres de réglage.....	88
Bibliographie.....	93
Figure 1 – Schéma simplifié de la fonction de protection thermique .....	55
Figure 2 – Exemples typiques de courbes caractéristiques pour l'état froid d'un système thermique du premier ordre sans charge préalable avant la surcharge .....	60
Figure 3 – Exemples typiques de courbes caractéristiques pour des états chauds d'un système thermique du premier ordre avec différentes valeurs de charge préalable avant la surcharge .....	61
Figure A.1 – Dispositif électrique à protéger thermiquement représenté comme un système thermique du premier ordre simple.....	73
Figure A.2 – Équivalence entre un système thermique du premier ordre et un circuit électrique RC parallèle .....	77
Figure A.3 – Représentation d'un circuit thermique analogique d'un système thermique du premier ordre simple .....	78
Figure A.4 – Représentation d'un circuit thermique analogique d'un système thermique du premier ordre simple – condition de démarrage de moteur .....	78
Figure A.5 – Représentation d'un circuit thermique analogique d'un système thermique du premier ordre simple – condition de moteur arrêté .....	78
Figure A.6 – Réponse dynamique indicielle d'un algorithme de système thermique du premier ordre pour un courant inférieur au seuil de fonctionnement .....	80
Figure A.7 – Réponse dynamique indicielle d'un système thermique du premier ordre (état initial froid) .....	81
Figure A.8 – Réponse dynamique indicielle d'un système thermique du premier ordre (état initial chaud) .....	81
Figure A.9 – Réponse dynamique indicielle d'un système thermique du premier ordre pour un courant de charge suivi d'un courant de surcharge (état initial: froid) .....	82
Figure A.10 – Réponse dynamique indicielle d'un système thermique du premier ordre pour un courant de charge suivi d'un courant de surcharge (état initial: chaud).....	82
Tableau 1 – Erreur limite sous la forme de multiples d'une erreur attribuée.....	65
Tableau 2 – Points d'essai de la courbe à froid .....	67
Tableau 3 – Points d'essai de la courbe à chaud .....	68
Tableau 4 – Points d'essai de la courbe à froid avec harmoniques.....	69
Tableau 5 – Points d'essai de la courbe à froid pendant des variations de fréquence.....	70
Tableau A.1 – Modèles thermique et électrique.....	77
Tableau A.2 – Classes d'isolation thermique et températures maximales, selon la CEI 60085.....	87
Tableau A.3 – Exemple de valeurs de facteur de correction ( $F_a$ ) pour un dispositif de classe F en fonction de la température ambiante ( $T_a$ ).....	87



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

#### Partie 149: Exigences fonctionnelles pour relais électriques thermiques

##### 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 60255-149 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

La présente première édition annule et remplace la CEI 60255-8, publiée en 1990.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
95/313/FDIS	95/317/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60255, présentées sous le titre général *Relais de mesure et dispositifs de protection*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

## RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

### Partie 149: Exigences fonctionnelles pour relais électriques thermiques

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 60255 spécifie les exigences minimales relatives aux relais de protection thermique. Cette norme inclut la spécification de la fonction de protection, les caractéristiques de mesure et les méthodes d'essais. L'objet de cette norme est d'établir une référence commune et reproductible pour des relais à temps dépendant qui protègent un dispositif contre les détériorations thermiques par la mesure du courant alternatif circulant dans le dispositif. Des grandeurs d'alimentation d'entrée complémentaire, telles que la mesure de la température ambiante, du liquide de refroidissement, de l'huile isolante, des enroulements, peuvent être applicables pour la spécification de protection thermique définie dans la présente norme. La présente norme couvre les relais de protection basés sur un modèle thermique à fonction de mémoire

Les méthodologies d'essai pour vérifier les caractéristiques de performance de la fonction de protection thermique et la précision font également partie de la présente norme.

La présente norme n'est pas destinée à couvrir les classes de déclenchement de protection contre les surcharges thermiques indiquées dans les normes CEI 60947-4-1 et CEI 60947-4-2, portant sur des dispositifs de protection électroniques et électromécaniques pour démarreurs de moteur basse tension.

Les fonctions de protection thermique couvertes par la présente norme sont les suivantes:

Fonction de protection	CEI 61850-7-4	IEEE C37.2
Protection contre les surcharges thermiques	<b>PTTR</b>	49
Protection contre les surcharges thermiques du rotor	<b>PROL</b>	49R
Protection contre les surcharges thermiques du stator	<b>PSOL</b>	49S

Les exigences générales relatives aux relais de mesure et aux dispositifs de protection sont spécifiées dans la CEI 60255-1.

#### 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 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60255-1, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 1: Exigences communes*

IEC 61850-7-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data classes*  
(disponible en anglais seulement)