

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Measuring relays and protection equipment –  
Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –  
Partie 127: Exigences fonctionnelles pour les protections à minimum et  
maximum de tension**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

### About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

### A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tél.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60255-127

Edition 1.0 2010-04

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Measuring relays and protection equipment –  
Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –  
Partie 127: Exigences fonctionnelles pour les protections à minimum et  
maximum de tension**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

---

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-88910-077-4

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
4 Specification of the function.....	8
4.1 General .....	8
4.2 Input energising quantities/Energising quantities .....	8
4.3 Binary input signals .....	9
4.4 Functional logic .....	9
4.4.1 Operating characteristics .....	9
4.4.2 Reset characteristics .....	13
4.5 Binary output signals .....	14
4.5.1 Start (pick-up) signal .....	14
4.5.2 Operate (trip) signal.....	15
4.5.3 Other binary output signals.....	15
5 Performance specification .....	15
5.1 Accuracy related to the characteristic quantity.....	15
5.2 Accuracy related to the operate time .....	15
5.3 Accuracy related to the reset time .....	16
5.4 Transient performance .....	16
5.4.1 Overshoot time .....	16
5.4.2 Response to time varying value of the characteristic quantity .....	16
5.5 Voltage transformer requirements .....	16
6 Functional test methodology.....	16
6.1 General.....	16
6.2 Determination of steady state errors related to the characteristic quantity .....	17
6.2.1 Accuracy of setting (start) value .....	17
6.2.2 Reset ratio determination.....	18
6.3 Determination of steady state errors related to the start and operate time .....	18
6.4 Determination of steady state errors related to the reset time.....	19
6.5 Determination of transient performance .....	20
6.5.1 Overshoot time for undervoltage protection .....	20
6.5.2 Response to time varying value of the characteristic quantity for dependent time relays .....	20
7 Documentation requirements .....	21
7.1 Type test report.....	21
7.2 Other user documentation .....	22
Annex A (informative) Reset time determination for relays with trip output only.....	23
Bibliography.....	24
Figure 1 – Simplified protection function block diagram.....	8
Figure 2 – Overvoltage independent time characteristic .....	9
Figure 3 – Undervoltage independent time characteristic .....	10
Figure 4 – Dependent time characteristic for overvoltage protection .....	11
Figure 5 – Dependent time characteristic for undervoltage protection .....	12

Figure 6 – Definite time reset characteristic .....	14
Figure 7 – Definite time reset characteristic (alternative solution with instantaneous reset after relay operation).....	14
Figure 8 – Test waveform .....	21
Figure A.1 – Dependent reset time determination .....	23
Table 1 – Test points for overvoltage elements .....	19
Table 2 – Test points for undervoltage elements .....	19
Table 3 – Test points for overvoltage elements .....	20
Table 4 – Test points for undervoltage elements .....	20
Table 5 – Recommended values for the test .....	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –**

**Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection**

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 60255-127 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

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

CDV	Report on voting
95/254/CDV	95/261/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.

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

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.

## MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

### Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection

#### 1 Scope

This part of IEC 60255 specifies minimum requirements for over/under voltage relays. The standard includes specification of the protection function, measurement characteristics and time delay characteristics.

This standard defines the influencing factors that affect the accuracy under steady state conditions and performance characteristics during dynamic conditions. The test methodologies for verifying performance characteristics and accuracy are also included in this standard.

The over/under voltage functions covered by this standard are as follows:

	IEEE/ANSI C37.2 Function numbers	IEC 61850-7-4 Logical nodes
Phase undervoltage protection	27	PTUV
Positive sequence undervoltage protection	27D	PTUV
Phase overvoltage protection	59	PTOV
Residual/zero-sequence overvoltage protection	59N/59G	PTOV
Negative sequence/ unbalance overvoltage protection	47	PTOV

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

#### 2 Normative references

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

IEC 60044 (all parts), *Instrument transformers*

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

#### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definition apply

##### 3.1

##### **theoretical curve of time versus characteristic quantity**

curve which represents the relationship between the theoretical specified operate time and the characteristic quantity

**3.2****curves of maximum and minimum limits of the operate time**

curves of the limiting errors on either side of the theoretical time vs. characteristic quantity which identify the maximum and minimum operate times corresponding to each value of the characteristic quantity

**3.3****setting value (start) of the characteristic quantity** **$G_S$** 

the reference value used for the definition of the theoretical curve of time vs. characteristic quantity

**3.4****start time**

duration of the time interval between the instant when the characteristic quantity of the measuring relay in reset condition is changed, under specified conditions, and the instant when the start signal asserts

**3.5****operate time**

duration of the time interval between the instant when the characteristic quantity of a measuring relay in reset condition is changed, under specified conditions, and the instant when the relay operates

[IEC 60050-447:2010, 447-05-05]

**3.6****disengaging time**

duration of the time interval between the instant a specified change is made in the value of the input energising quantity which will cause the relay to disengage and the instant it disengages

[IEC 60050-447:2010, 447-05-10]

**3.7****reset time**

duration of the time interval between the instant when the characteristic quantity of a measuring relay in operate condition is changed, under specified conditions, and the instant when the relay resets

[IEC 60050-447:2010, 447-05-06]

**3.8****overshoot time**

the difference between the operate time of the relay at the specified value of the input energising quantity and the maximum duration of the value of input energising quantity which, when suddenly reduced (for the overvoltage relay)/increased (for the undervoltage relay) to a specified value below (for the overvoltage relay)/above (for the undervoltage relay) the setting value, is insufficient to cause operation

**3.9****threshold of independent time operation** **$G_D$** 

the value of the characteristic quantity at which the relay operate time changes from dependent time operation to independent time operation

**3.10**  
**reset ratio**  
**disengaging ratio**

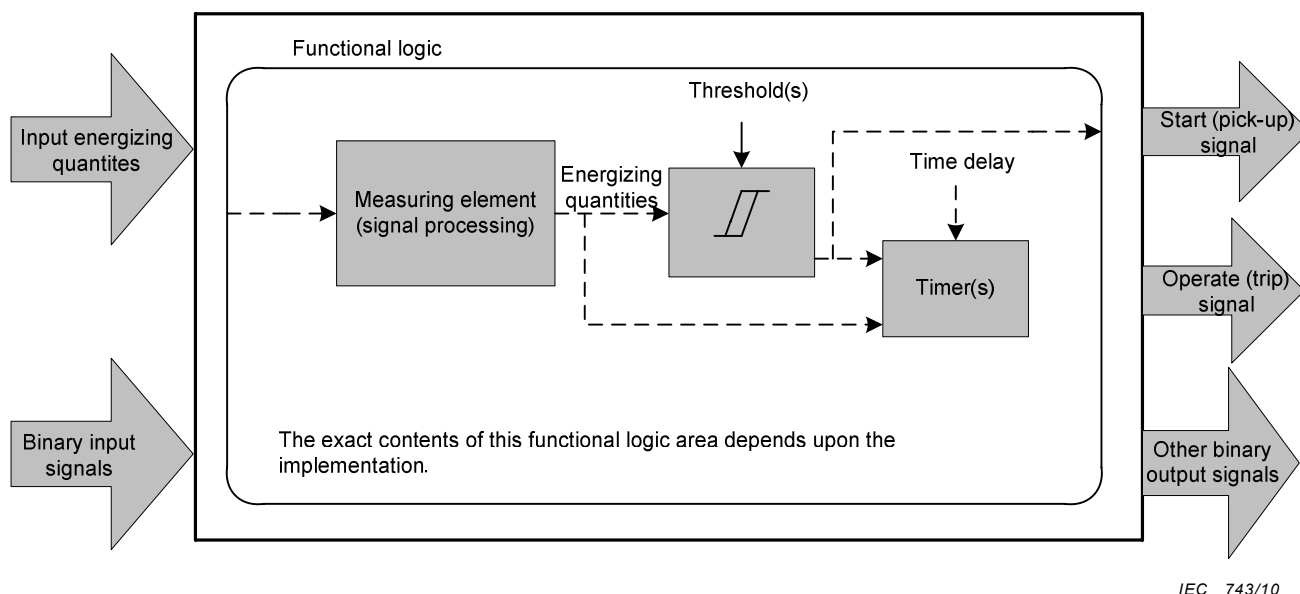
ratio between the voltage value at the point where the relay just ceases to start (start signal changes from ON to OFF) and the actual start voltage of the element.

NOTE It is usually defined as a percentage such that for an overvoltage element the resetting ratio shall be less than 100 % and for an undervoltage element the reset ratio shall be greater than 100 %.

**4 Specification of the function**

**4.1 General**

The protection function with its inputs, outputs, measuring element, time delay characteristics and functional logic is shown in Figure 1. The manufacturer shall provide the functional block diagram of the specific implementation.



**Figure 1 – Simplified protection function block diagram**

**4.2 Input energising quantities/Energising quantities**

The input energising quantities are the measuring signals, e.g. voltages. Their ratings and relevant standards are specified in IEC 60255-1. Input energising quantities can come with wires from voltage transformers or as a data packet over a communication port using an appropriate communication protocol (such as IEC 61850-9-2).

The energising quantities used by the protection function need not be directly the voltage at the secondary side of the voltage transformers. Therefore, the measuring relay documentation shall state the type of energising quantities used by the protection function. Examples are:

- single phase voltage measurement;
- three phase voltage (phase to phase or phase to earth) measurement;
- neutral to earth voltage or residual voltage measurement;
- positive, negative or zero sequence voltage measurement.

The type of measurement of the energising quantity shall be stated. Examples are:

- RMS value of the signal;

- RMS value of the fundamental component of the signal;
- RMS value of a specific harmonic component of the signal;
- peak values of the signal;
- instantaneous value of the signal.

### 4.3 Binary input signals

If any binary input signals (externally or internally driven) are used, their influence on the protection function shall be clearly described on the functional logic diagram. Additional textual description may also be provided if this can further clarify the functionality of the input signals and their intended usage.

## 4.4 Functional logic

### 4.4.1 Operating characteristics

#### 4.4.1.1 General

The relationship between operate time and characteristic quantity can be expressed by means of a characteristic curve. The shape of this curve shall be declared by the manufacturer by an equation (preferred) or by graphical means.

This standard specifies two types of characteristics:

- independent time characteristic (i.e. definite time delay);
- dependent time characteristic (i.e. inverse time delay).

The time characteristic defines the operate time which is the duration between the instant when the input energising quantity crosses the setting value ( $G_S$ ) and the instant when the relay operates.

#### 4.4.1.2 Independent time characteristic

Independent time characteristic is defined in terms of the setting value of the characteristic quantity  $G_S$  and the operate time  $t_{op}$ . When no intentional time delay is used then the independent time relay is denoted as an instantaneous relay.

For overvoltage relays,  $t_{(G)} = t_{op}$  when  $G > G_S$ . The independent time characteristic is presented in Figure 2.

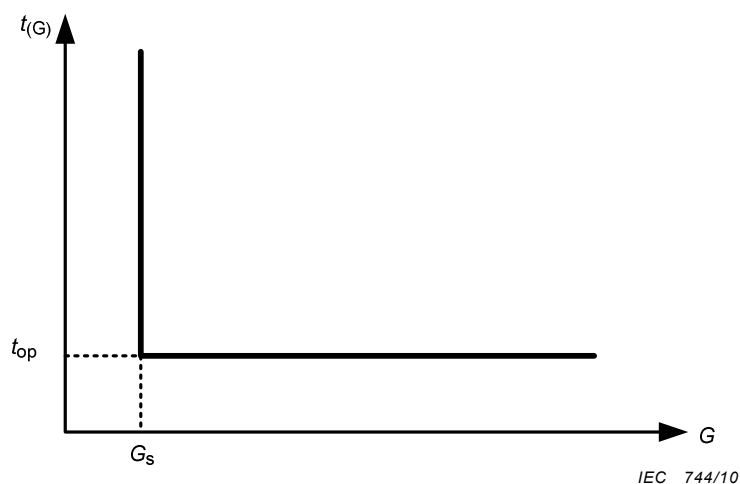


Figure 2 – Overvoltage independent time characteristic

For undervoltage relays,  $t_{(G)} = t_{op}$  when  $G < G_S$ . The independent time characteristic is presented in Figure 3.



**Figure 3 – Undervoltage independent time characteristic**

**4.4.1.3 Standard dependent time characteristics**

For overvoltage protection, the characteristic curves of dependent time relays shall follow a law of the form:

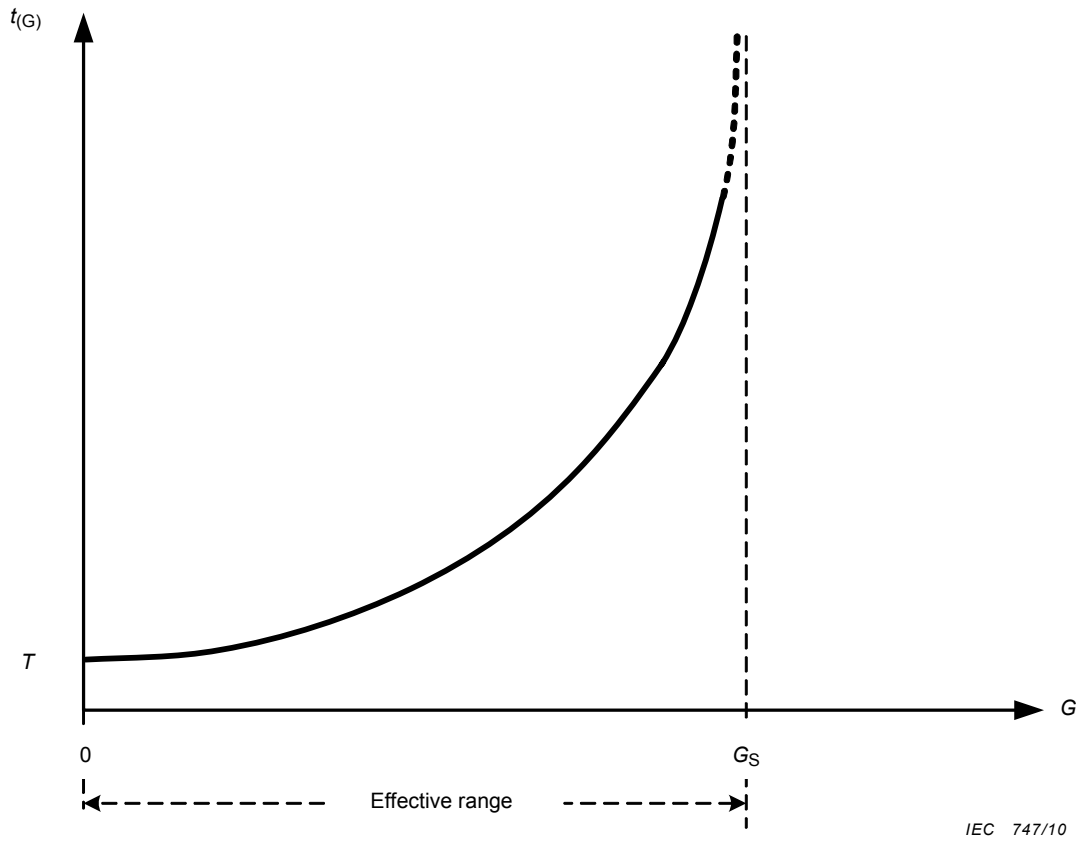
$$t_{(G)} = \frac{T}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{-1}} \tag{1}$$

where:

- $t_{(G)}$  is the theoretical operate time with constant value of  $G$  in seconds;
- $T$  is the time setting (theoretical operate time for  $G = 2 \times G_S$ );
- $G$  is the measured value of the characteristic quantity;
- $G_S$  is the setting value (see 3.3).

This dependent time characteristic is shown in Figure 4.





IEC 747/10

**Figure 5 – Dependent time characteristic for undervoltage protection**

The effective range of the dependent time portion of the characteristic quantity shall lie between 0 and  $G_S$ .

Power system fault conditions can produce time varying voltages. To ensure proper coordination between dependent time relays under such conditions, relay behaviour shall be of the form described by the integration given by Equation 3.

For  $G > G_S$  (overvoltage protection) or  $G < G_S$  (undervoltage protection):

$$\int_0^{T_0} \frac{1}{t(G)} dt = 1 \tag{3}$$

where:

$T_0$  is the theoretical operate time where  $G$  varies with time;

$t(G)$  is the theoretical operate time with constant value of  $G$  in seconds;

$G$  is the measured value of the characteristic quantity.

Operate time is defined as the time instant when the integral in Equation 3 becomes equal to or greater than one.

## 4.4.2 Reset characteristics

### 4.4.2.1 General

To allow users to determine the behaviour of the relay in the event of repetitive intermittent faults or for faults which may occur in rapid succession, relay resetting characteristics shall be defined by the manufacturer. The recommended reset characteristics are defined below.

#### 4.4.2.2 No intentional delay on reset

For undervoltage relays, for  $G > (\text{reset ratio}) \times G_S$ , the relay shall return to its reset state with no intentional delay. This reset option can apply to both dependent and independent time relays.

For overvoltage relays, for  $G < (\text{reset ratio}) \times G_S$ , the relay shall return to its reset state with no intentional delay. This reset option can apply to both dependent and independent time relays.

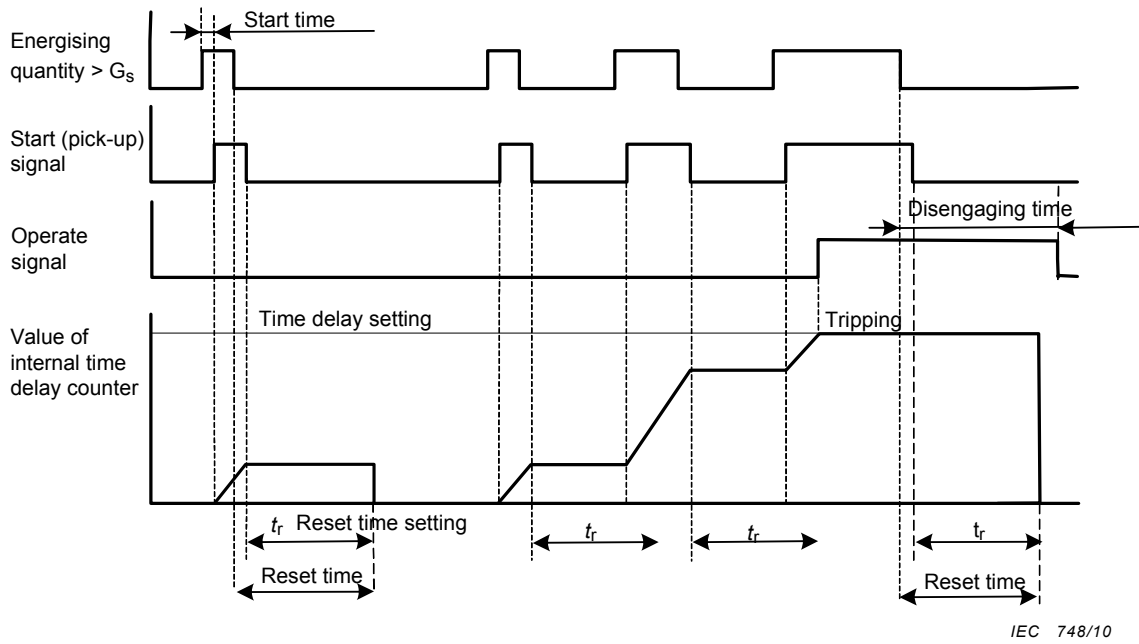
#### 4.4.2.3 Definite time resetting

This reset characteristic is applicable to overvoltage and undervoltage protection. Here the definite time reset is described for an overvoltage protection. The principle is the same for an undervoltage protection.

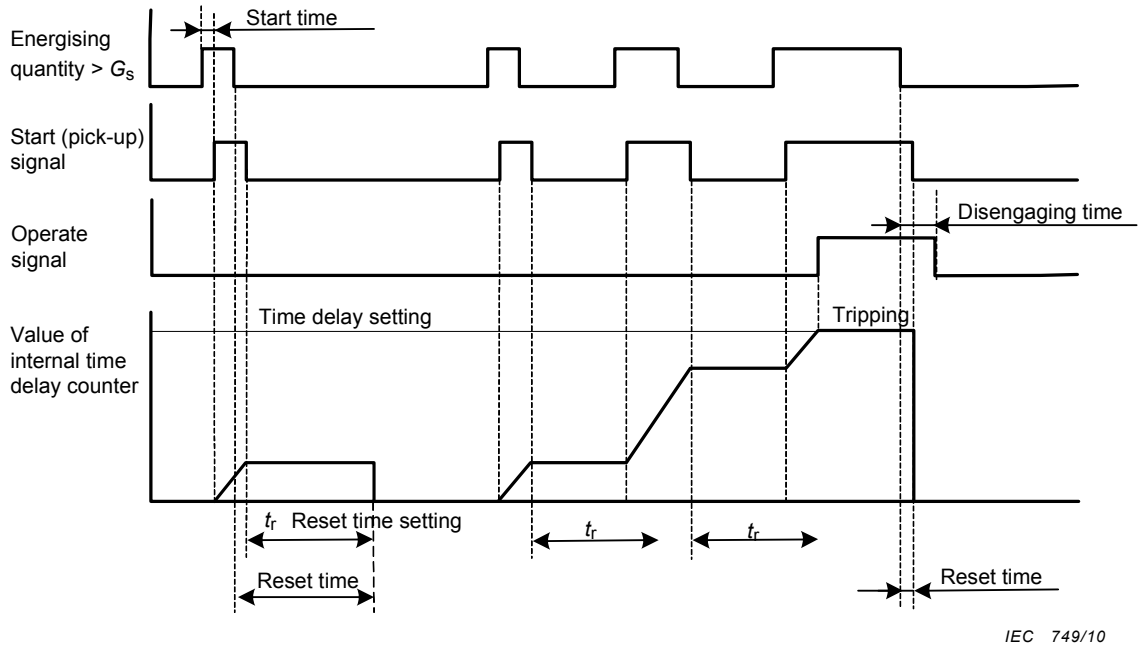
For  $G < (\text{reset ratio}) \times G_S$ , the relay shall return to its reset state after a user-defined reset time delay,  $t_r$ . During the reset time, the element shall retain its state value as defined by  $\int_0^{t_P} \frac{1}{t(G)} dt$  with  $t_P$  being the transient period during which  $G > G_S$ . If during the reset time period, the characteristic quantity exceeds  $G_S$ , the reset timer  $t_r$  is immediately reset to zero and the element continues normal operation starting from the retained value.

Following  $G > G_S$  for a cumulative period causing relay operation, the relay shall maintain its operated state for the reset time period after the operating quantity falls below  $G_S$  as shown in Figure 6. Alternatively, the relay may return to its reset state with no intentional delay as soon as the operating quantity falls below  $G_S$  after tripping as shown in Figure 7.

This reset option can apply to both dependent and independent time elements. A graphical representation of this reset characteristic is shown in Figures 6 and 7, for partial and complete operation of the element.



**Figure 6 – Definite time reset characteristic**



**Figure 7 – Definite time reset characteristic  
(alternative solution with instantaneous reset after relay operation)**

#### 4.5 Binary output signals

##### 4.5.1 Start (pick-up) signal

The start signal is the output of measuring and threshold elements, without any intentional time delay. If start signal is not provided, the manufacturer shall give information on how to conduct testing related to start signal as defined in Clause 6.

#### 4.5.2 Operate (trip) signal

The operate signal is the output of measuring and threshold elements, after completion of any intentional operating time delay. In the case of instantaneous elements, this signal may occur at the same time as the start signal (if provided).

#### 4.5.3 Other binary output signals

If any other binary output signals are available for use, their method of operation shall be clearly shown on the functional logic diagram. Additional textual description may also be provided if this can further clarify the functionality of the output signal and its intended usage.

### 5 Performance specification

#### 5.1 Accuracy related to the characteristic quantity

For both independent and dependent time relays, the accuracy and the reset ratio related to the characteristic quantity shall be declared by the manufacturer.

For both dependent and independent time relays, the manufacturer shall declare the accuracy related to the characteristic quantity along with a setting value range over which it is applicable.

#### 5.2 Accuracy related to the operate time

For independent time relays, the maximum permissible error of the specified operate time shall be expressed as either:

- a percentage of the time setting value, or;
- a percentage of the time setting value, together with a fixed maximum time error (where this may exceed the percentage value), whichever is greater. For example,  $\pm 5\%$  or  $\pm 20$  ms whichever is greater, or;
- a fixed maximum time error

For dependent time relays, the reference limiting error is identified by an assigned error declared by the manufacturer. For relays with a decreasing time function, the value of the assigned error shall be declared at the maximum limit of the effective range of the dependent time portion of the characteristic ( $G_D$ ) as a percentage of the theoretical time. The reference limiting error shall be declared either as:

- a theoretical curve of time plotted against multiples of the setting value of the characteristic quantity bounded by two curves representing the maximum and minimum limits of the limiting error over the effective range of the dependent time portion of the characteristic or,
- an assigned error claimed for the effective range of the dependent time portion of the characteristic of the characteristic quantity.

For both dependent and independent time relays, the manufacturer shall declare the maximum limiting error related to the operate time along with a setting range of time delay over which it is applicable.

The manufacturer shall declare if the internal measurement time of the characteristic quantity and the output contact operation time is included in the time delay setting or it is in addition to the time delay setting.

### 5.3 Accuracy related to the reset time

For relays with no intentional reset delay, the manufacturer shall declare the reset time of the element.

For relays with a definite time delay on reset, the maximum permissible error of the specified reset time shall be expressed as either:

- a percentage of the reset time setting value, or;
- a percentage of the reset time setting value, together with a fixed maximum time error (where this may exceed the percentage value), whichever is greater. For example,  $\pm 5\%$  or  $\pm 20$  ms whichever is greater, or;
- a fixed maximum time error.

The manufacturer shall declare the maximum limiting error related to the reset time along with a setting range of time delay over which it is applicable.

The manufacturer shall declare if the internal measurement time (disengaging time) is included in the reset time setting or it is in addition to the reset time setting.

### 5.4 Transient performance

#### 5.4.1 Overshoot time

The manufacturer shall declare the overshoot time.

#### 5.4.2 Response to time varying value of the characteristic quantity

To ensure proper coordination with dependent time relays, the relay performance under time varying fault conditions (characteristic quantity varies with time) shall be tested. The manufacturer shall declare any additional errors, but in all cases, the additional error shall be less than 15 %.

### 5.5 Voltage transformer requirements

The manufacturer shall declare the types of the voltage transformers required to maintain the claimed performance levels (refer to IEC 60044 series standards).

## 6 Functional test methodology

### 6.1 General

Tests described in this clause are for type tests. These tests shall be designed in such a way to exercise all aspects of the hardware and firmware (if applicable) of the over/under voltage protection relay. This means that injection of voltage shall be at the interface to the relay, either directly into the conventional voltage transformer input terminals, or an equivalent signal at the appropriate interface. Similarly, operation shall be taken from output contacts wherever possible or equivalent signals at an appropriate interface.

If for any reason it is not possible to measure the results from signal input to output, the point of application of the characteristic quantity and the signal interface used for measurement shall be declared by the manufacturer. For relays where the settings are in primary values one voltage transformer ratio can be selected for performing the tests.

In order to determine the accuracy of the relay in steady state conditions, the injected characteristic quantity shall be a sinusoid of rated frequency and its magnitude should be varied according to the test requirements.

Some of the tests described in the following subclauses can be merged to optimize the test process. Depending upon the technology of the relay being tested, it may be possible to reduce the number of test points in line with the limited range and step-size of available settings. However, the test points listed should be used or the nearest available setting if the exact value can not be achieved.

In the following subclauses, the test settings to be used are expressed in a percentage of the available range with 0 % representing the minimum available setting and 100 % representing the maximum available setting. Similarly 50 % would represent the mid-point of the available setting range. The actual setting to be used can be calculated using the following formula:

$$S_{AV} = (S_{MAX} - S_{MIN}) \cdot X + S_{MIN}$$

where

- $S_{AV}$  is the actual setting value to be used in test;
- $S_{MAX}$  is the maximum available setting value;
- $S_{MIN}$  is the minimum available setting value;
- $X$  is the test point percentage value expressed in test methodology (see Tables 1, 2, 3, and 4).

For example, for the operating voltage setting in Table 1, assuming the available setting range is 60 V to 180 V, the actual operating voltage settings to be used would be: 60 V; 120 V; 180 V.

## 6.2 Determination of steady state errors related to the characteristic quantity

### 6.2.1 Accuracy of setting (start) value

In order to determine the accuracy of the setting value ( $G_S$ ) the characteristic quantity (magnitude) should be varied slowly and the start output of the element monitored for operation.

For overvoltage protection, the characteristic quantity shall be increased according to the criteria below:

- the initial value of the characteristic quantity shall be below the setting value by at least two times the specified accuracy of the element;
- the ramping steps shall be at least ten times smaller than the accuracy specified for the element;
- the step time shall be at least two times the specified start time and not more than five times the specified start time.

For example:

If the setting value is 100 V, accuracy  $\pm 10\%$  and start time 20 ms, the initial ramp start value is 80 V, ramp step size of 1 V with a step time of (40 – 100) ms.

For undervoltage protection, the characteristic quantity shall be decreased from an initial value which is above the start value by at least two times the specified accuracy of the element. The ramping process is similar to the overvoltage protection.

Sufficient test points should be used to assess the performance over the entire setting range of the element, but as a minimum ten settings shall be used, with a concentration towards lower start settings where errors are relatively more significant. Preferred values are: minimum setting (or 0 % of the range); 0,5 %; 1 %; 2 %; 3 %; 5 %; 10 %; 30 %; 60 %; maximum setting (or 100 % of the range).

For overvoltage and undervoltage relays, each test point shall be repeated at least 5 times to ensure repeatability of results, with the maximum and average error values of all the tests being used for the accuracy claim.

### 6.2.2 Reset ratio determination

In order to determine the reset ratio, the element shall be forced to operate and then the characteristic quantity should be varied slowly while monitoring the output of the element with no intentional delay on reset. For overvoltage protection, the characteristic quantity shall be decreased according to the criteria below:

- the initial value of the characteristic quantity shall be above the start value by at least two times the specified accuracy of the element;
- the ramping steps shall be at least ten times smaller than the accuracy specified for the element;
- the step time shall be at least two times the specified disengaging time and not more than five times the specified disengaging time.

If reset does not occur within the time interval, the element is considered to have not reset and, the next lower value of voltage shall be used.

For example

If the setting value is 100 V, accuracy  $\pm 10\%$  and disengaging time 20 ms, the initial ramp start value is 120 V, ramp step size of 1 V with a step time of (40 to 100) ms.

For undervoltage protection, the characteristic quantity shall be increased from an initial value which is below the start value by at least two times the specified accuracy of the element. The ramping process is similar to the overvoltage protection.

The reset ratio shall be calculated as follows:

$$\text{Reset ratio (\%)} = (V_{\text{reset}}/V_{\text{start}}) \times 100$$

Sufficient test points should be used to assess the performance over the entire setting range of the element, but as a minimum ten settings shall be used, with a concentration towards lower start settings where errors are relatively more significant. Preferred values are: minimum setting (or 0 % of the range); 0,5 %; 1 %; 2 %; 3 %; 5 %; 10 %; 30 %; 60 %; maximum setting (or 100 % of the range).

For overvoltage relay, each test point shall be repeated at least 5 times to ensure repeatability of results, with the minimum and average values of all the tests being used for the accuracy claim.

For undervoltage relay, each test point shall be repeated at least 5 times to ensure repeatability of results, with the maximum and average values of all the tests being used for the accuracy claim.

### 6.3 Determination of steady state errors related to the start and operate time

In order to determine the steady state errors of the operate time, voltage shall be applied to the relay with no intentional delay and the start and operate output contacts of the element monitored. The switching point of the voltage from initial test value to end test value shall be at the zero crossing of the waveform. Tests shall be conducted on an individual phase basis. Sufficient test points should be used to assess the performance over the entire time delay setting range, at various operating voltage values and throughout the effective range of the dependent time portion of the characteristic. Each test point shall be repeated at least 5 times to ensure the repeatability of results, with the maximum and average value of the 5 attempts

being used for the analysis. The times recorded for the operate output contact will provide a measure of the operating time accuracy, whilst the times recorded for the start output contact provides a measure of element start time. The following test points, Table 1 for overvoltage and Table 2 for undervoltage elements, are suggested:

**Table 1 – Test points for overvoltage elements**

Time setting	Operating voltage setting	Initial test voltage value	End test voltage value <sup>a</sup>
Minimum (0 %)	Minimum (0 %)	Zero	$1,2 \times G_S$
50 %	50 %	Zero	$1,6 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	Zero	$2 \times G_S$

<sup>a</sup> The end test voltage value shall be limited to the maximum withstand voltage.

**Table 2 – Test points for undervoltage elements**

Time setting	Operating voltage setting	Initial test voltage value <sup>b</sup>	End test voltage value
Minimum (0 %)	Minimum (0 %) <sup>a</sup>	$2 \times G_S$	$0,8 \times G_S$
50 %	50 %	$2 \times G_S$	$0,4 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	$2 \times G_S$	Zero

<sup>a</sup> Some relays may block operation of the undervoltage element when injected voltage is equal to zero, or below threshold. In this case, the zero test cases shall be replaced with a test at the minimum voltage threshold.

<sup>b</sup> The initial test voltage value shall be limited to the maximum withstand voltage.

#### 6.4 Determination of steady state errors related to the reset time

In order to determine the steady state errors of the reset time, voltage shall be applied to the relay to cause element operation. With operation complete, the voltage applied to the relay shall be stepped to the initial test voltage value for one second, and then stepped to the end test voltage value with no intentional delay and a suitable output contact of the element monitored. If an output contact is not available, then the procedure described in Annex A can be applied to determine the reset time of the relay.

Sufficient test points should be used to assess the performance over the entire reset time setting range, at various operating voltage values and throughout the effective range of the dependent time portion of the characteristic. Each test point shall be repeated at least 5 times to ensure the repeatability of results, with the maximum and average value of the 5 attempts being used for the analysis. The times recorded by monitoring the start contact will provide a measure of the disengaging time of the element, while other suitable signals shall be used to give a measure of the reset time accuracy. The following test points, Table 3 for overvoltage elements and Table 4 for undervoltage elements, are suggested:

**Table 3 – Test points for overvoltage elements**

Reset time setting <sup>b</sup>	Operating voltage setting	Initial test voltage value <sup>a</sup>	End test voltage value
Minimum (0 %)	Minimum (0 %)	$2 \times G_S$	$0,8 \times G_S$
50 %	50 %	$2 \times G_S$	$0,4 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	$2 \times G_S$	Zero
<sup>a</sup> The initial test voltage value shall be limited to the maximum withstand voltage. <sup>b</sup> The first column is not applicable to relays with no intentional delay on reset.			

**Table 4 – Test points for undervoltage elements**

Reset time setting <sup>b</sup>	Operating voltage setting	Initial test voltage value	End test voltage value <sup>a</sup>
Minimum (0 %)	Minimum (0 %) <sup>c</sup>	Zero	$1,2 \times G_S$
50 %	50 %	Zero	$1,6 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	Zero	$2 \times G_S$
<sup>a</sup> The end test voltage value shall be limited to the maximum withstand voltage. <sup>b</sup> The first column is not applicable to relays with no intentional delay on reset. <sup>c</sup> Some relays may block operation of the undervoltage element when injected voltage is equal to zero, or below threshold. In this case, the zero test cases shall be replaced with a test at the minimum voltage threshold.			

## 6.5 Determination of transient performance

### 6.5.1 Overshoot time for undervoltage protection

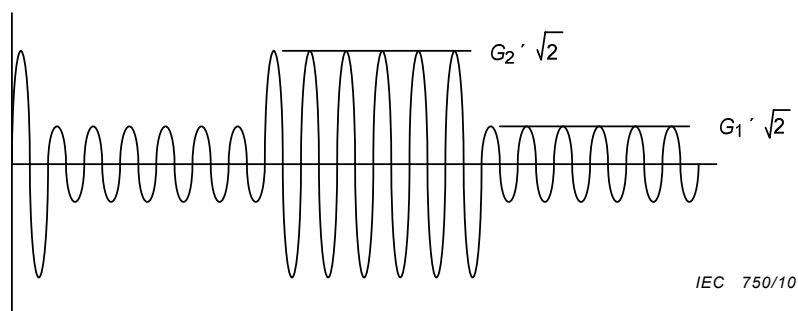
This subclause describes the test for overshoot time for undervoltage protection function. The overshoot time is generally not relevant for overvoltage function.

With the relay setting at reference conditions (nominal voltage), voltage shall be switched from  $1,2 \times G_S$  to  $0,8 \times G_S$ , and the relay operate time shall be measured as a maximum value out of 5 attempts. With this known operating time value, the voltage shall be switched from  $1,2 \times G_S$  to  $0,8 \times G_S$  for a period of time 5 ms less than the maximum operate time and then increased to  $1,2 \times G_S$  with no intentional delay. If relay operation occurs, the period of time for which the voltage is removed shall be reduced by a further 5 ms, and the test shall be performed again. The time of voltage removal shall be decreased further until 5 successive removal of voltage do not cause the relay to operate.

The difference in time between the voltage removal period and the measured relay operate time is the relay overshoot time.

### 6.5.2 Response to time varying value of the characteristic quantity for dependent time relays

The test waveform of the characteristic quantity is shown in Figure 8, which represents a 50 Hz or 60 Hz waveform modulated by a square wave so that the changes in magnitude of the sine-wave occur at zero crossings.



**Figure 8 – Test waveform**

The frequency of the modulating square-wave shall not be higher than 1/10 of the main frequency, so that the transient behaviour of the relay does not affect the operate time.

The magnitudes  $G_1$  and  $G_2$  of the characteristic quantity are both above  $G_S$ , the setting value of the characteristic quantity. The magnitudes are selected so that the operate time of the relay is high with respect to the period of the modulating square wave.

With the above conditions, the theoretical operate time  $T_0$  is:

$$T_0 = \frac{2 \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2} \quad (4)$$

where

$T_1$  is the operate time for characteristic quantity equal to  $G_1$ ;

$T_2$  is the operate time for characteristic quantity equal to  $G_2$ .

Recommended values for the time varying characteristic quantity are given in Table 5, where the frequency of the modulating square-wave is 1/10 of the main frequency. With values of Table 5, the measured operate time shall not differ from  $T_0$  by more than 15 %.

**Table 5 – Recommended values for the test**

Curve	$T$ s	$G_1$	$G_2$	$T_1$ s	$T_2$ s	$T_0$ s
Overvoltage	10	$1,2 \times G_S$	$1,5 \times G_S$	50	20	28,57
Undervoltage	10	$0,5 \times G_S$	$0,2 \times G_S$	20	12,5	15,39

NOTE  $T$  is the time delay setting (see Equations (1) and (2)).

## 7 Documentation requirements

### 7.1 Type test report

The type test report for the functional elements described in this standard shall be in accordance with IEC 60255-1. As a minimum the following aspects shall be recorded:

- equipment under test: this includes details of the equipment / function under test as well as specific details such as model number, firmware version shall be recorded as applicable;
- test equipment: equipment name, model number, calibration information;

- functional block diagram showing the conceptual operation of the element including interaction of all binary input and output signals with the function;
- details of the input energising quantity and the type of measurement being used by the function;
- details of the available characteristic curves/operation for both operating and reset states that have been implemented in the function, preferably by means of an equation;
- details of the behaviour of the function for voltages in excess of  $G_D$ , and its value;
- details of any specific algorithms that are implemented to improve the applicability of this function to a real power system, and their performance claims. In the case of generic algorithms that are used by more than one function, for example voltage transformer supervision, it is sufficient to describe the operation of the algorithm once within the user documentation but its effect on the operation of all functions that use it shall be described;
- test method and settings: these include details of the test procedure being used as well as the settings that are applied to the equipment under test to facilitate the testing. This may include settings other than those for the function being tested. This permits repeat testing to be performed with confidence that the same test conditions are being used;
- test results: for every test case outlined in the test method and settings, the complete sets of results are recorded as well as a reference to the particular test case. From these results, accuracy claims are established;
- test conclusions: based upon the recorded test results, all claims required by Clause 5 of this standard shall be clearly stated. Where appropriate, these claims are compared with the performance specifications contained in this standard to allow individual pass / fail decisions to be given, as well as an overall pass / fail decision for the entire function.

## 7.2 Other user documentation

Not all users insist on viewing the complete type test documentation, but require a subset of the information that it contains. For this purpose, as a minimum the following aspects shall be recorded in generally available user documentation, although this may not be required in a single document:

- functional block diagram showing the conceptual operation of the element including interaction of all binary input and output signals with the function;
- details of the input energising quantity and the type of measurement being used by the function;
- details of the available characteristic curves/operation for both operating and reset states that have been implemented in the function, preferably by means of an equation;
- details of the behaviour of the function for voltages in excess of  $G_D$ , and its value;
- details of any specific algorithms that are implemented to improve the applicability of this function to a real power system, and their performance claims. In the case of generic algorithms that are used by more than one function, for example voltage transformer supervision, it is sufficient to describe the operation of the algorithm once within the user documentation but its effect on the operation of all functions that use it shall be described;
- all claims required by Clause 5 of this standard shall be clearly stated.

## Annex A (informative)

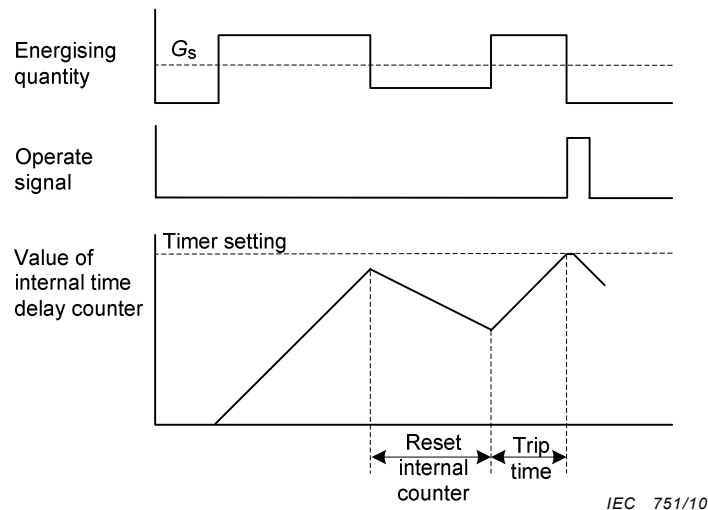
### Reset time determination for relays with trip output only

#### A.1 General

Measuring relays and protection equipment have different output configurations. For equipment that has only a trip output the determination of a dependent reset time can be achieved by many different methods. The following article describes an example of such a test method.

#### A.2 Test method

The determination of the reset time for relays without an appropriate contact can be achieved using the following method to determine a basic accuracy of the reset time. A voltage of twice setting (or the maximum allowed if twice the voltage is more than the maximum allowed) is applied to the relay for a pre-determined length of time such that the unit does not operate but has reached 90 % of its trip value. The voltage is then reduced instantaneously to a pre-determined value below setting for a fixed time. After this time has elapsed, the voltage is instantaneously increased to twice setting value until the element trips. The trip time is determined based on the value of the internal integrator. This is shown graphically in Figure A.1. The test method is repeated with the applied voltage being reduced to a different value on each occasion. This generates a range of trip times from which the reset times can be extrapolated and with sufficient points a reset curve can be created.



**Figure A.1 – Dependent reset time determination**

## **Bibliography**

IEC 60050-447:2010, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 447: Measuring relays*

IEC 61850 (all parts), *Communication networks and systems for power utility automation*

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

IEC 61850-9-2, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3*

IEEE Std C37.2-2008, *IEEE Standard Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms and Contact Designations*

---

LICENSED TO MECON LIMITED - RANCHI/BANGALORE.  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	28
1 Domaine d'application et objet.....	30
2 Références normatives.....	30
3 Termes et définitions.....	30
4 Spécifications de la fonction.....	32
4.1 Généralités.....	32
4.2 Grandeurs d'alimentation d'entrée / Grandeurs d'alimentation.....	32
4.3 Signaux d'entrée binaires.....	33
4.4 Logique fonctionnelle.....	33
4.4.1 Caractéristiques de fonctionnement.....	33
4.4.2 Caractéristiques de retour.....	37
4.5 Signaux de sortie binaires.....	38
4.5.1 Signal de démarrage (pick-up).....	38
4.5.2 Signal de fonctionnement (déclenchement).....	39
4.5.3 Autres signaux de sortie binaires.....	39
5 Spécification des performances.....	39
5.1 Précision relative à la grandeur caractéristique.....	39
5.2 Précision relative au temps de fonctionnement.....	39
5.3 Précision relative au temps de retour.....	40
5.4 Performances en régime de transitoires.....	40
5.4.1 Temps de dépassement.....	40
5.4.2 Réponse à la variation de valeur temporelle de la grandeur caractéristique.....	40
5.5 Exigences relatives aux transformateurs de tension.....	40
6 Méthodologie d'essais fonctionnels.....	40
6.1 Généralités.....	40
6.2 Détermination des erreurs en régime établi relatives à la grandeur caractéristique.....	41
6.2.1 Précision de la valeur de réglage (démarrage).....	41
6.2.2 Détermination du rapport de retour.....	42
6.3 Détermination des erreurs en régime établi relatives aux temps de démarrage et de fonctionnement.....	43
6.4 Détermination des erreurs en régime établi relatives au temps de retour.....	43
6.5 Détermination des performances en transitoires.....	44
6.5.1 Temps de dépassement pour une protection à minimum de tension.....	44
6.5.2 Réponse à la variation de valeur temporelle de la grandeur caractéristique pour les relais à temps dépendant.....	45
7 Exigences relatives à la documentation.....	46
7.1 Rapport d'essai de type.....	46
7.2 Documentation pour d'autres d'utilisateurs.....	46
Annexe A (informative) Détermination du temps de retour pour les relais ayant seulement une sortie de déclenchement.....	48
Bibliographie.....	49
Figure 1 – Schéma synoptique simplifié de la fonction de protection.....	32
Figure 2 – Caractéristique à temps indépendant à maximum de tension.....	33

Figure 3 – Caractéristique à temps indépendant à minimum de tension .....	34
Figure 4 – Caractéristique à temps dépendant pour une protection à maximum de tension.....	35
Figure 5 – Caractéristique à temps dépendant pour une protection à minimum de tension.....	36
Figure 6 – Caractéristique de retour à temps indépendant .....	38
Figure 7 – Caractéristique de retour à temps indépendant (solution alternative avec retour instantané après le fonctionnement du relais).....	38
Figure 8 – Forme d'onde d'essai .....	45
Figure A.1 – Détermination du temps de retour à temps dépendant .....	48
Tableau 1 – Points d'essai pour les éléments à maximum de tension.....	43
Tableau 2 – Points d'essai pour les éléments à minimum de tension.....	43
Tableau 3 – Points d'essai pour les éléments à maximum de tension.....	44
Tableau 4 – Points d'essai pour les éléments à minimum de tension.....	44
Tableau 5 – Valeurs d'essai recommandées .....	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –**

**Partie 127: Exigences fonctionnelles  
pour les protections à minimum et maximum de tension**

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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La norme internationale CEI 60255-127 a été préparée par le comité technique 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
95/254/CDV	95/261/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.

A list of all parts of the IEC 60255 series, published under the general title *Relais de mesure et dispositifs de protection*, can be found on the IEC website.

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.

## RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

### Partie 127: Exigences fonctionnelles pour les protections à minimum et maximum de tension

#### 1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60255 spécifie les exigences minimales relatives aux relais à maximum/minimum de tension. La norme inclut les spécifications de la fonction de protection, les caractéristiques de mesure et les caractéristiques de temporisation.

Cette norme définit les facteurs d'influence affectant la précision, en conditions de régime établi et les caractéristiques de performance en conditions dynamiques. Les méthodologies d'essai pour vérifier les caractéristiques de performance et la précision font également partie de la présente norme.

Les fonctions "maximum/minimum de tension" couvertes par la présente norme sont les suivantes:

	IEEE/ANSI C37.2 Codes de fonction	IEC 61850-7-4 Nœuds logiques
Protection à minimum de tension phase	27	PTUV
Protection à minimum de tension directe	27D	PTUV
Protection à maximum de tension phase	59	PTOV
Protection à maximum de tension homopolaire ou de tension résiduelle	59N/59G	PTOV
Protection à maximum de composante inverse ou contre les déséquilibres de tension	47	PTOV

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

#### 2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application de ce document. Pour des références datées, seule l'édition citée est applicable. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60044 (toutes les parties), *Transformateurs de mesure*

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

#### 3 Termes et définitions

Au sens de ce document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

### 3.1

#### **courbe théorique du temps et de la grandeur caractéristique**

courbe qui représente la relation entre le temps de fonctionnement théorique spécifié et la grandeur caractéristique

### 3.2

#### **courbes des limites maximale et minimale du temps de fonctionnement**

courbes des erreurs limites, de part et d'autre du temps théorique en relation avec la grandeur caractéristique, qui identifient les temps de fonctionnement maximal et minimal correspondant à chaque valeur de la grandeur caractéristique

### 3.3

#### **valeur de réglage (démarrage) de la grandeur caractéristique**

$G_s$

valeur de référence utilisée pour la définition de la courbe théorique du temps et de la grandeur caractéristique

### 3.4

#### **temps de démarrage**

temps écoulé entre l'instant où la grandeur caractéristique d'un relais de mesure en état de retour est modifiée, dans des conditions spécifiées, et l'instant où le signal de démarrage est effectivement actif

### 3.5

#### **temps de fonctionnement**

temps écoulé entre l'instant où la grandeur caractéristique d'un relais de mesure en état de retour est modifiée, dans des conditions spécifiées, et l'instant où le relais fonctionne

[CEI 60050-447:2010, 447-05-05]

### 3.6

#### **temps de dégagement**

temps écoulé entre l'instant où la grandeur d'alimentation d'entrée subit une variation spécifiée, susceptible de faire dégager le relais, et l'instant où il dégage

[CEI 60050-447:2010, 447-05-10]

### 3.7

#### **temps de retour**

temps écoulé entre l'instant où la grandeur caractéristique d'un relais de mesure en état de travail est modifiée, dans des conditions spécifiées, et l'instant où le relais retourne

[CEI 60050-447:2010, 447-05-06]

### 3.8

#### **temps de dépassement**

la différence entre le temps de fonctionnement du relais à la valeur spécifiée de la grandeur d'alimentation d'entrée et la durée maximale de la valeur de cette grandeur qui, étant soudainement réduite (pour un relais à maximum de tension)/augmentée (pour un relais à minimum de tension) à une valeur spécifiée inférieure (pour un relais à maximum de tension)/supérieure (pour un relais à minimum de tension) à la valeur de réglage, est insuffisante pour entraîner le fonctionnement

### 3.9

#### **seuil de fonctionnement à temps indépendant**

$G_D$

la valeur de la grandeur caractéristique pour laquelle le temps de fonctionnement du relais bascule du fonctionnement à temps dépendant au fonctionnement à temps indépendant

### 3.10

#### **rapport de retour rapport de dégagement**

rapport entre la tension au point où le relais cesse juste de démarrer (le signal de démarrage change de "ON" à "OFF") et de la tension de démarrage réelle de l'élément.

NOTE On le définit habituellement en pourcentage, tel que pour un élément à maximum de tension le rapport de retour doit être inférieur à 100 % et pour élément à minimum de tension il doit être supérieur à 100 %.

## 4 Spécifications de la fonction

### 4.1 Généralités

La fonction de protection, avec ses entrées, sorties, son élément de mesure, ses caractéristiques de temporisation et sa logique fonctionnelle, est présentée à la Figure 1. Le fabricant doit fournir le schéma synoptique fonctionnel de l'implémentation spécifique.

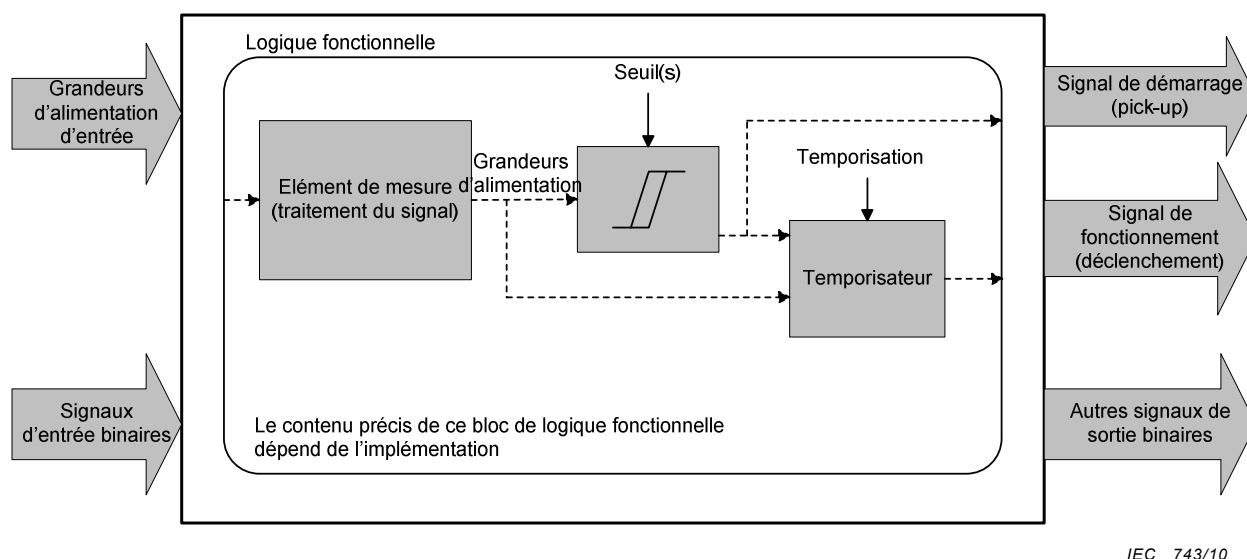


Figure 1 – Schéma synoptique simplifié de la fonction de protection

### 4.2 Grandeurs d'alimentation d'entrée / Grandeurs d'alimentation

Les grandeurs d'alimentation d'entrée sont les signaux de mesure, par exemple les tensions. Leurs caractéristiques et normes applicables sont spécifiées par la CEI 60255-1. Les grandeurs d'alimentation d'entrée peuvent être acheminées par des fils venant de transformateurs de tension, ou être constituées d'un paquet de données acheminées par un accès de communication, utilisant un protocole de communication approprié (tel que celui de la CEI 61850-9-2).

Les grandeurs d'alimentation utilisées par la fonction de protection peuvent ne pas être directement la tension côté secondaire des transformateurs de tension. Par conséquent, la documentation du relais de mesure doit faire état du type de grandeurs d'alimentation utilisé par la fonction de protection. Par exemple:

- mesure de tension en monophasé;
- mesure de tension en triphasé (entre phases ou entre phase et terre);
- mesure de tension entre neutre et terre ou de tension résiduelle;
- mesure de courant direct, inverse ou homopolaire.

Le type de mesure de la grandeur d'alimentation doit être indiqué. Par exemple:

- la valeur efficace du signal;

- la valeur efficace de la composante fondamentale du signal;
- la valeur efficace d'une composante harmonique spécifique du signal;
- les valeurs crête du signal;
- la valeur instantanée du signal.

#### 4.3 Signaux d'entrée binaires

Si des signaux d'entrée binaires (pilotés extérieurement ou intérieurement) sont utilisés, leur influence sur la fonction de protection doit être clairement décrite par le schéma logique fonctionnel. En plus, une description textuelle peut aussi être fournie, si celle-ci peut apporter davantage de clarification sur la fonctionnalité des signaux d'entrées et de leur utilisation prévue.

#### 4.4 Logique fonctionnelle

##### 4.4.1 Caractéristiques de fonctionnement

###### 4.4.1.1 Généralités

La relation entre le temps de fonctionnement et la grandeur caractéristique peut être exprimée à l'aide d'une courbe caractéristique. La forme de cette courbe doit être stipulée par le fabricant, par une équation (de préférence) ou par une représentation graphique.

La présente norme spécifie deux types de caractéristiques:

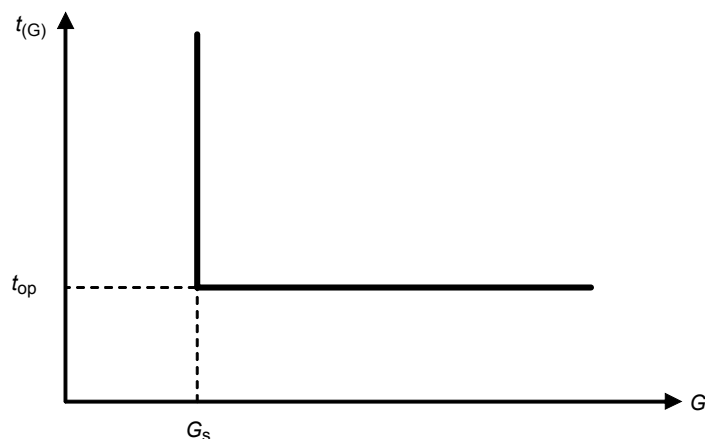
- caractéristique à temps indépendant (c'est-à-dire temporisation à temps constant);
- caractéristique à temps dépendant (c'est-à-dire temporisation à temps inverse).

La caractéristique de temps définit le temps de fonctionnement qui est la durée entre l'instant où la grandeur d'alimentation d'entrée franchit la valeur de réglage ( $G_S$ ) et l'instant où le relais fonctionne.

###### 4.4.1.2 Caractéristiques à temps indépendant

La caractéristique à temps indépendant est définie en termes de valeur de réglage de la grandeur caractéristique  $G_S$  et du temps de fonctionnement  $t_{op}$ . Lorsque aucun retard intentionnel n'est utilisé, le relais à temps indépendant est alors dénommé relais instantané.

Pour les relais à maximum de tension,  $t_{(G)} = t_{op}$  lorsque  $G > G_S$ . La caractéristique à temps indépendant est présentée à la Figure 2.



IEC 744/10

Figure 2 – Caractéristique à temps indépendant à maximum de tension

Pour les relais à minimum de tension,  $t_{(G)} = t_{op}$  lorsque  $G < G_S$ . La caractéristique à temps indépendant est présentée à la Figure 3.

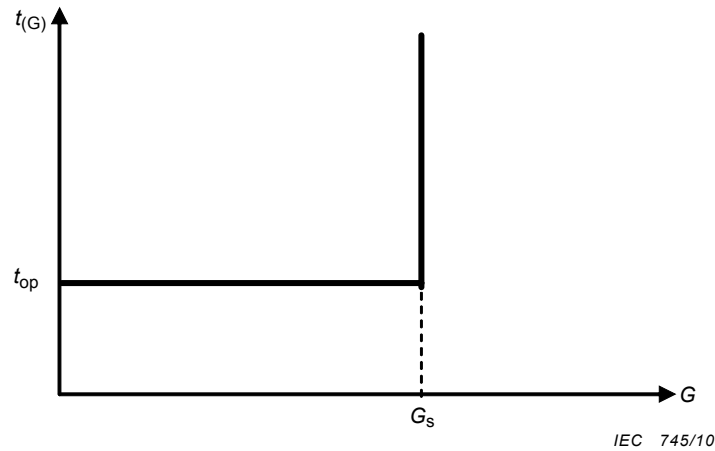


Figure 3 – Caractéristique à temps indépendant à minimum de tension

#### 4.4.1.3 Caractéristiques à temps dépendant

Pour les protections à maximum de tension, les courbes caractéristiques des relais à temps dépendant doivent suivre une loi de la forme:

$$t_{(G)} = \frac{T}{\left(\frac{G}{G_S}\right)^{-1}} \tag{1}$$

où

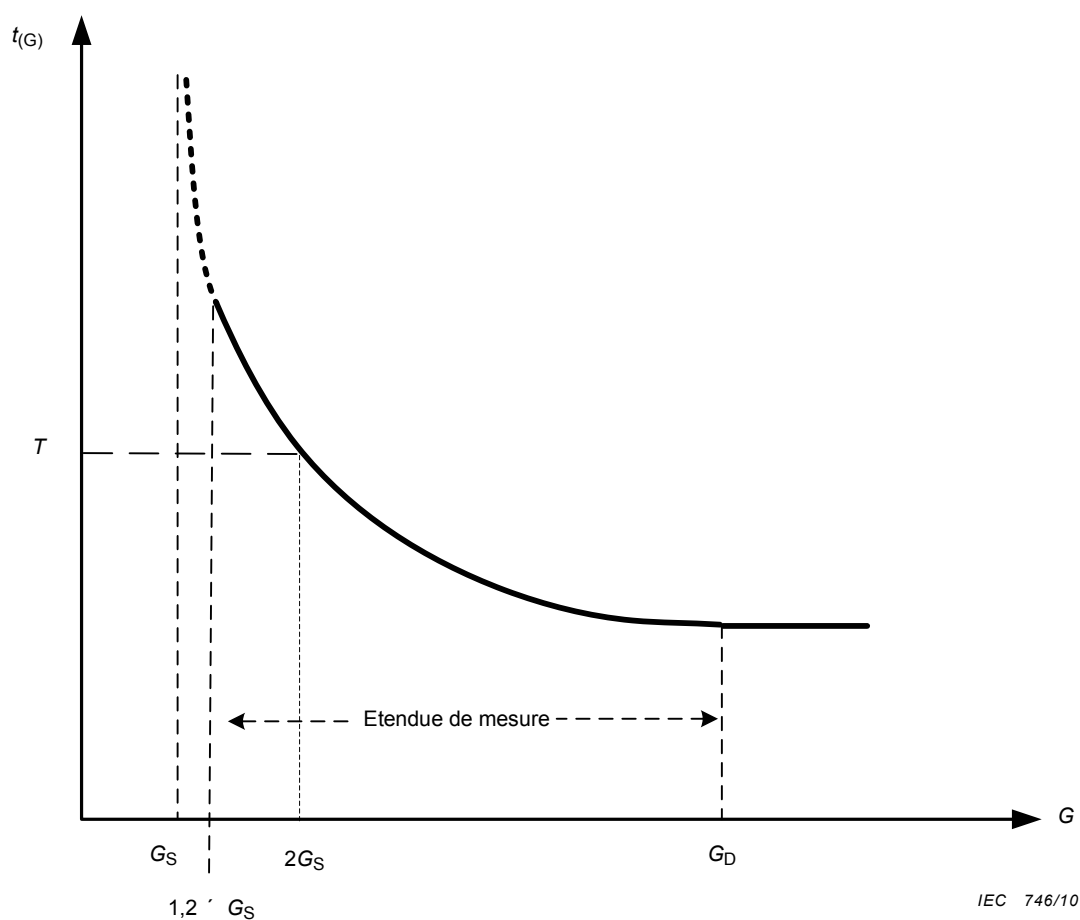
$t_{(G)}$  est le temps de fonctionnement théorique avec la valeur de  $G$  constante en secondes;

$T$  est le réglage du temps (temps de fonctionnement théorique pour  $G = 2 \times G_S$ );

$G$  est le valeur mesurée de la grandeur caractéristique;

$G_S$  est la valeur de réglage (voir 3.3).

Cette caractéristique à temps dépendant est présentée à la Figure 4.



**Figure 4 – Caractéristique à temps dépendant pour une protection à maximum de tension**

L'étendue de mesure de la grandeur caractéristique doit se situer entre  $1,2 \times G_S$  et  $G_D$  pour la portion à temps dépendant de la courbe. Pour les valeurs de réglage au-delà de cette plage, le fabricant doit indiquer la valeur de  $G_D$ .

Pour les protections à minimum de tension, les courbes caractéristiques des relais à temps dépendant doivent suivre une loi de la forme:

$$t_{(G)} = \frac{T}{1 - \left( \frac{G}{G_S} \right)} \quad (2)$$

où

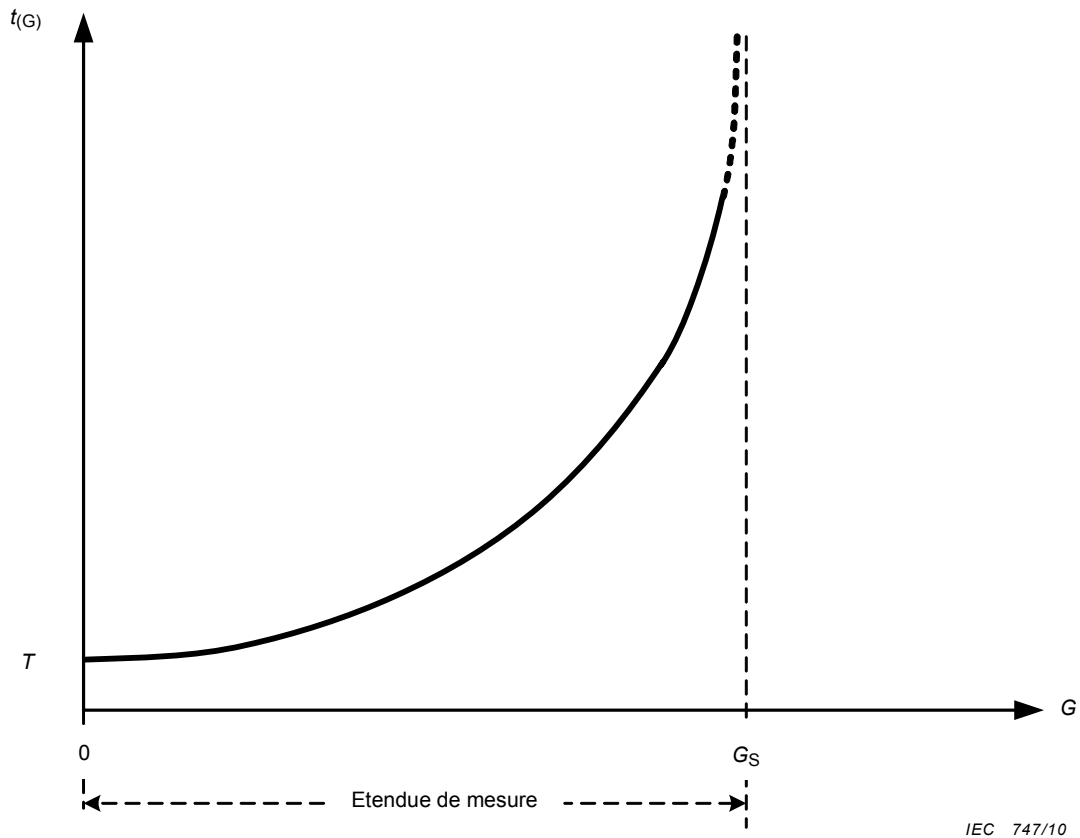
$t_{(G)}$  est le temps de fonctionnement théorique avec la valeur de  $G$  constante en secondes;

$T$  est le réglage du temps (temps de fonctionnement théorique pour  $G = 0$ );

$G$  est la valeur mesurée de la grandeur caractéristique;

$G_S$  est la valeur de réglage (voir 3.3).

Cette caractéristique à temps dépendant est présentée à la Figure 5.



IEC 747/10

**Figure 5 – Caractéristique à temps dépendant pour une protection à minimum de tension**

L'étendue de mesure de la portion à temps dépendant de la grandeur caractéristique doit se situer entre 0 et  $G_S$ .

Les conditions de défaut sur les réseaux électriques peuvent produire des tensions de défaut variables dans le temps. Pour assurer la bonne coordination entre les relais à temps dépendant dans de telles conditions, un relais doit se comporter de la manière décrite par l'Equation 3.

Pour  $G > G_S$  (protection à maximum de tension) ou  $G < G_S$  (protection à minimum de tension)

$$\int_0^{T_0} \frac{1}{t(G)} dt = 1 \tag{3}$$

où

$T_0$  est le temps de fonctionnement, où  $G$  varie en fonction du temps;

$t(G)$  est le temps de fonctionnement théorique avec la valeur de  $G$  constante en secondes;

$G$  est la valeur mesurée de la grandeur caractéristique.

Le temps de fonctionnement est défini comme l'instant dans le temps où l'intégrale de l'Equation 3 devient égale ou supérieure à 1.

## 4.4.2 Caractéristiques de retour

### 4.4.2.1 Généralités

Pour permettre aux utilisateurs de déterminer le comportement du relais en cas de défauts intermittents répétitifs ou de défauts pouvant se succéder rapidement, les caractéristiques de retour du relais doivent être définies par le fabricant. Les caractéristiques de retour recommandées sont définies ci-dessous.

#### 4.4.2.2 Aucun retard intentionnel au retour

Pour les relais à minimum de tension, pour  $G > (\text{rapport de retour}) \times G_S$ , le relais doit revenir à son état de retour sans retard intentionnel. Cette option de retour peut s'appliquer aux relais à temps dépendant et indépendant.

Pour les relais à maximum de tension, pour  $G < (\text{rapport de retour}) \times G_S$ , le relais doit revenir à son état de retour sans retard intentionnel. Cette option de retour peut s'appliquer aux relais à temps dépendant et indépendant.

#### 4.4.2.3 Retour à temps indépendant

Cette caractéristique de retour est applicable à une protection à maximum et à minimum de tension. Ici est décrit le retour à temps indépendant pour une protection à maximum de tension. Le principe est le même pour une protection à minimum de tension

Pour  $G < (\text{rapport de retour}) \times G_S$ , le relais doit revenir à son état de retour après un retard du temps de retour  $t_r$  défini par l'utilisateur. Pendant le temps de retour, l'élément doit maintenir sa valeur d'état, définie par  $\int_0^{t_P} \frac{1}{t(G)} dt$ ,  $t_P$  étant la période transitoire pendant laquelle  $G > G_S$ . Si

pendant la période du temps de retour, la grandeur caractéristique dépasse  $G_S$ , le temporisateur de retour  $t_r$ , est immédiatement remis à zéro et l'élément continue un fonctionnement normal en partant de la valeur maintenue.

Si  $G > G_S$  pendant une période de temps cumulée suffisante pour provoquer le fonctionnement du relais, ce dernier doit maintenir son état de fonctionnement pendant la période du temps de retour, après la chute de la grandeur de fonctionnement au-dessous de  $G_S$ , comme cela est présenté à la Figure 6. En variante, le relais peut revenir à son état de retour sans retard intentionnel, dès que la grandeur de fonctionnement devient inférieure à  $G_S$ , comme indiqué à la Figure 7.

Cette option de retour peut s'appliquer aux éléments à temps dépendant et indépendant. Une représentation graphique de cette caractéristique de retour est donnée par les Figures 6 et 7, pour le fonctionnement partiel et complet de l'élément.

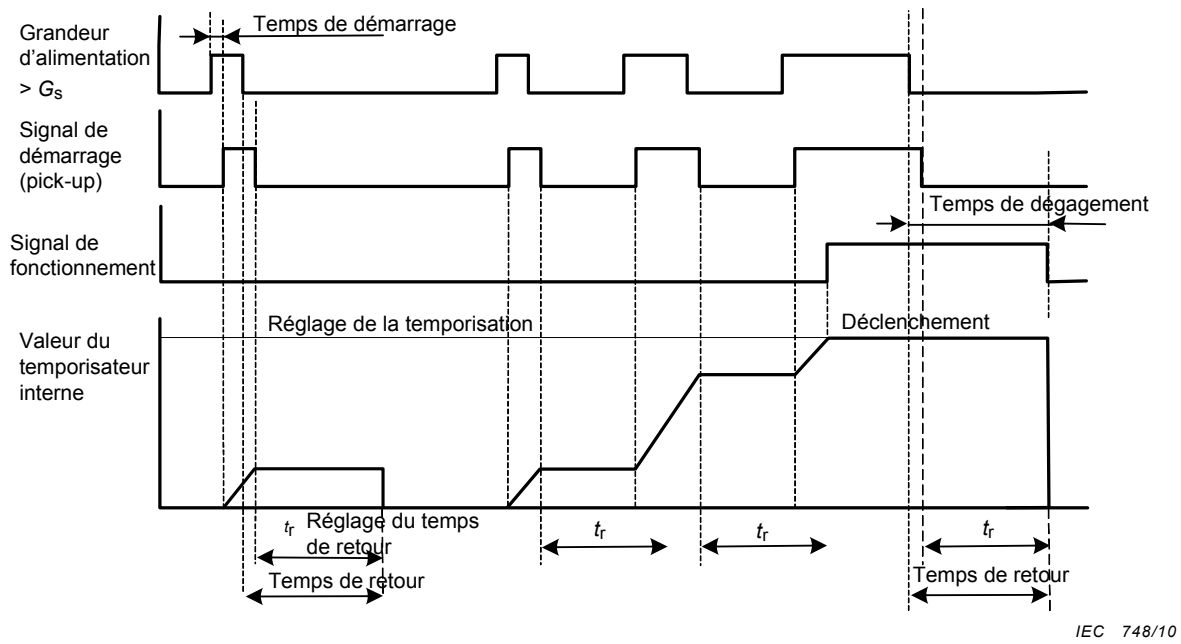


Figure 6 – Caractéristique de retour à temps indépendant

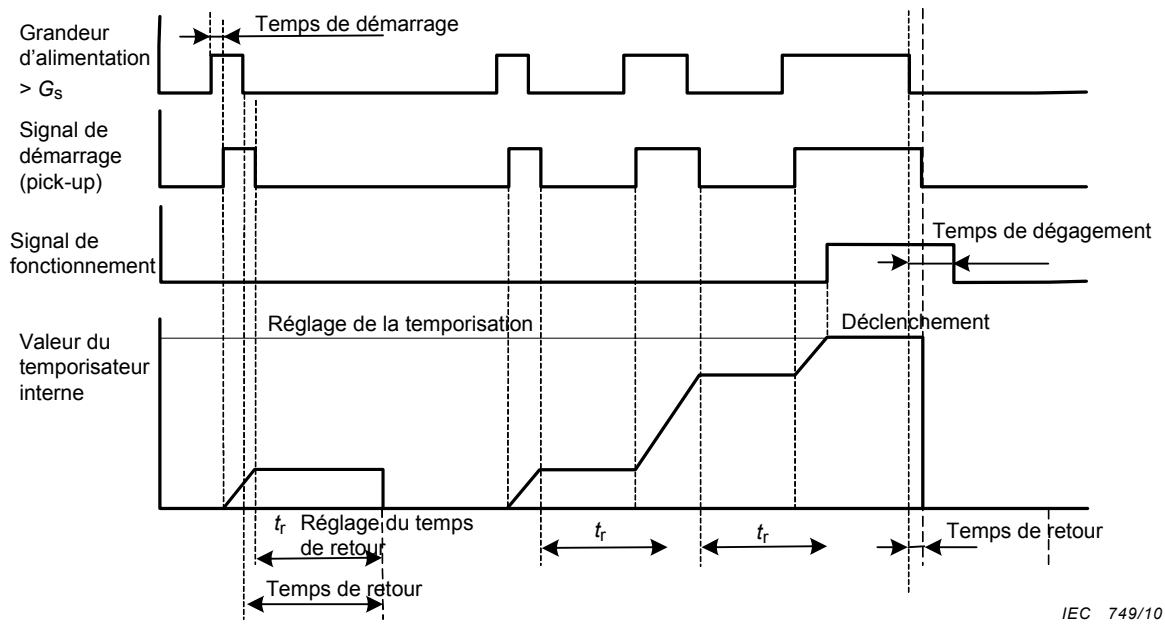


Figure 7 – Caractéristique de retour à temps indépendant (solution alternative avec retour instantané après le fonctionnement du relais)

#### 4.5 Signaux de sortie binaires

##### 4.5.1 Signal de démarrage (pick-up)

Le signal de démarrage est issu des éléments de mesure et de seuil, sans aucun retard intentionnel. Si le signal de démarrage n'est pas disponible, le constructeur doit donner des informations sur la façon de faire l'essai relatif au signal de démarrage comme défini dans l'article 6.

#### 4.5.2 Signal de fonctionnement (déclenchement)

Le signal de fonctionnement est issu des éléments de mesure et de seuil, après expiration des temporisations de fonctionnement intentionnelles. Dans le cas d'éléments instantanés, ce signal peut éventuellement se présenter en même temps que le signal de démarrage (si disponible).

#### 4.5.3 Autres signaux de sortie binaires

Si d'autres signaux de sortie binaires sont disponibles, leur mode de fonctionnement doit être clairement indiqué sur le schéma logique fonctionnel. En plus, une description textuelle peut aussi être fournie, si celle-ci peut apporter davantage de clarification sur le signal de sortie et sur son utilisation prévue.

### 5 Spécification des performances

#### 5.1 Précision relative à la grandeur caractéristique

Pour les relais à temps indépendant et à temps dépendant, la précision et le rapport de retour relatifs à la grandeur caractéristique doivent être déclarés par le fabricant.

Pour les relais à temps dépendant et à temps indépendant, le fabricant doit indiquer la précision relative à la grandeur caractéristique sur une plage de réglage sur laquelle c'est applicable.

#### 5.2 Précision relative au temps de fonctionnement

Pour les relais à temps indépendant, l'erreur maximale admise du temps de fonctionnement spécifié doit être exprimée soit comme:

- un pourcentage de la valeur de réglage du temps, ou;
- un pourcentage de la valeur de réglage du temps, associé à une erreur temporelle maximale fixe (celle-ci pouvant dépasser la valeur du pourcentage), en considérant la plus grande valeur. Par exemple,  $\pm 5\%$  ou  $\pm 20$  ms en considérant la plus grande valeur, ou;
- une erreur temporelle maximale fixe.

Pour les relais à temps dépendant, l'erreur limite de référence est identifiée par une erreur assignée déclarée par le fabricant. Pour les relais avec une fonction du temps décroissante, la valeur de l'erreur assignée doit être déclarée à la limite maximale ( $G_D$ ) de l'étendue de mesure de la portion à temps dépendant de la caractéristique en tant que pourcentage du temps théorique. L'erreur limite de référence doit être déclarée soit comme:

- une courbe théorique de temps tracée en fonction des multiples de la valeur de réglage de la grandeur caractéristique, délimitée par deux courbes représentant les limites maximale et minimale de l'erreur limite sur l'étendue de mesure de la portion à temps dépendant de la caractéristique, ou;
- une erreur assignée, déclarée pour l'étendue de mesure de la portion à temps dépendant de la caractéristique de la grandeur caractéristique.

Pour les relais à temps dépendant et à temps indépendant, le fabricant doit indiquer l'erreur limite maximale relative au temps de fonctionnement sur une plage de réglage de temporisation sur laquelle c'est applicable.

Le fabricant doit indiquer si le temps de mesure interne de la grandeur caractéristique et le temps de fonctionnement du contact de sortie, sont inclus dans le réglage de la temporisation ou s'ils sont à ajouter à ce réglage.

### 5.3 Précision relative au temps de retour

Pour les relais sans retard intentionnel au retour, le fabricant doit déclarer le temps de retour de l'élément.

Pour les relais avec un retour à temps indépendant, l'erreur maximale admise du temps de retour spécifié doit être exprimée soit comme:

- un pourcentage de la valeur de réglage du temps de retour, ou;
- un pourcentage de la valeur de réglage du temps de retour, associé à une erreur temporelle maximale fixe (celle-ci pouvant dépasser la valeur du pourcentage), en considérant la plus grande valeur. Par exemple,  $\pm 5\%$  ou  $\pm 20$  ms en considérant la plus grande valeur, ou;
- une erreur temporelle maximale fixe.

Le fabricant doit déclarer l'erreur limite maximale relative au temps de retour sur une plage de réglage de temporisation sur laquelle c'est applicable.

Le fabricant doit indiquer si le temps de mesure interne (temps de dégagement) est inclus dans le réglage du temps de retour ou s'il est à ajouter à ce réglage.

### 5.4 Performances en régime de transitoires

#### 5.4.1 Temps de dépassement

Le fabricant doit indiquer le temps de dépassement.

#### 5.4.2 Réponse à la variation de valeur temporelle de la grandeur caractéristique

Pour assurer une bonne coordination avec les relais à temps dépendant, la performance du relais, dans des conditions de tension de défaut variable dans le temps (la grandeur caractéristique varie avec le temps), doit être soumise aux essais. Le fabricant doit indiquer toute erreur additionnelle, mais dans tous les cas, celle-ci doit être inférieure à 15 %.

### 5.5 Exigences relatives aux transformateurs de tension

Le fabricant doit indiquer les types de transformateurs de tension exigées pour assurer le niveau de performance déclaré (se référer à la série des normes CEI 60044).

## 6 Méthodologie d'essais fonctionnels

### 6.1 Généralités

Les essais décrits dans cet article concernent les essais de type. Ces essais doivent être conçus de manière à couvrir tous les aspects matériel et logiciel (le cas échéant) du relais de protection à maximum/minimum de tension. Ceci signifie que l'injection de tension doit se faire à l'interface du relais, soit directement aux bornes d'entrée de transformateurs de tension conventionnels, soit qu'une injection de signal doit être équivalente à l'interface appropriée. De même, le fonctionnement doit être considéré à partir des contacts de sortie, dans la mesure du possible, ou à partir de signaux équivalents, à une interface appropriée.

Si, pour une raison quelconque, il n'est pas possible de mesurer les résultats de l'entrée du signal jusqu'à la sortie, le point d'application de la grandeur caractéristique et l'interface du signal utilisée pour la mesure doivent être indiqués par le fabricant. Dans le cas des relais où les réglages sont en valeurs primaires, un rapport du transformateur de tension peut être choisi pour effectuer les essais.

Afin de déterminer la précision du relais en conditions de régime établi, la grandeur caractéristique injectée doit être une sinusoïde à la fréquence assignée, et il convient d'adapter son amplitude aux exigences de l'essai.

Certains essais décrits dans les paragraphes suivants peuvent être fusionnés pour optimiser le processus d'essai. En fonction de la technologie du relais soumis aux essais, il peut être possible de réduire le nombre de points d'essai en conformité avec la plage limitée et avec la hauteur des échelons de réglage disponibles. Cependant, dans la mesure du possible, il est recommandé d'utiliser les points d'essai donnés ou le réglage disponible le plus proche, si la valeur exacte ne peut pas être obtenue.

Dans les paragraphes suivants, les réglages d'essai à utiliser sont exprimés en pourcentage de la plage disponible, avec 0 % représentant le réglage disponible minimal et 100 % représentant le réglage disponible maximal. De manière similaire, 50 % représenterait le milieu de la plage de réglage disponible. Le réglage réel à utiliser peut être calculé en utilisant la formule suivante:

$$S_{AV} = (S_{MAX} - S_{MIN}) \cdot X + S_{MIN}$$

où

- $S_{AV}$  est la valeur de réglage réelle à utiliser pour l'essai;
- $S_{MAX}$  est la valeur de réglage maximale disponible;
- $S_{MIN}$  est la valeur de réglage minimale disponible;
- $X$  est la valeur en pourcentage du point d'essai donnée dans la méthodologie d'essai (voir les Tableaux 1, 2, 3 et 4).

Par exemple, pour le réglage de la tension de fonctionnement du Tableau 1, si nous supposons que la plage de réglage disponible est de 60 V à 180 V, les réglages réels de tension de fonctionnement à utiliser seraient: 60 V; 120 V; 180 V.

## 6.2 Détermination des erreurs en régime établi relatives à la grandeur caractéristique

### 6.2.1 Précision de la valeur de réglage (démarrage)

Afin de déterminer la précision de la valeur de réglage ( $G_S$ ), il convient de faire varier lentement la grandeur caractéristique (amplitude) et de surveiller le fonctionnement de la sortie signal de démarrage de l'élément.

Pour une protection à maximum de tension, la grandeur caractéristique doit être augmentée conformément aux critères ci-dessous:

- la valeur initiale de la grandeur caractéristique doit être inférieure à la valeur de réglage d'au moins deux fois la précision spécifiée de l'élément;
- l'amplitude des échelons en escalier doit être au moins dix fois inférieure à la précision spécifiée pour l'élément;
- la durée des échelons doit être comprise entre le double de la valeur de démarrage spécifiée et cinq fois celle-ci.

Exemple:

Si la valeur de réglage est de 100 V, la précision de  $\pm 10$  % et temps de démarrage de 20 ms, la valeur initiale est de 80 V, la hauteur de l'échelon de 1 V avec un temps compris entre 40 ms et 100 ms.

Pour une protection à minimum de tension, la valeur de la grandeur caractéristique doit décroître à partir d'une valeur de réglage initiale supérieure à la valeur de démarrage d'au

moins deux fois la précision spécifiée de l'élément. La procédure en échelon est identique à celle de la protection à maximum de tension.

Il convient d'utiliser suffisamment de points d'essai pour évaluer la performance sur la totalité de la plage de réglage de l'élément, mais, au minimum, les dix réglages suivants doivent être utilisés, avec une concentration vers les réglages de démarrage inférieurs où les erreurs sont relativement plus significatives: réglage minimal (ou 0 % de la plage); 0,5 %; 1 %; 2 %; 3 %; 5 %; 10 %; 30 %; 60 %; réglage maximal (ou 100 % de la plage).

Pour des relais à maximum et à minimum de tension, l'essai en chaque point doit être réitéré au moins cinq fois, afin d'assurer la répétabilité des résultats, avec les valeurs d'erreur maximales et moyennes de tous les essais, celles-ci servant à la déclaration de précision.

### 6.2.2 Détermination du rapport de retour

Afin de déterminer le rapport de retour, l'élément doit être forcé en fonctionnement et ensuite il convient de faire varier lentement la grandeur caractéristique, tout en surveillant la sortie de l'élément, sans retard intentionnel au retour. Pour une protection à maximum de tension, la grandeur caractéristique doit être diminuée conformément aux critères ci-dessous:

- la valeur initiale de la grandeur caractéristique doit être supérieure à la valeur de démarrage d'au moins deux fois la précision spécifiée de l'élément;
- les échelons doivent être au moins dix fois inférieurs à la précision spécifiée pour l'élément;
- la durée des échelons doit être comprise entre le double de la valeur du temps de dégagement spécifiée et cinq fois celle-ci.

Si le retour n'a pas lieu dans l'intervalle de temps, l'élément est considéré comme n'ayant pas de retour et, il faut utiliser la valeur de courant suivante, plus faible.

Exemple:

Si la valeur de réglage est de 100 V, la précision de  $\pm 10\%$  et le temps de dégagement de 20 ms, la valeur initiale est de 120 V, la hauteur de l'échelon de 1 V avec un temps compris entre 40 ms et 100 ms.

Pour une protection à minimum de tension, la valeur de la grandeur caractéristique doit être augmentée d'une valeur de réglage initiale inférieure à la valeur de démarrage d'au moins deux fois la précision spécifiée de l'élément. Le fonctionnement en échelon est analogue à celui de la protection à maximum de tension.

Le rapport de retour doit être calculé comme suit:

$$\text{Rapport de retour (\%)} = (V_{\text{retour}}/V_{\text{démarrage}}) \times 100$$

Il convient d'utiliser suffisamment de points d'essai pour évaluer la performance sur la totalité de la plage de réglage de l'élément, mais, au minimum, les dix réglages suivants doivent être utilisés, avec une concentration vers les réglages de démarrage inférieurs où les erreurs sont relativement plus significatives: réglage minimal (ou 0 % de la plage); 0,5 %; 1 %; 2 %; 3 %; 5 %; 10 %; 30 %; 60 %; réglage maximal (ou 100 % de la plage).

Pour un relais à maximum de tension, l'essai en chaque point doit être réitéré au moins cinq fois, afin d'assurer la répétabilité des résultats, avec les valeurs minimales et moyennes de tous les essais, celles-ci servant à la déclaration de précision.

Pour un relais à minimum de tension, l'essai en chaque point doit être réitéré au moins cinq fois, afin d'assurer la répétabilité des résultats, avec les valeurs maximales et moyennes de tous les essais, celles-ci servant à la déclaration de précision.

### 6.3 Détermination des erreurs en régime établi relatives aux temps de démarrage et de fonctionnement

Afin de déterminer les erreurs en régime établi du temps de fonctionnement, la tension doit être appliquée au relais sans retard intentionnel et les contacts de sortie de démarrage et de fonctionnement de l'élément doivent être surveillés. Le point de commutation de la tension entre la valeur initiale d'essai et la valeur finale doit se faire au passage à zéro de la forme d'onde. Les essais doivent être réalisés sur la base d'une seule phase. Il convient d'utiliser suffisamment de points d'essai pour évaluer la performance sur la totalité de la plage de réglage de la temporisation, à diverses valeurs de tension de fonctionnement, et dans toute l'étendue de mesure de la portion de la caractéristique à temps dépendant. L'essai en chaque point doit être réitéré au moins cinq fois, afin d'assurer la répétabilité des résultats, avec la valeur maximale et moyenne des cinq tentatives qui seront utilisées pour l'analyse. Les temps enregistrés pour le contact de sortie de fonctionnement fourniront une mesure de la précision du temps de fonctionnement, alors que ceux enregistrés pour le contact de sortie de démarrage fourniront une mesure du temps de démarrage de l'élément. Les points d'essai suivants sont suggérés, le Tableau 1 étant relatif aux éléments à maximum de tension et le Tableau 2 étant relatif aux éléments à minimum de tension.

**Tableau 1 – Points d'essai pour les éléments à maximum de tension**

Réglage du temps de fonctionnement	Réglage de la tension de fonctionnement	Valeur initiale de la tension d'essai	Valeur finale de la tension d'essai <sup>a</sup>
Minimum (0 %)	Minimum (0 %)	Zéro	$1,2 \times G_S$
50 %	50 %	Zéro	$1,6 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	Zéro	$2 \times G_S$

<sup>a</sup> La valeur finale de la tension d'essai doit être limitée à la tenue maximale en tension.

**Tableau 2 – Points d'essai pour les éléments à minimum de tension**

Réglage du temps de fonctionnement	Réglage de la tension de fonctionnement	Valeur initiale de la tension d'essai <sup>b</sup>	Valeur finale de la tension d'essai
Minimum (0 %)	Minimum (0 %) <sup>a</sup>	$2 \times G_S$	$0,8 \times G_S$
50 %	50 %	$2 \times G_S$	$0,4 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	$2 \times G_S$	Zéro

<sup>a</sup> Certains relais peuvent bloquer le fonctionnement de l'élément à minimum de tension lorsque la tension injectée est égale à zéro, ou inférieure à un seuil donné. Dans ces conditions, l'essai à tension nulle doit être remplacé par un essai au seuil de tension minimale.

<sup>b</sup> La valeur initiale de la tension d'essai doit être limitée à la tenue maximale en tension.

### 6.4 Détermination des erreurs en régime établi relatives au temps de retour

Afin de déterminer les erreurs en régime établi du temps de retour, la tension doit être appliquée au relais pour entraîner le fonctionnement de l'élément. Avec le fonctionnement établi, la tension doit être appliquée au relais par pas, jusqu'à la valeur initiale de la tension d'essai pendant une seconde, et ensuite jusqu'à la valeur finale, sans retard intentionnel et un contact de sortie approprié de l'élément doit être surveillé. Si un contact de sortie n'est pas disponible, alors la procédure décrite dans l'Annexe A peut être appliquée pour déterminer le temps de retour du relais.

Il convient d'utiliser suffisamment de points d'essai pour évaluer la performance sur la totalité de la plage de réglage de la temporisation du temps de retour, à diverses valeurs de tension

de fonctionnement, et dans toute la plage de mesure de la portion de la caractéristique à temps dépendant. L'essai en chaque point doit être réitéré au moins cinq fois, afin d'assurer la répétabilité des résultats, avec la valeur maximale et moyenne des cinq tentatives qui seront utilisées pour l'analyse. Les temps enregistrés en surveillant le contact de démarrage fourniront une mesure du temps de dégagement de l'élément, tandis que d'autres signaux appropriés doivent être utilisés pour donner une mesure de la précision du temps de retour. Les points d'essai suivants sont suggérés, le Tableau 3 étant pour les éléments à maximum de tension et le Tableau 4 étant pour les éléments à minimum de tension.

**Tableau 3 – Points d'essai pour les éléments à maximum de tension**

Réglage du temps de retour <sup>b</sup>	Réglage de la tension de fonctionnement	Valeur initiale de la tension d'essai <sup>a</sup>	Valeur finale de la tension d'essai
Minimum (0 %)	Minimum (0 %)	$2 \times G_S$	$0,8 \times G_S$
50 %	50 %	$2 \times G_S$	$0,4 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	$2 \times G_S$	Zéro
<sup>a</sup> La valeur initiale de la tension d'essai doit être limitée à la tenue maximale en tension. <sup>b</sup> La première colonne n'est pas applicable aux relais sans retard intentionnel au retour.			

**Tableau 4 – Points d'essai pour les éléments à minimum de tension**

Réglage du temps de retour <sup>b</sup>	Réglage de la tension de fonctionnement	Valeur initiale de la tension d'essai	Valeur finale de la tension d'essai <sup>a</sup>
Minimum (0 %)	Minimum (0 %) <sup>c</sup>	Zéro	$1,2 \times G_S$
50 %	50 %	Zéro	$1,6 \times G_S$
Maximum (100 %)	Maximum (100 %)	Zéro	$2 \times G_S$
<sup>a</sup> La valeur finale de la tension d'essai doit être limitée à la tenue maximale en tension. <sup>b</sup> La première colonne n'est pas applicable aux relais sans retard intentionnel au retour. <sup>c</sup> Certains relais peuvent bloquer le fonctionnement de l'élément à minimum de tension lorsque la tension injectée est égale à zéro, ou inférieure à un seuil donné. Dans ces conditions, l'essai à tension nulle doit être remplacé par un essai au seuil de tension minimale.			

## 6.5 Détermination des performances en transitoires

### 6.5.1 Temps de dépassement pour une protection à minimum de tension

Ce paragraphe décrit les essais pour le temps de dépassement d'une fonction de protection à minimum de tension. Le temps de dépassement n'est généralement pas applicable aux relais à maximum de tension.

Le relais étant réglé aux conditions de référence (tension nominale), la tension doit être appliquée de  $1,2 \times G_S$  à  $0,8 \times G_S$  et le temps de fonctionnement du relais doit être mesuré en considérant la valeur maximale parmi cinq tentatives. Avec ce temps de fonctionnement connu, la tension doit être appliquée de  $1,2 \times G_S$  à  $0,8 \times G_S$  pendant une période de temps inférieure de 5 ms par rapport au temps de fonctionnement maximum, et ensuite augmentée à  $1,2 \times G_S$  sans retard intentionnel. Si le fonctionnement du relais a lieu, la période de temps pendant laquelle la tension n'est plus appliquée doit être réduite d'encore 5 ms, et l'essai effectué à nouveau. Le temps pendant lequel la tension n'est plus appliquée doit être encore diminué jusqu'à ce que cinq disparitions de tensions successives ne fassent pas fonctionner le relais.

La différence de temps entre la période d'injection de la tension et le temps de fonctionnement mesuré du relais est le temps de dépassement de celui-ci.

### 6.5.2 Réponse à la variation de valeur temporelle de la grandeur caractéristique pour les relais à temps dépendant

La forme d'onde d'essai de la grandeur caractéristique est donnée à la Figure 8; elle représente une forme d'onde à 50 Hz ou à 60 Hz, modulée par une onde carrée, de telle manière que les changements d'amplitude de l'onde sinusoïdale aient lieu aux passages à zéro.

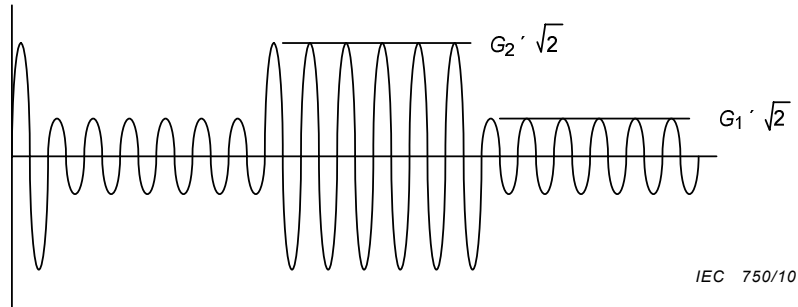


Figure 8 – Forme d'onde d'essai

La fréquence de l'onde carrée de modulation ne doit pas être supérieure au dixième de la fréquence principale, de sorte que le comportement transitoire du relais n'affecte pas le temps de fonctionnement.

Les amplitudes  $G_1$  et  $G_2$  de la grandeur caractéristique sont toutes deux supérieures à  $G_S$ , valeur de réglage de celle-ci. Les amplitudes sont choisies de sorte que le temps de fonctionnement du relais soit beaucoup plus grand que la période de l'onde carrée de modulation.

Dans les conditions ci-dessus, le temps de fonctionnement théorique  $T_0$  est:

$$T_0 = \frac{2 \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2} \quad (4)$$

où

$T_1$  est le temps de fonctionnement pour la grandeur caractéristique égale à  $G_1$ ;

$T_2$  est le temps de fonctionnement pour la grandeur caractéristique égale à  $G_2$ .

Les valeurs recommandées pour la variation de valeur temporelle de la grandeur caractéristique sont spécifiées par le Tableau 5, où la fréquence de l'onde carrée de modulation est égale au dixième de la fréquence principale. Avec des valeurs du Tableau 5, le temps de fonctionnement mesuré ne doit pas différer de  $T_0$  de plus de 15 %.

Tableau 5 – Valeurs d'essai recommandées

Courbe	$T$ s	$G_1$	$G_2$	$T_1$ s	$T_2$ s	$T_0$ s
Maximum de tension	10	$1,2 \times G_S$	$1,5 \times G_S$	50	20	28,57
Minimum de tension	10	$0,5 \times G_S$	$0,2 \times G_S$	20	12,5	15,39

NOTE  $T$  est le réglage de la temporisation (voir Equations (1) et (2)).

## 7 Exigences relatives à la documentation

### 7.1 Rapport d'essai de type

Le rapport d'essai de type, relatif aux éléments fonctionnels décrits dans la présente norme, doit être conforme à la CEI 60255-1. Au minimum, les points suivants doivent être consignés:

- matériel en essai: cela inclue les détails concernant le matériel / la fonction en essai, ainsi que des détails spécifiques tels que le numéro de modèle, la version du logiciel qui doit être enregistrée dans le cas où cela est applicable;
- matériels d'essai: nom du matériel, numéro de modèle, informations d'étalonnage;
- le schéma synoptique fonctionnel montrant le fonctionnement conceptuel de l'élément, y compris l'interaction de tous les signaux binaires d'entrée et de sortie avec la fonction;
- les détails de la grandeur d'alimentation d'entrée et le type de mesure utilisée par la fonction;
- les détails des courbes caractéristiques / de fonctionnement disponibles pour les états de fonctionnement et de retour, qui ont été implémentées dans la fonction, de préférence au moyen d'une équation;
- les détails du comportement de la fonction pour des tensions dépassant  $G_D$ , et ses valeurs;
- les détails de tout algorithme spécifique implémenté pour améliorer l'applicabilité de cette fonction à un réseau électrique réel et leurs déclarations de performance. Dans le cas des algorithmes génériques utilisés par plusieurs fonctions, par exemple, supervision de transformateur de tension, il sera suffisant de décrire une fois le fonctionnement de l'algorithme dans la documentation utilisateur, mais son effet sur le fonctionnement de toutes les fonctions qu'il utilise doit être décrit;
- méthode d'essai et réglages: elle inclue les détails de la procédure d'essai utilisée, ainsi que les réglages qui sont appliqués à l'équipement en essais pour faciliter ceux-ci. Cela peut comprendre des réglages autres que ceux relatifs à la fonction soumise aux essais. Ceci permet la répétition des essais à effectuer avec l'assurance que les mêmes conditions d'essai seront utilisées;
- résultats des essais: pour chaque cas d'essai décrit dans la méthode d'essai et réglages, l'ensemble complet des résultats est consigné, ainsi qu'une référence au cas d'essai particulier. Les déclarations de précision sont établies à partir de ces résultats;
- conclusions des essais: basées sur les résultats des essais enregistrés, toutes les déclarations requises par l'Article 5 de la présente norme doivent être clairement formulées. Le cas échéant, il convient de comparer ces déclarations aux spécifications de performance contenues dans la présente norme, pour permettre de prendre les décisions individuelles de réussite / échec, ainsi qu'une décision globale de réussite / échec pour l'ensemble de la fonction.

### 7.2 Documentation pour d'autres utilisateurs

Certains utilisateurs ne souhaitent pas consulter l'ensemble de la documentation relative aux essais de type, mais ne veulent voir qu'une partie des informations qu'elle contient. Dans ce but, au minimum, les points suivants doivent être consignés dans la documentation utilisateur généralement disponible, bien que celle-ci puisse ne pas être demandée dans un document unique:

- le schéma synoptique fonctionnel montrant le fonctionnement conceptuel de l'élément, y compris l'interaction de tous les signaux binaires d'entrée et de sortie avec la fonction;
- les détails de la grandeur d'alimentation d'entrée et du type de mesure utilisé par la fonction;

- les détails des courbes caractéristiques / de fonctionnement disponibles pour les états de fonctionnement et de retour, qui ont été implémentées dans la fonction, de préférence au moyen d'une équation;
- les détails du comportement de la fonction pour des tensions dépassant  $G_D$ , et ses valeurs;
- les détails de tout algorithme spécifique implémenté pour améliorer l'applicabilité de cette fonction à un système d'alimentation réel et leurs déclarations de performance. Dans le cas des algorithmes génériques utilisés par plusieurs fonctions, par exemple, supervision de transformateur de tension, il sera suffisant de décrire une fois le fonctionnement de l'algorithme dans la documentation utilisateur, mais son effet sur le fonctionnement de toutes les fonctions qu'il utilise doit être décrit;
- toutes les déclarations requises par l'article 5 de la présente norme doivent être clairement formulées.

## Annexe A (informative)

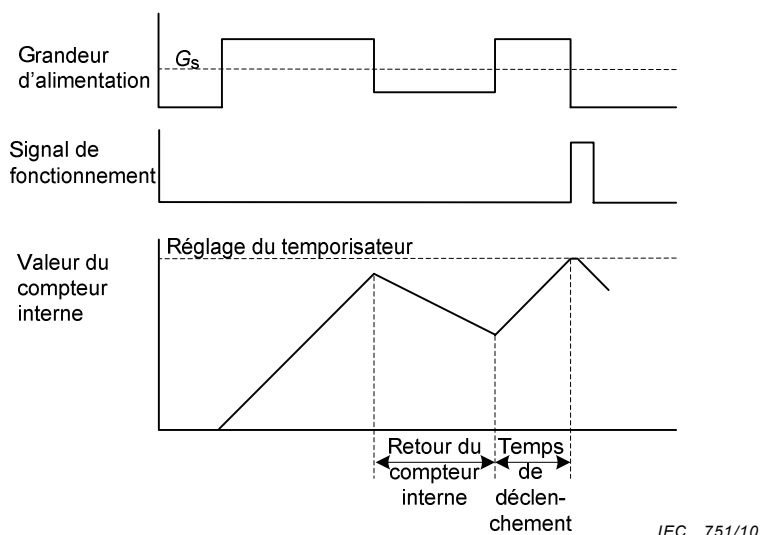
### Détermination du temps de retour pour les relais ayant seulement une sortie de déclenchement

#### A.1 Généralités

Les relais de mesure et les équipements de protection ont différentes configurations de sortie. Pour les équipements n'ayant qu'une sortie de déclenchement, la détermination du temps de retour à temps dépendant peut être réalisée par de nombreuses méthodes différentes. L'article suivant décrit un exemple de méthode d'essai.

#### A.2 Méthode d'essai

La détermination du temps de retour pour les relais sans contact approprié peut être obtenue en utilisant la méthode suivante pour déterminer la précision du temps de retour. Une tension double du réglage (ou la tension maximale permise si le double du réglage excède cette valeur) est appliquée au relais pendant une durée prédéterminée, de telle manière que l'unité ne fonctionnera pas, mais aura atteint 90 % de sa valeur de déclenchement. La tension est ensuite réduite instantanément à une valeur prédéterminée inférieure au réglage, pendant un temps fixé. Après ce temps écoulé, la tension doit être instantanément ramenée au double de la valeur de réglage, jusqu'à ce que l'élément déclenche. Le temps de déclenchement doit être déterminé en s'appuyant sur la valeur de l'intégrateur interne. La Figure A.1 montre cela graphiquement. La méthode d'essai est répétée, avec la tension appliquée réduite à une valeur différente à chaque fois. Ceci génère une série de temps de déclenchement à partir desquels les temps de retour peuvent être extrapolés et avec suffisamment de points, une courbe de temps de retour peut être tracée.



**Figure A.1 – Détermination du temps de retour à temps dépendant**

## Bibliographie

CEI 60050-447:2010, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 447: Relais de mesure*

CEI 61850 (toutes les parties), *Communication networks and systems for power utility automation*

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

CEI 61850-9-2, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3* (version anglaise uniquement)

IEEE Std C37.2-2008, *IEEE Standard Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms and Contact Designations* (version anglaise uniquement)

---

LICENSED TO MECON LIMITED - RANCHI/BANGALORE.  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON LIMITED - RANCHI/BANGALORE.  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)