

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-5-4

Deuxième édition
Second edition
2002-10

Appareillage à basse tension –

Partie 5-4:

**Appareils et éléments de commutation
pour circuits de commande –**

**Méthode d'évaluation des performances
des contacts à basse énergie –**

Essais spéciaux

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 5-4:

Control circuit devices and switching elements –

**Method of assessing the performance of
low-energy contacts – Special tests**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60947-5-4:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-5-4

Deuxième édition
Second edition
2002-10

Appareillage à basse tension –

Partie 5-4:

**Appareils et éléments de commutation
pour circuits de commande –
Méthode d'évaluation des performances
des contacts à basse énergie –
Essais spéciaux**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 5-4:

**Control circuit devices and switching elements –
Method of assessing the performance of
low-energy contacts – Special tests**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Définitions et liste des symboles utilisés	12
3.1 Définitions	12
3.2 Liste des symboles utilisés	16
4 Principes généraux	18
5 Méthode générale d'essai	20
6 Caractéristiques générales	22
6.1 Méthodes de mesure	22
6.2 Séquences des opérations.....	24
6.3 Caractéristiques électriques.....	28
6.4 Caractéristiques des opérations.....	30
7 Caractérisation des défauts	32
7.1 Méthode de base	32
7.2 Surveillance de la charge (figure 3)	32
8 Conditions d'ambiance.....	32
8.1 Conditions normales	32
8.2 Préconditionnement.....	34
8.3 Conditions particulières	34
9 Méthodes de déclaration.....	34
9.1 Critère de défaillance.....	34
9.2 Annonce du taux de défaillance	34
10 Informations à fournir dans le rapport d'essai	38
Annexe A (normative) Informations à fournir par le constructeur	42
Bibliographie.....	48
Figure 1 – Schéma fonctionnel de l'équipement d'essai	20
Figure 2 – Circuit d'essai typique pour la méthode de base	22
Figure 3 – Circuit d'essai pour la surveillance de la charge	24
Figure 4 – Diagramme séquentiel avec contacts commutant la charge	26
Figure 5 – Diagramme séquentiel avec contacts ne commutant pas la charge.....	28
Tableau 1 – Coefficient K_C pour un essai tronqué	40

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 Definitions and list of symbols used	13
3.1 Definitions	13
3.2 List of symbols used	17
4 General principles	19
5 General test method	21
6 General characteristics	23
6.1 Measurement methods	23
6.2 Sequences of operations	25
6.3 Electrical characteristics	29
6.4 Characteristics of operation	31
7 Characterization of defects	33
7.1 Basic method	33
7.2 Monitoring the load (figure 3)	33
8 Ambient conditions	33
8.1 Normal conditions	33
8.2 Preconditioning	35
8.3 Particular conditions	35
9 Methods of reporting	35
9.1 Failure criterion	35
9.2 Reporting the failure rate	35
10 Information to be provided in the test report	39
Annex A (normative) Information to be supplied by the manufacturer	43
Bibliography	49
Figure 1 – Functional diagram of the testing equipment	21
Figure 2 – Typical test circuit for the basic method	23
Figure 3 – Test circuit for monitoring a load	25
Figure 4 – Sequential diagram with load-switching contacts	27
Figure 5 – Sequential diagram without load-switching contacts	29
Table 1 – Coefficient K_C for a time-terminated test	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-4: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Méthode d'évaluation des performances des contacts à basse énergie – Essais spéciaux

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60947-5-4 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue comme rapport technique en 1996. Elle a désormais le statut de norme internationale.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1228/FDIS	17B/1254/RVD

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

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

Quelques légères modifications, principalement de nature éditoriale, ont été introduites par rapport à la première édition.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 5-4: Control circuit devices and switching elements –
Method of assessing the performance of low-energy contacts –
Special tests**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60947-5-4 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This second edition cancels and replaces the first edition which was issued as a technical report in 1996. It now has the status of an International Standard.

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

FDIS	Report on voting
17B/1228/FDIS	17B/1254/RVD

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

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

Some slight modifications, mainly of an editorial nature, have been introduced since the first edition.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-4:2002

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-4:2002

INTRODUCTION

Les auxiliaires de commande peuvent ne pas être appropriés pour une utilisation à de très basses tensions et il est donc recommandé de demander l'avis du constructeur pour toute utilisation à une faible valeur de la tension d'emploi, par exemple en dessous de 100 V courant alternatif ou courant continu (voir CEI 60947-5-1, note 2 de 4.3.1.1).

Cependant, le développement des systèmes électroniques et des automates programmables dans les processus industriels entraîne une augmentation de l'utilisation des éléments de commutation dans des circuits de commande à basse tension.

Aussi est-il nécessaire de définir de quelle manière il convient d'établir le comportement prévisionnel des contacts utilisés dans ce domaine (avec un niveau de confiance suffisant), en utilisant des méthodes d'essais conventionnelles précises, jusqu'à des valeurs minimales spécifiées (par exemple 24 V, 1 mA; 5 V, 10 mA).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-4:2002

INTRODUCTION

Control switches may not be suitable for use at very low voltages and therefore it is recommended to seek the advice of the manufacturer concerning any application with a low value of operational voltage, for example, below 100 V a.c. or d.c. (see IEC 60947-5-1, note 2 of 4.3.1.1).

However, the development of electronic systems and programmable controllers in industrial processes increases the use of switching elements in low-voltage circuit control.

It is thus necessary to define how predictional behaviour of contacts in this area should be established (with an acceptable confidence level), by using precise conventional testing methods, down to specified values (such as 24 V, 1 mA; 5 V, 10 mA).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-4:2002

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-4: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Méthode d'évaluation des performances des contacts à basse énergie – Essais spéciaux

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60947 s'applique aux contacts séparables utilisés dans le domaine d'emploi considéré, tels que les éléments de commutation pour les circuits de commande.

La présente norme prend en compte deux domaines de tensions assignées:

- a) tensions supérieures (et égales) à 10 V (typiquement 24 V) pour lesquelles les contacts sont utilisés pour commuter des charges avec possibilité d'érosion électrique, par exemple les entrées d'automates programmables;
- b) les tensions inférieures à 10 V (typiquement 5 V) pour lesquelles l'érosion électrique des contacts est négligeable, par exemple dans les circuits électroniques.

La présente norme ne s'applique pas aux contacts utilisés dans le domaine de la mesure à très basse énergie, par exemple aux contacts associés à des capteurs ou des thermocouples.

La présente norme a pour objet de proposer une méthode pour évaluer les performances de contacts utilisés à basse énergie en fournissant

- les définitions nécessaires;
- les principes généraux des méthodes d'essai que sont la surveillance et l'enregistrement du comportement des contacts à chaque manœuvre;
- les principes fonctionnels d'un équipement d'essai pour des applications générales;
- les valeurs d'essai préférentielles;
- les modalités particulières d'essai pour des contacts destinés à des applications spécifiques (par exemple la commutation d'entrées d'automate programmable);
- les informations à fournir dans le rapport d'essai;
- l'interprétation et la présentation des résultats d'essai.

2 Références normatives

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

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*
Amendement 1 (1992)

CEI 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Partie 2: Essais*

CEI 60605-6:1997, *Essais de fiabilité des équipements – Partie 6: Tests de validité des hypothèses du taux de défaillance constant ou de l'intensité de défaillance constante*

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 5-4: Control circuit devices and switching elements – Method of assessing the performance of low-energy contacts – Special tests

1 Scope and object

This part of IEC 60947 applies to separable contacts used in the utilization area considered, such as switching elements for control circuits.

This standard takes into consideration two rated voltage areas:

- a) above (and including) 10 V (typically 24 V) where contacts are used for switching loads with possible electrical erosion, such as programmable controller inputs;
- b) below 10 V (typically 5 V) with negligible electrical erosion, such as electronic circuits.

This standard does not apply to contacts used in the very low energy area of measurement, for example, sensor or thermocouple systems.

The object of this standard is to propose a method of assessing the performances of low energy contacts giving

- useful definitions;
- general principles of test methods which are to monitor and record the behaviour of contacts at each operation;
- functional bases for the definition of a general testing equipment;
- preferred test values;
- particular conditions for testing contacts intended for specific applications (such as switching of PC inputs);
- information to be given in the test report;
- interpretation and presentation of the test results.

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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60605-6:1997, *Equipment reliability testing – Part 6: Tests for the validity of the constant failure rate or constant failure intensity assumptions*

CEI 60947-1:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales* ¹

Amendement 1 (2000)

Amendement 2 (2001)

CEI 60947-5-1:1997, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande* ²

Amendement 1 (1999)

Amendement 2 (1999)

CEI 61131-2:1992, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

3 Définitions et liste des symboles utilisés

3.1 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60947, les définitions suivantes sont applicables.

Dans la présente norme, le terme «durée» peut être exprimé en «nombre de cycles de manœuvres», selon les définitions.

3.1.1

fiabilité

probabilité pour qu'une entité puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné (t_1 , t_2)

NOTE 1 On suppose en général que l'entité est en état d'accomplir la fonction requise au début de l'intervalle de temps.

NOTE 2 Le terme «fiabilité» est aussi employé pour désigner l'aptitude caractérisée par cette probabilité (voir VEI 191-02-06).

[VEI 191-12-01]

3.1.2

fiabilité de contact

probabilité pour qu'un contact puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un nombre donné de cycles de manœuvres

3.1.3

défaillance

cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise

NOTE 1 Après défaillance d'une entité, cette entité est en état de panne.

NOTE 2 Une défaillance est un passage d'un état à un autre, par opposition à une panne, qui est un état.

NOTE 3 La notion de défaillance, telle qu'elle est définie, ne s'applique pas à une entité constituée seulement de logiciel.

[VEI 191-04-01]

¹ Il existe une version consolidée de cette norme.

² Il existe une version consolidée de cette norme.

IEC 60947-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules* ¹
Amendment 1 (2000)
Amendment 2 (2001)

IEC 60947-5-1:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control-circuit devices* ²
Amendment 1 (1999)
Amendment 2 (1999)

IEC 61131-2:1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

3 Definitions and list of symbols used

3.1 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60947, the following definitions apply.

In this standard the term “time interval” is expressed as the “number of operating cycles”, as appropriate in definitions.

3.1.1

reliability

probability that an item can perform a required function, under given conditions, for a given time interval (t_1 , t_2)

NOTE 1 It is generally assumed that the item is in a state to perform this required function at the beginning of the time interval.

NOTE 2 The term “reliability” is also used to denote the reliability performance quantified by this probability (see IEC 191-02-06).

[IEV 191-12-01]

3.1.2

contact reliability

probability that a contact can perform a required function, under given conditions, for a given number of operating cycles

3.1.3

failure

termination of the ability of an item to perform a required function

NOTE 1 After a failure the item has a fault.

NOTE 2 “Failure” is an event, as distinguished from “fault”, which is a state.

NOTE 3 This concept as defined does not apply to items consisting of software only.

[IEV 191-04-01]

¹ A consolidated version of this standard exists.

² A consolidated version of this standard exists.

3.1.4

défaillance

non-satisfaction à une exigence prévue ou à ce qu'on attend d'une entité, y compris en ce qui concerne la sécurité

NOTE Il convient que l'exigence ou ce que l'on attend de l'entité soit raisonnable dans les circonstances présentes.

3.1.5

taux de défaillance observé λ_{ob}

pour une période donnée de la vie d'une entité, rapport du nombre total de défaillances dans un échantillon au nombre de cycles cumulé observé sur cet échantillon. Il faut que le taux de défaillance observé soit associé à des nombres donnés de cycles de manœuvres (ou des sommes de nombres de cycles de manœuvres) particuliers de la vie des entités ainsi qu'à des conditions spécifiées

3.1.6

taux de défaillance estimé λ_c

taux de défaillance d'une entité, déterminé par la ou les valeurs limites, ou les valeurs limites de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné et basé sur les mêmes données que le taux de défaillance observé d'entités nominalement identiques

NOTE 1 Il convient que la source des données soit précisée.

NOTE 2 Les résultats ne peuvent être cumulés (combinés) que lorsque toutes les conditions sont semblables.

NOTE 3 Il convient que la distribution sous-jacente admise pour les défaillances en fonction du temps soit donnée.

NOTE 4 Il convient de préciser si l'intervalle utilisé est borné ou non.

NOTE 5 Lorsqu'une seule valeur limite est donnée, il s'agit généralement de la limite supérieure.

3.1.7

période de taux constant de défaillance

période éventuelle dans la vie d'une entité non réparée pendant laquelle le taux instantané de défaillance est approximativement constant

[VEI 191-10-09]

NOTE Dans la mise en œuvre des techniques de fiabilité, on admet fréquemment que le taux de défaillance λ est constant, c'est-à-dire que les temps jusqu'à défaillance sont distribués selon une loi exponentielle.

3.1.8

système de commande

dispositif générant des ordres pour effectuer une séquence d'essai spécifiée, en assurant le contrôle de la synchronisation et la transmission des ordres (par exemple départs, mesures, arrêts)

3.1.9

état stable (du contact après fermeture)

état du contact après stabilisation mécanique (après les rebondissements dus à la manœuvre)

3.1.10

charge

appareil commandé par le contact en essai

3.1.11

facteur de marche

rapport, calculé sur un intervalle de temps donné, de la durée de fonctionnement en charge à la durée totale

[VEI 151-04-13]

3.1.4**defect**

non-fulfilment of an intended requirement or an expectation for an entity, including one concerned with safety

NOTE The requirement or expectation should be reasonable under the existing circumstances.

3.1.5**observed failure rate λ_{ob}**

for a stated period in the life of an item, ratio of the total number of failures in a sample to cumulated observed number of cycles on that sample. The observed failure rate is to be associated with particular and stated numbers of operating cycles (or summation of operating cycles) in the life of the item and with stated conditions

3.1.6**assessed failure rate λ_c**

failure rate of an item determined by a limiting value or values of the confidence interval associated with a stated confidence level, based on the same data as the observed failure rate of nominally identical items

NOTE 1 The source of the data should be stated.

NOTE 2 Results can be accumulated (combined) only when all conditions are similar.

NOTE 3 The assumed underlying distribution of failures against time should be stated.

NOTE 4 It should be stated whether a one-side or a two-side interval is being used.

NOTE 5 Where only one limiting value is given, this is usually the upper limit.

3.1.7**constant failure rate period**

that period, if any, in the life of a non-repaired item during which the failure rate is approximately constant

[IEV 191-10-09]

NOTE In reliability engineering, it is often assumed that the failure rate λ is constant, that is that the times to failure are distributed exponentially.

3.1.8**controlling unit**

equipment generating commands to run a specified test sequence controlling synchronization and the flow of orders (such as starts, measurements, stops)

3.1.9**steady state** (of the contacts after closing)

state of the contact after mechanical stabilization (after operation bounces)

3.1.10**load**

device which is to be controlled by the contact under test

3.1.11**duty ratio**

ratio, for a given time interval, of the on-load duration to the total time

[IEV 151-04-13]

3.1.12

chute de tension au contact U_k

tension entre les éléments de contact à l'état stable

3.1.13

chute de tension au contact de défaut U_{kd}

valeur de la chute de tension pour laquelle un défaut est enregistré si elle est dépassée pendant une durée supérieure à t_d

3.1.14

temps de défaut t_d

intervalle de temps minimal pour qu'une chute de tension au contact supérieure à U_{kd} soit considérée comme un défaut

3.1.15

tension d'activation U_{ON}

tension minimale nécessaire pour faire passer la charge de l'état désactivé à l'état activé

3.1.16

temps d'activation t_{ON}

durée minimale correspondante pour que l'application de la tension U_{ON} fasse passer la charge de l'état désactivé à l'état activé

3.1.17

tension de désactivation U_{OFF}

tension maximale nécessaire pour faire passer la charge de l'état activé à l'état désactivé

3.1.18

temps de désactivation t_{OFF}

durée minimale correspondante pour faire passer la charge de l'état activé à l'état désactivé lorsque la tension retombe à U_{OFF} ou en dessous

3.2 Liste des symboles utilisés

AX	contact auxiliaire (voir figure 2)
B	coefficient utilisé pour l'analyse statistique (voir tableau 1)
c	niveau de confiance
C	contact en essai (voir figure 2)
I	courant d'essai
m_c	nombre moyen constant estimé de cycles de manœuvres avant défaillance (limite inférieure) au niveau de confiance c ($m_c = 1/\lambda_c$)
M	mesure de la chute de tension ou contrôle de la charge (voir figure 4)
n	nombre d'individus en essai au début de l'essai (voir 9.2.2)
N	nombre de cycles de manœuvres (voir 9.2.2)
N_i	nombre de cycles de manœuvres effectués par l'individu i (voir 9.2.2)
N^*	nombre cumulé de cycles de manœuvres (voir 9.2.2)
r	nombre de défaillances (voir 9.2.2)
t_b	durée nécessaire pour atteindre les conditions d'état stable (voir figure 4)
t_d	temps de défaut (voir 3.1.14)
t_c	période finale sans surveillance avant la coupure du courant (voir figure 4)
t_e	intervalle de temps entre l'ouverture de AX et celle de C (voir figure 5)

3.1.12**contact voltage drop U_k**

voltage between the contact members in the steady state

3.1.13**defect contact voltage drop U_{kd}**

value of the voltage drop for which a defect is registered if it is exceeded for a time more than t_d

3.1.14**defect time t_d**

minimum time during which a contact voltage drop greater than U_{kd} is considered as a defect

3.1.15**ON voltage U_{ON}**

minimum voltage necessary for activating the load from the OFF to the ON state

3.1.16**ON time t_{ON}**

corresponding minimum duration of the application of voltage U_{ON} for activating the load from the OFF to the ON state

3.1.17**OFF voltage U_{OFF}**

maximum voltage necessary for deactivating the load from the ON to the OFF state

3.1.18**OFF time t_{OFF}**

corresponding minimum time to change from the ON to the OFF state when the voltage drops to U_{OFF} or below

3.2 List of symbols used

AX	auxiliary contact (see figure 2)
B	coefficient used for statistical analysis (see table 1)
c	confidence level
C	contact under test (see figure 2)
I	test current
m_c	statistical assessed constant mean number of operating cycles to failure (lower limit) at confidence level c ($m_c = 1/\lambda_c$)
M	measurement of voltage drop or monitoring the load (see figure 4)
n	number of tested items at the commencement of the test (see 9.2.2)
N	number of operating cycles (see 9.2.2)
N_i	number of operating cycles for item i (see 9.2.2)
N^*	cumulative number of operating cycles (see 9.2.2)
r	number of failures (see 9.2.2)
t_b	time to reach steady-state conditions (see figure 4)
t_d	defect time (see 3.1.14)
t_c	final time without surveillance before breaking current (see figure 4)
t_e	time interval between the opening of AX and C (see figure 5)

t_i	période initiale sans surveillance au début du passage du courant (voir figure 4)
t_m	durée de mesure de la chute de tension au contact U_k ou de contrôle de la charge (voir figure 4)
t_{OFF}	temps de désactivation (voir 3.1.18)
t_{ON}	temps d'activation (voir 3.1.16)
t_p	durée de passage du courant (voir figure 4)
t_s	période d'état stable du contact en essai (voir 3.1.9 et figure 4)
U	tension d'alimentation du circuit d'essai
U_k	chute de tension au contact (voir 3.1.12)
U_{kd}	chute de tension au contact de défaut (voir 3.1.13)
U_L	tension aux bornes de la charge (voir figure 3)
U_{OFF}	tension de désactivation (voir 3.1.17)
U_{ON}	tension d'activation (voir 3.1.15)
T	période du cycle d'essai (voir figure 4)
λ	valeur vraie du taux de défaillance constant
λ_c	taux de défaillance estimé (limite supérieure) au niveau de confiance c
λ_{ob}	taux de défaillance observé (calculé d'après les essais) (voir 3.1.5)

4 Principes généraux

Au moyen d'essais spéciaux, une méthode est proposée pour évaluer les performances des contacts utilisés à basse énergie. Etant donné que les défauts de tels contacts sont de nature aléatoire, cette méthode est basée sur une surveillance continue des contacts en essai.

Pour la méthode de base (voir 6.1.1), la chute de tension entre les bornes du contact fermé (à l'état stable – voir 3.1.9) est mesurée à chaque manœuvre et comparée à un seuil spécifié.

Dans la méthode alternative, c'est le comportement de la charge qui est surveillé à chaque cycle de manœuvres.

La mesure est faite sous tension constante U (voir figures 2 et 3). Le ou les contacts en essai sont montés et raccordés comme en service normal et dans les conditions d'ambiance définies à l'article 8. La mesure de la chute de tension est faite directement aux bornes de raccordement du ou des contacts ou aux bornes de raccordement de la charge (voir 6.1.2).

Aussi bien dans la méthode de base que dans la méthode alternative recommandées ici (voir 6.1.1 et 6.1.2), les contacts en essai commutent la charge (établissent et coupent le courant).

Pour des essais sans commutation de la charge, il est possible d'utiliser le même équipement pour l'analyse. Il convient alors que l'équipement d'essai soit prévu pour cet usage.

Il est possible d'essayer le ou les contacts dans des environnements particuliers (chaleur sèche, poussière, chaleur humide, H_2S , etc.). De tels environnements doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, et doivent être choisis parmi ceux définis dans la série CEI 60068-2 (voir article 8).

Dans la méthode de base, les essais sont effectués en courant continu. Des précautions inhérentes à la mesure de faibles tensions doivent être prises (par exemple utilisation de câbles blindés).

t_i	initial time without surveillance after initiation of current (see figure 4)
t_m	time of measurement of contact voltage drop U_k or monitoring the load (see figure 4)
t_{OFF}	OFF time (see 3.1.18)
t_{ON}	ON time (see 3.1.16)
t_p	time of current flowing (see figure 4)
t_s	time of steady state of the test contact (see 3.1.9 and figure 4)
U	supply voltage of the test circuit
U_k	contact voltage drop (see 3.1.12)
U_{kd}	defect contact voltage drop (see 3.1.13)
U_L	voltage across the load (see figure 3)
U_{OFF}	OFF voltage (see 3.1.17)
U_{ON}	ON voltage (see 3.1.15)
T	period of the test cycle (see figure 4)
λ	true constant failure rate
λ_c	assessed failure rate (upper limit) at confidence level c
λ_{ob}	observed failure rate (calculated from test) (see 3.1.5)

4 General principles

A method of assessing the performances of low-energy contacts by special tests is proposed. As the failures of such contacts are of a random nature, the method is based on a continuous monitoring of the contacts under test.

For the basic method (see 6.1.1), the voltage drop between the terminals of the closed contact (steady state – see 3.1.9) is measured for each operation and compared to a specified threshold.

In the alternative method, the behaviour of the load is monitored at each operating cycle.

The measurement is performed under constant voltage U (see figures 2 and 3). The contact(s) under test is (are) mounted and connected as in normal service and under ambient conditions as defined in clause 8. The measurement of the voltage drop is made directly on the connecting terminals of the contact(s) or on the connecting terminals of the load (see 6.1.2).

In the basic and alternative methods recommended here (see 6.1.1 and 6.1.2), the contacts under test switch (make and break) the load.

For tests without switching the load, the analysis may be performed on the same equipment. The testing equipment for this purpose should, therefore, be designed accordingly.

It may be possible to test the contact(s) in particular environments (dry heat, dust, damp heat, H_2S , etc.). Such environments shall be agreed between the user and the manufacturer, and shall be chosen from those defined in the IEC 60068-2 series (see clause 8).

In the basic method, tests are made with direct current. Precautions concerning measurement of low voltage shall be taken (for example, the use of shielded cables).

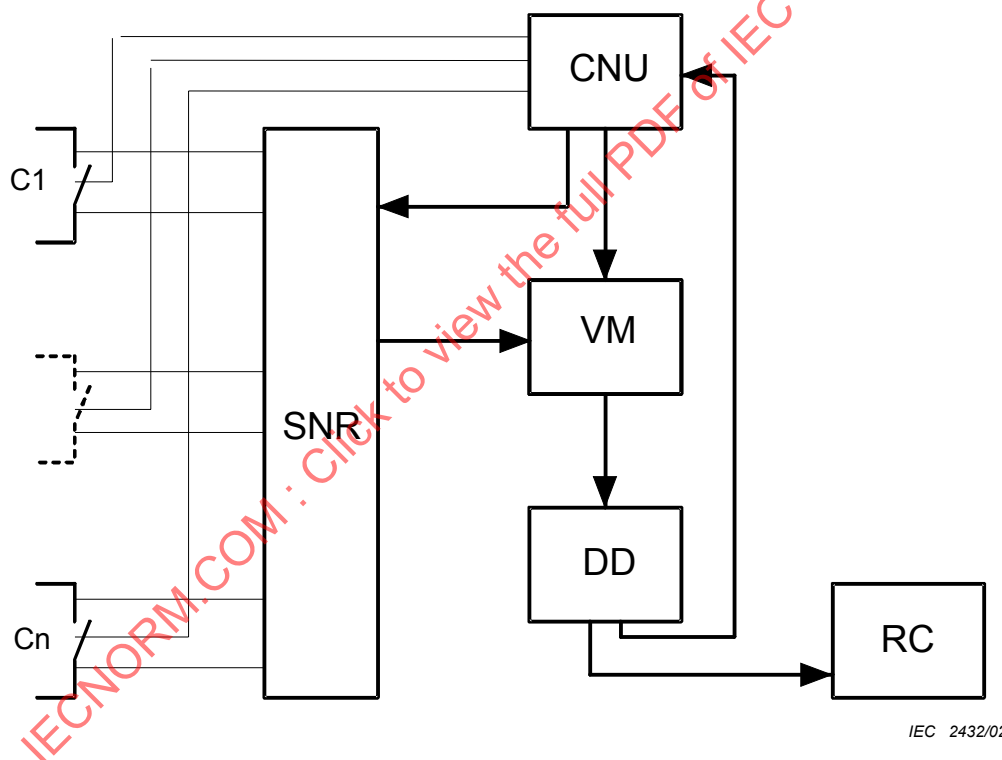
Quand l'essai est effectué avec une charge, il faut se prémunir des chutes de tensions autres que celles dues au contact essayé (utilisation de sources d'alimentation stabilisées).

Toute influence extérieure susceptible d'affecter les résultats doit être évitée (par exemple des vibrations).

5 Méthode générale d'essai

L'équipement utilisé pour les essais (voir figure 1) commande

- la manœuvre des contacts en essai;
- l'alimentation électrique des circuits de contact;
- la mesure de la chute de tension au contact dans la méthode de base ou la surveillance de l'état de la charge dans la méthode alternative;
- la détection et l'enregistrement des défauts et défaillances pour chacun des contacts en essai.



Légende

C1,..., Cn	Contacts en essai	CNU	Unité de commande
SNR	Scrutateur	VM	Appareil de mesure de tension
DD	Détection des défauts	RC	Enregistrement des résultats

Figure 1 – Schéma fonctionnel de l'équipement d'essai

Afin d'effectuer correctement une estimation statistique des défaillances, huit contacts ou plus du type à essayer doivent subir les essais.

NOTE Il convient d'essayer les contacts à fermeture et les contacts à ouverture, le cas échéant.

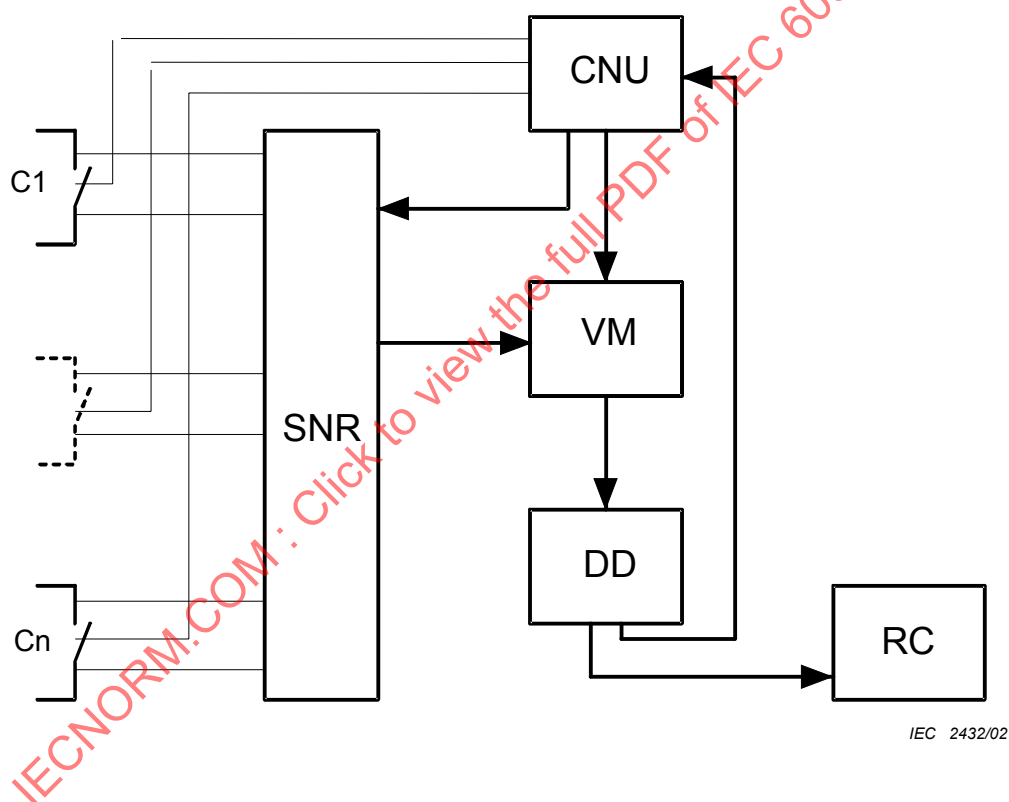
When the test is performed on a load, care must be taken to avoid voltage drops other than contact voltage drop (use of stabilized power supply).

Any external influence liable to affect the results (such as vibrations) shall be avoided.

5 General test method

The equipment used for the test (see figure 1) controls

- the operation of contacts under test;
- the electrical supply for contact circuits;
- the measurement of contact voltage drop for the basic method or the monitoring of the state of the load for the alternative method;
- the detection and recording of defects and failures for each of the contacts under test.



IEC 2432/02

Key

C1,..., Cn Contacts under test
 SNR Scanner
 DD Detection of defects

CNU Controlling unit
 VM Voltage measuring device
 RC Recording of results

Figure 1 – Functional diagram of the testing equipment

To ensure an adequate statistical estimate of the failure rate, eight or more contacts of the type to be tested shall be tested.

NOTE Where applicable, both make and break contacts should be tested.

Le nombre de cycles de manœuvres de l'essai doit être au moins égal à 25 %, et inférieur à 100 %, de la durabilité avec le nombre de cycles de manœuvres à basse énergie déclaré par le constructeur. En l'absence de spécification contraire, le chiffre pris en compte est celui de la durabilité mécanique.

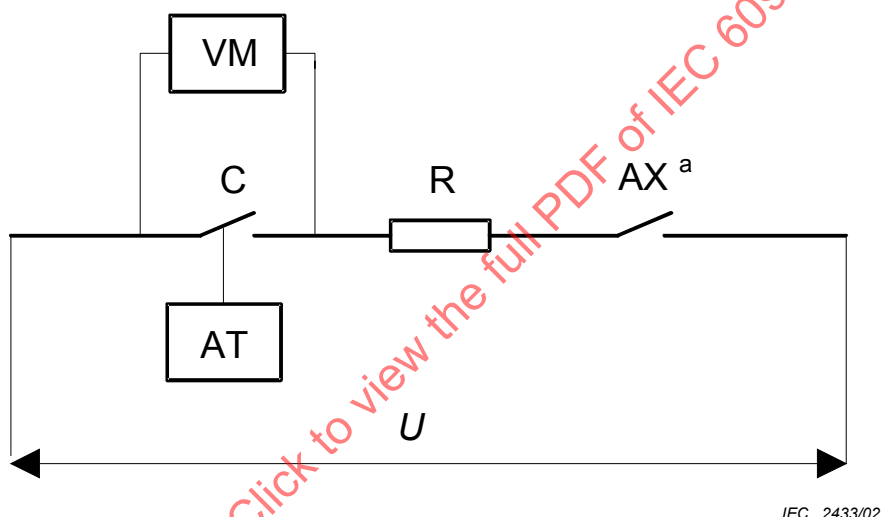
L'équipement d'essai doit comprendre des systèmes de vérification de la séquence opératoire, en particulier de l'état des contacts en essai, et de calibrage des instruments de mesure.

6 Caractéristiques générales

6.1 Méthodes de mesure

6.1.1 Mesure au niveau du contact (méthode de base)

La mesure (détection de la chute de tension au contact) est effectuée directement sur les bornes du contact selon la figure 2.



Légende

C	Contact en essai	AX	Contact auxiliaire utilisé pour établir ou couper le courant dans les essais où le contact en essai ne commute pas le courant
U	Tension d'alimentation à courant continu	AT	Fonction d'actionnement du contact en essai
R	Charge résistive		
VM	Appareil de mesure de la tension		

^a AX doit être choisi avec de faibles rebonds mécaniques et une chute de tension au contact stable.

Figure 2 – Circuit d'essai typique pour la méthode de base

6.1.2 Surveillance de la charge (méthode alternative)

Dans cette méthode le contact est essayé en surveillant le comportement de la charge selon la figure 3.

Cette méthode, qui correspond aux conditions normales de service, donne des résultats qui dépendent des caractéristiques de la charge. Les résultats ne peuvent être comparés que si les essais sont effectués avec des charges de caractéristiques identiques.

Le comportement de la tension d'alimentation a une influence directe sur les performances de la charge.

The number of operating cycles of the test shall be at least 25 %, and not more than 100 %, of the durability with the number of operating cycles at low energy stated by the manufacturer. Unless otherwise stated, this stated number is the mechanical durability.

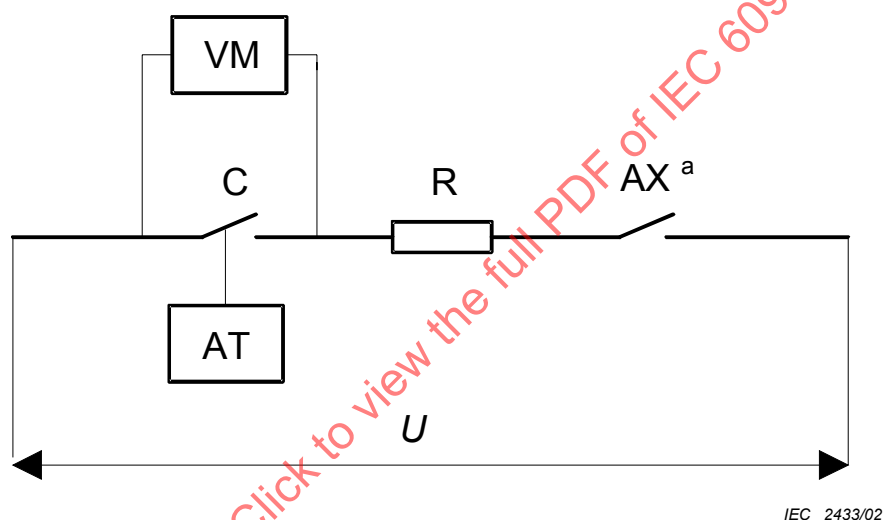
Means of verification of the operating sequence, with special attention to the state of the contacts under test, and calibration of measuring devices shall be included in the test equipment.

6 General characteristics

6.1 Measurement methods

6.1.1 Measurement on the contact (basic method)

The measurement (detection of contact voltage drop) is made directly on the contact terminals according to figure 2.



Key

C Contact under test

U Supply voltage d.c.

R Resistive load

VM Voltage measuring device

AX Auxiliary contact used for making and breaking current when not switching the load by the contact under test

AT Actuation function of contact under test

^a AX shall be chosen with low mechanical bounce and stable contact voltage drop.

Figure 2 – Typical test circuit for the basic method

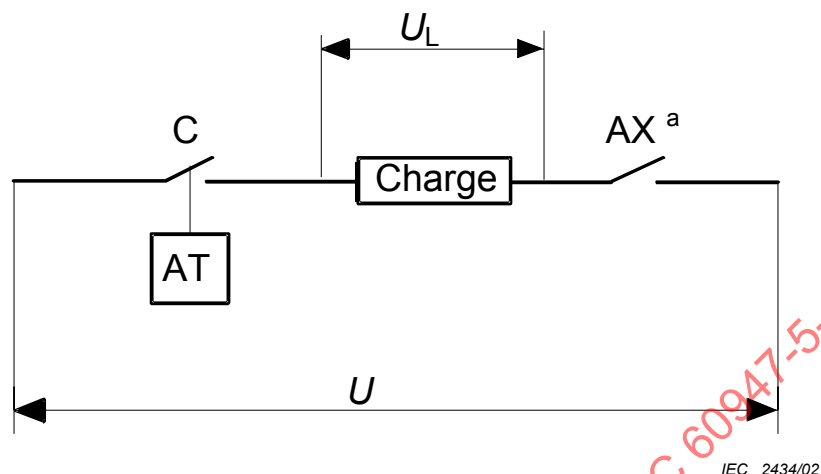
6.1.2 Monitoring the load (alternative method)

In this method the contact is tested by monitoring the behaviour of the load according to figure 3.

This method corresponds to normal service conditions and gives results which depend on the load characteristics. The results can only be compared if the tests are performed on loads with identical characteristics.

The behaviour of the supply voltage has a direct influence on the performance of the load.

Aussi est-il nécessaire d'utiliser une alimentation ininterrompue stable (mieux que $\pm 1\%$) (voir 6.3.1 en ce qui concerne le taux d'ondulation maximal de l'alimentation).



Légende

C	Contact en essai	AT	Fonction d'actionnement du contact en essai
U	Tension d'alimentation (c.c. ou c.a.)	AX	Contact auxiliaire
U_L	Tension aux bornes de la charge		

NOTE Un contact AX peut être utilisé pour plusieurs contacts en essai, aussi longtemps que les caractéristiques assignées du contact AX ne sont pas dépassées, chaque contact étant surveillé en incluant une résistance individuelle de charge R.

^a AX doit être choisi avec de faibles rebonds mécaniques et une chute de tension au contact stable.

Figure 3 – Circuit d'essai pour la surveillance de la charge

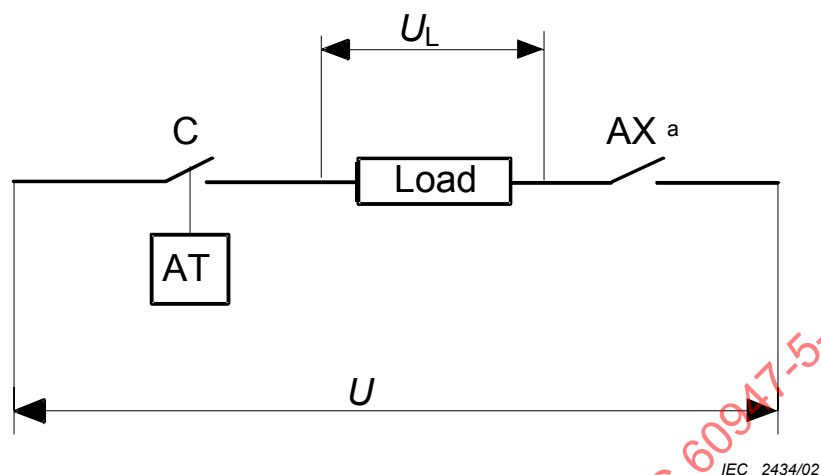
6.2 Séquences des opérations

Pour ces essais recommandés (méthode de base ou méthode alternative), le contact en essai commute la charge, et AX (voir figures 2 et 3) est en permanence fermé pendant l'essai. Le diagramme séquentiel est indiqué à la figure 4.

Pour des applications spécifiques, le contact en essai ne commute pas la charge. Un exemple de diagramme séquentiel est donné à la figure 5.

Dans ces diagrammes, les fonctions représentées (C , I , etc.) sont celles indiquées aux figures 2 et 3. La fonction M est en fait la mesure de la chute de tension au contact pour la méthode de base. Elle peut être aussi la surveillance ou l'enregistrement de l'état de la charge dans le cas de la méthode alternative.

Therefore it is necessary to use a stable (better than $\pm 1\%$) uninterruptible power supply (see 6.3.1 for maximum ripple content of supply).



Key

C	Contact under test	AT	Actuation function of contact under test
U	Supply voltage (d.c. or a.c.)	AX	Auxiliary contact
U_L	Voltage across the load		

NOTE One AX contact may be used for more contacts under test, as long as the AX contact rating is not exceeded, each contact being monitored including an individual resistance load R.

^a AX shall be chosen with low mechanical bounce and stable contact voltage drop.

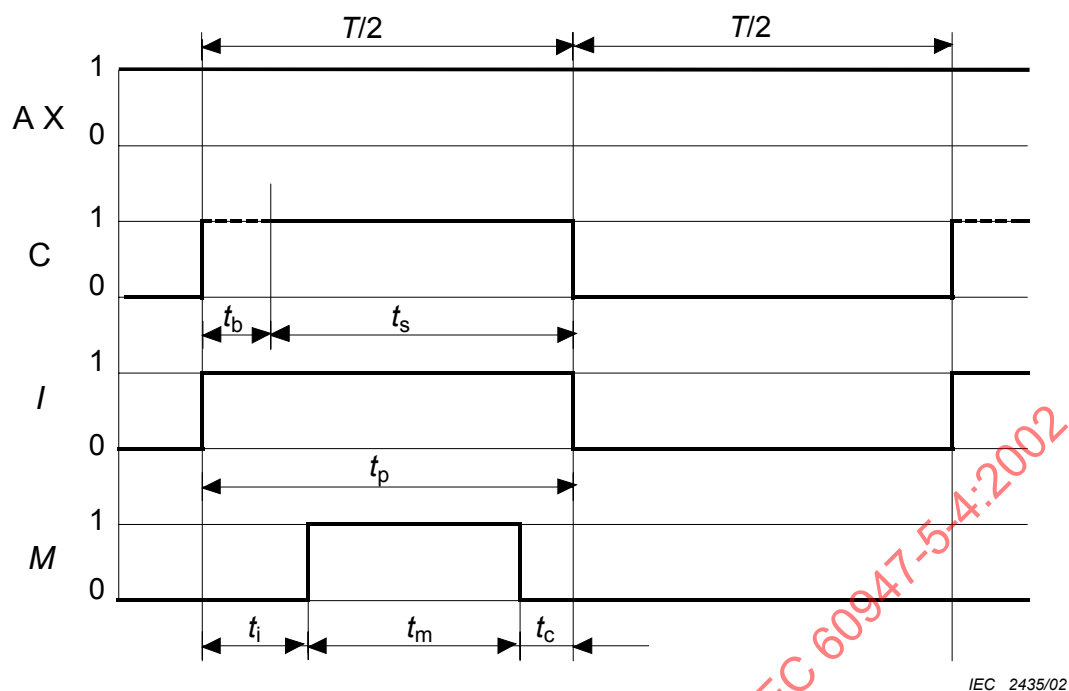
Figure 3 – Test circuit for monitoring a load

6.2 Sequences of operations

For these recommended tests (basic method or alternative method), the contact under test switches the load and AX (see figures 2 and 3) is permanently closed during the test. The sequential diagram is given in figure 4.

For specific applications, the contact under test does not switch the load. An example of a sequential diagram is given in figure 5.

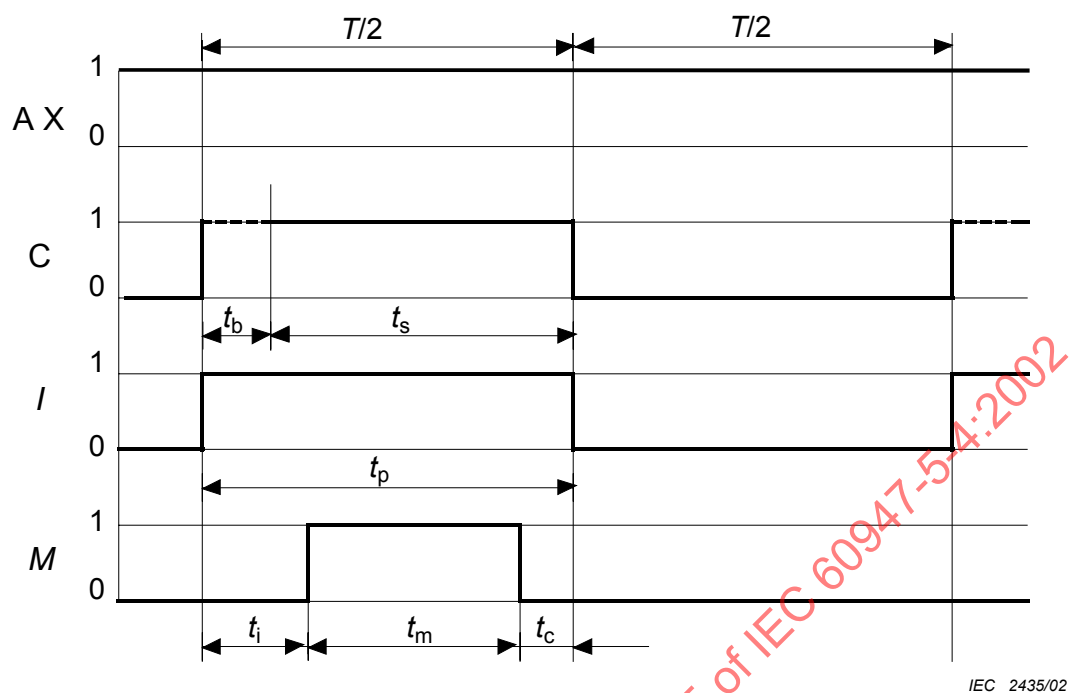
In these diagrams, the represented functions (C, I, etc.) are those indicated in figures 2 and 3. The function M is actually the measurement of the contact voltage drop for the basic method. It can also be the monitoring or the recording of the state of the load in the alternative method.



Légende

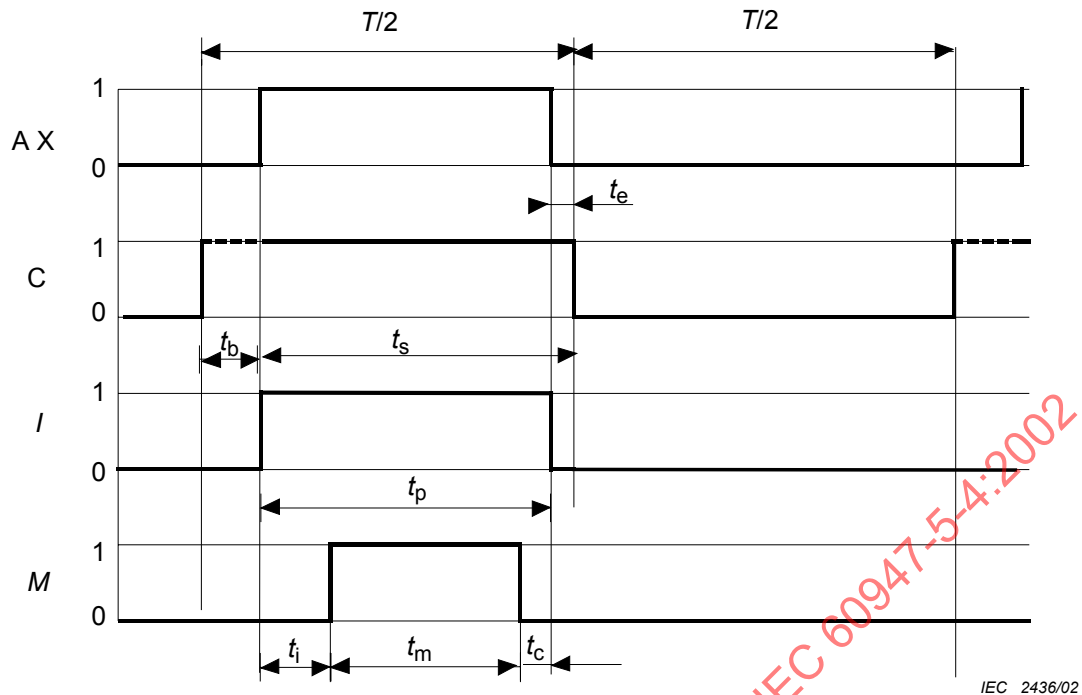
C	Contact en essai	t_i	Période initiale sans surveillance au début du passage du courant $t_i \leq 40\%$ de t_p et au moins 10 ms
I	Courant d'essai	t_m	Durée de mesure de la chute de tension au contact (U_k), ou de surveillance de la charge
M	Mesure de la chute de tension ou surveillance de la charge	t_p	Durée de passage du courant
T	Période du cycle d'essai	t_s	Période d'état stable du contact en essai
AX	Contact auxiliaire		
t_b	Durée nécessaire pour atteindre les conditions d'état stable (c'est-à-dire fin des rebonds) et au moins 10 ms		
t_c	Période finale sans surveillance avant la coupure du courant (par exemple $t_c = 10\%$ de t_p)		

Figure 4 – Diagramme séquentiel avec contacts commutant la charge

**Key**

C	Contact under test	t_i	Initial time without surveillance after initiation of current $t_i \leq 40\%$ of t_p and at least 10 ms
I	Test current	t_m	Time of measurement of contact voltage drop (U_k), or monitoring of the load
M	Measurement of voltage drop or monitoring of the load	t_p	Time of current flowing
T	Period of the test cycle	t_s	Time of steady state of the tested contact
AX	Auxiliary contact		
t_b	Time to reach steady-state conditions (bouncing has ceased) and at least 10 ms		
t_c	Final time without surveillance before breaking current (for example, $t_c = 10\%$ of t_p)		

Figure 4 – Sequential diagram with load-switching contacts



Légende

C	Contact en essai	t_e	Intervalle de temps entre l'ouverture de AX et celle de C
I	Courant d'essai	t_i	Période initiale sans surveillance au début du passage du courant $t_i \leq 40 \%$ de t_p et au moins 10 ms
M	Mesure de la chute de tension ou surveillance de la charge	t_m	Durée de mesure de la chute de tension au contact (U_k), ou de surveillance de la charge
T	Période du cycle d'essai	t_p	Durée de passage du courant
AX	Contact auxiliaire	t_s	Période d'état stable du contact en essai
t_b	Durée nécessaire pour atteindre les conditions d'état stable (c'est-à-dire fin des rebonds) et au moins 10 ms		
t_c	Période finale sans surveillance avant la coupure du courant (par exemple $t_c = 10 \%$ de t_p)		

Figure 5 – Diagramme séquentiel avec contacts ne commutant pas la charge

6.3 Caractéristiques électriques

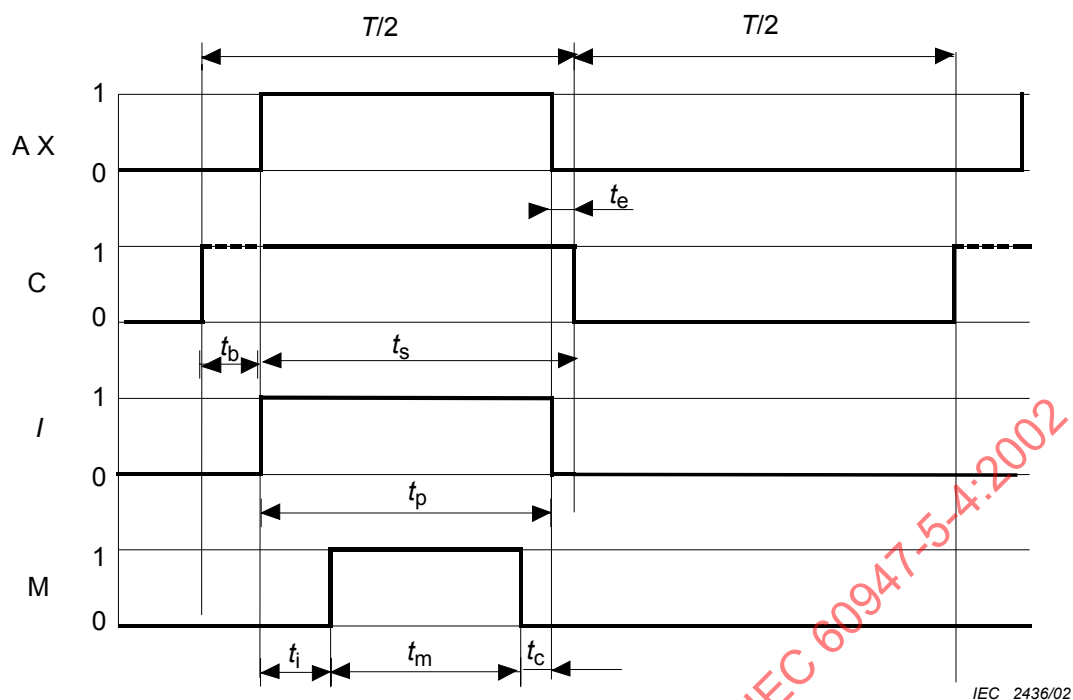
6.3.1 Caractéristiques de l'alimentation pour la méthode de base

6.3.1.1 Tension d'alimentation

La tension d'alimentation des circuits d'essai (voir figure 2) doit être

- courant continu $24 \text{ V} \pm 5 \%$ (ondulation comprise), ou
- courant continu $5 \text{ V} \pm 5 \%$ (ondulation comprise).

NOTE Lors des essais, il est recommandé d'inverser le sens du courant circulant dans les contacts à intervalles réguliers pendant l'essai. Il convient de le noter dans le rapport d'essai.



Key

C	Contact under test	t_e	Time interval between the opening of AX and C
I	Test current	t_i	Initial time without surveillance after initiation of current $t_i \leq 40\%$ of t_p and at least 10 ms
M	Measurement of voltage drop or monitoring of the load	t_m	Time of measurement of contact voltage drop (U_k), or monitoring of the load
T	Period of the test cycle	t_p	Time of current flowing
AX	Auxiliary contact	t_s	Time of steady state of the tested contact
t_b	Time to reach steady-state conditions (bouncing has ceased) and at least 10 ms		
t_c	Final time without surveillance before breaking current (for example, $t_c = 10\%$ of t_p)		

Figure 5 – Sequential diagram without load-switching contacts

6.3 Electrical characteristics

6.3.1 Characteristics of the supply for basic method

6.3.1.1 Supply voltage

The supply voltage for test circuits (see figure 2) shall be

- d.c. 24 V $\pm$ 5 % (ripple included), or
- d.c. 5 V $\pm$ 5 % (ripple included).

NOTE When testing contacts, it is recommended to reverse the direction of the current through the contacts at regular intervals during the test. This should be recorded in the test report.

6.3.1.2 Courant

Pour la méthode de base, le courant présumé, mesuré avec des résistances de contact négligeables (bornes court-circuitées), doit être choisi parmi les valeurs suivantes: 1 mA, 5 mA, 10 mA, 100 mA; 10 mA étant la valeur préférentielle.

Le courant ne doit pas être supérieur au courant assigné des contacts dans les conditions d'essai choisies.

La tolérance est ± 5 % de la valeur nominale (mesurée sous la tension réelle U).

6.3.2 Alimentation pour la méthode alternative

L'alimentation dépend des spécifications de la charge. Dans tous les cas, la stabilité doit être meilleure que ± 1 % de la tension ajustée (voir figure 3).

6.3.3 Caractéristique de la charge active

6.3.3.1 Généralités

La charge est caractérisée par les grandeurs suivantes:

tension d'activation: U_{ON}	temps d'activation: t_{ON}
tension de désactivation: U_{OFF}	temps de désactivation: t_{OFF}

La charge est activée lorsque $U_L \geq U_{ON}$ pendant une durée $t \geq t_{ON}$ et retourne à l'état désactivé quand $U_L \leq U_{OFF}$ pendant une durée $t \geq t_{OFF}$.

6.3.3.2 Entrée d'automate programmable (automate programmable conforme à la CEI 61131-2)

Le nom du constructeur et la désignation du type d'automate programmable utilisé pour l'essai doivent être mentionnés dans le rapport d'essai.

6.3.3.3 Contacteur ou relais

Comme l'essai correspond à une application réelle, l'alimentation peut se faire en courant continu ou en courant alternatif, selon le besoin.

La charge doit être utilisée en suivant les recommandations du constructeur. Si un dispositif d'antiparasitage est utilisé, il doit être mentionné dans le rapport d'essai. Le type de dispositif d'antiparasitage utilisé (diode, varistance, circuit RC, etc.) doit également être mentionné.

Dans le cas présent, la charge étant un appareil électromécanique, elle est sujette à une usure mécanique. Par conséquent, la charge (contacteur ou relais) doit être remplacée avant qu'elle n'atteigne la fin de sa durée de vie déclarée.

Le nom du constructeur et la désignation du type de charge doivent être mentionnés dans le rapport d'essai.

6.4 Caractéristiques des opérations

Le cycle de manœuvres doit être choisi selon 4.3.4.3 de la CEI 60947-1, en tenant compte à la fois de l'appareil en essai et de la charge.

Facteur de charge pour les contacts en essai: 50 %.

6.3.1.2 Current

For the basic method with negligible contact resistance (short-circuited terminals), the prospective current for test shall be chosen from the following values: 1 mA, 5 mA, 10 mA, 100 mA; 10 mA is the preferred value.

The current shall not exceed the rating of the contacts under the stated test conditions.

The tolerance is $\pm 5\%$ of the nominal value (when setting at the actual voltage U).

6.3.2 Supply for alternative method

The supply depends on the load requirements. In every case, the stability shall be better than $\pm 1\%$ of the adjusted voltage (see figure 3).

6.3.3 Characteristics of active load

6.3.3.1 General

The load is characterized by the following values:

ON voltage: U_{ON}	ON delay: t_{ON}
OFF voltage: U_{OFF}	OFF delay: t_{OFF}

The load will be activated (ON state) when $U_L \geq U_{ON}$ for a time $t \geq t_{ON}$ and will return to OFF state when $U_L \leq U_{OFF}$ for a time $t \geq t_{OFF}$.

6.3.3.2 Input of programmable controller (PC system as defined in IEC 61131-2)

Manufacturer's name and type designation of the PC system used for the test shall be recorded in the test report.

6.3.3.3 Contactor or relay

As the test corresponds to a practical application, the power supply can be a.c. or d.c. as appropriate.

The load shall be used as recommended by the manufacturer. If a suppressor is used, it shall be mentioned in the test report. The type of suppressor used (diode, varistor, RC link, etc.) shall also be mentioned.

The load, in this case being an electromechanical device, is subject to mechanical wear. Consequently, the load (contactor or relay) shall be replaced before reaching its stated mechanical life.

The manufacturer's name and type designation of the load shall be recorded in the test report.

6.4 Characteristics of operation

The operating cycle shall be chosen following 4.3.4.3 of IEC 60947-1, appropriate to the device and load under test.

Duty ratio for the contacts under test: 50 %.

Dans certains cas, il est nécessaire d'utiliser un système pour actionner les contacts en essai.

Les conditions opératoires du système d'actionnement doivent correspondre aux spécifications définies en 8.3.2.1 de la CEI 60947-5-1.

7 Caractérisation des défauts

7.1 Méthode de base

7.1.1 Généralités

L'équipement d'essai doit être conçu pour détecter des chutes de tension au contact supérieures à U_{kd} persistant pendant une durée $t \geq t_d$. La valeur requise pour t_d dépend de l'application et doit être mentionnée dans le rapport d'essai; les valeurs préférentielles pour t_d sont 1 ms et 5 ms.

La valeur de U_{kd} dépend de l'application. Les valeurs préférentielles sont 1 %, 10 %, 25 % de U .

On ne doit comptabiliser qu'un seul défaut par manœuvre défectueuse, même si plusieurs défauts de conduction (contact intermittent) se produisent durant t_m .

NOTE La caractérisation d'un défaut donnée dans la présente norme est conventionnelle. En pratique, il est possible qu'un défaut ainsi caractérisé n'entraîne jamais de mauvais fonctionnement.

7.1.2 Calibration du seuil de détection

Pour des valeurs fixées de U et I , une résistance de calibration remplace le contact à essayer et est ajustée de façon à obtenir U_{kd} à ses bornes. Le détecteur (ou l'enregistreur) est réglé de façon à effectuer les mesures dans les tolérances spécifiées.

7.1.3 Surveillance (pendant le temps t_m)

- Par mesure analogique: pendant le temps de mesure t_m , voir figures 4 et 5.
- Par échantillonnage à haute fréquence: le temps de mesure t_m doit être tel qu'indiqué aux figures 4 et 5, et l'intervalle entre deux échantillons doit être inférieur à $t_d/2$.

7.2 Surveillance de la charge (figure 3)

7.2.1 Mesure de la chute de tension

La première méthode de surveillance peut utiliser le même principe qu'en 7.1: mesure analogique ou par échantillonnage de U_L . Dans ce cas, il y a défaut lorsque $U_L < U_{ON}$ pendant une durée $t \geq t_{OFF}$ (voir 6.3.3).

7.2.2 Analyse de l'état de la charge

Dans cette méthode, on compte le nombre de manœuvres de la sortie. Dans ce cas, le nombre de défauts à prendre en compte résulte de la différence entre le nombre de manœuvres du contact en essai et le nombre de changements d'état de la sortie.

8 Conditions d'ambiance

8.1 Conditions normales

Elles sont définies en 5.3 de la CEI 60068-1 en ce qui concerne la température (15 °C à 35 °C), l'humidité relative (25 % à 75 %), et la pression atmosphérique (86 kPa à 106 kPa).

In some cases, an operating machine is necessary for actuating the tested contacts.

Operating conditions of the machine shall be as defined in 8.3.2.1 of IEC 60947-5-1.

7 Characterization of defects

7.1 Basic method

7.1.1 General

The test equipment shall be adequate to detect contact voltage drops greater than U_{kd} persisting for a time $t \geq t_d$. The value of t_d required depends on the application and shall be recorded in the test report; preferred values of t_d are 1 ms and 5 ms.

The value for U_{kd} depends on the application. Preferred values are: 1 %, 10 %, 25 % of U .

For a defective operation only one defect shall be counted, even if several defects of conduction (intermittent contact) occur during t_m .

NOTE The characterization of a defect given in this standard is conventional. In practice, it might be possible that such a defect never causes a malfunction.

7.1.2 Calibration of the detection threshold

For fixed values of U and I , a calibration resistor replaces the contact to be tested and is adjusted to obtain U_{kd} . The detector (or the recorder) is adjusted to operate within the specified tolerances of measurement.

7.1.3 Monitoring (during t_m)

- By analogue measurement: for the measuring time t_m , see figures 4 and 5.
- By sampling at high frequency: the measuring time t_m shall be as shown in figures 4 and 5, and the time between two samplings shall be less than $t_d/2$.

7.2 Monitoring the load (figure 3)

7.2.1 Voltage drop measurement

The first method of monitoring can use the same principle as in 7.1: analogue or sampling measurement of U_L . In this case, there is a defect when $U_L < U_{ON}$ for a time $t \geq t_{OFF}$ (see 6.3.3).

7.2.2 Analysis of the state of the load

This is made by counting the number of operations of the output. In this case, the number of defects to be considered is the difference between the number of contact operations and the number of output changes.

8 Ambient conditions

8.1 Normal conditions

These are defined in 5.3 of IEC 60068-1, for temperature (15 °C to 35 °C), relative humidity (25 % to 75 %), and pressure (86 kPa to 106 kPa).

8.2 Préconditionnement

Il convient d'exposer les contacts destinés à l'essai pendant 24 h à l'ambiance d'essai, définie en 8.1. Toutefois, si le preconditionnement est différent, on doit le mentionner dans le rapport d'essai et indiquer quelle procédure de preconditionnement a été suivie.

8.3 Conditions particulières

Pour des applications particulières, il peut être nécessaire d'effectuer des essais spéciaux dans des environnements contrôlés. Il convient de choisir ces environnements parmi ceux de la série CEI 60068-2.

9 Méthodes de déclaration

9.1 Critère de défaillance

Un contact est considéré comme défaillant au troisième défaut.

La défaillance d'un contact et le nombre de cycles de manœuvres au moment de la défaillance de ce contact sont enregistrés.

L'essai tronqué est recommandé.

Après une défaillance (trois défauts), le contact ne doit plus être pris en compte pour la suite de l'estimation statistique. Il peut être retiré de l'essai et remplacé par un contact neuf dont les performances sont prises en compte pour l'analyse statistique (voir 9.2, essais avec remplacement des défaillants).

9.2 Annonce du taux de défaillance

9.2.1 Généralités

Lorsque le taux de défaillance peut être présumé constant pendant la durée de l'essai (voir CEI 60605-6), les limites de l'intervalle de confiance donnant les valeurs estimées peuvent être calculées à partir de la distribution χ^2 .

Pour l'intervalle de confiance unilatéral, au niveau de confiance c , la valeur supérieure du taux de défaillance est λ_c pour le taux de défaillance estimé, avec

$$0 < \lambda < \lambda_c$$

Le nombre de cycles de manœuvres estimé jusqu'à défaillance est le suivant: $m_c = 1/\lambda_c$

On exprime le taux de défaillance par sa valeur λ_c à un niveau confiance donné, c .

Les valeurs préférentielles du niveau de confiance c sont 60 % et 90 %.

Pour un essai tronqué, la méthode d'estimation de λ_c ou m_c est donnée ci-après:

- dans le cas où les défaillants ne sont pas remplacés;
- dans le cas où les défaillants sont remplacés.

9.2.2 Estimation de λ_c lorsque les défaillants ne sont pas remplacés

$\lambda_{ob} = (\text{nombre de défaillants})/(\text{nombre total de cycles de manœuvres})$

$$\lambda_{ob} = r/N^*$$

8.2 Preconditioning

The contacts to be tested should be exposed to the environmental testing conditions, stated in 8.1, for 24 h. If, however, the preconditioning is different from the above, it shall be mentioned in the test report, and a description of the preconditioning procedure shall be added.

8.3 Particular conditions

For particular applications, special tests may be required in controlled environments. Such environments should be chosen from IEC 60068-2 series.

9 Methods of reporting

9.1 Failure criterion

A failure of a contact is considered to have occurred after three defects.

The failure of a contact and the number of operating cycles at the occurrence of the failure for that contact are registered.

The time-terminated test is recommended.

After one failure (three defects), the contact shall not be considered for further statistical evaluation. It may be removed from test and replaced by a new contact whose performance is taken into consideration in the statistical analysis (see 9.2, test with replaced failed item).

9.2 Reporting the failure rate

9.2.1 General

In the case where it can be assumed that the failure rate is constant during the test (see IEC 60605-6), the confidence limits which give the assessed values may be derived from the χ^2 distribution.

For the one-sided interval, at confidence level c , the upper limit of the failure rate is λ_c for the assessed failure rate, with

$$0 < \lambda < \lambda_c$$

The assessed number of operating cycles to failure is: $m_c = 1/\lambda_c$

The failure rate is expressed by using the value λ_c at a given confidence level, c .

The preferred values of the confidence level c are 60 % and 90 %.

For a time-terminated test, the way of estimating λ_c or m_c is given below:

- for non-replaced failed items;
- for replaced failed items.

9.2.2 Estimation of λ_c when failed items are not replaced

$\lambda_{ob} = (\text{number of failed items})/(\text{total number of operating cycles})$

$$\lambda_{ob} = r/N^*$$

où

$$N^* = N_1 + N_2 + \dots + N_r + (n - r)N$$

$N_1, N_2, \dots, N_r$ sont les nombres de cycles de manœuvres des entités défaillantes pendant l'essai

$$\lambda_c = K_c / N^*$$

Même lorsqu'il n'y a pas de défaillance constatée pendant la durée de l'essai, il est possible, dans le cas de l'essai tronqué, d'obtenir une estimation de la borne supérieure λ_c du taux de défaillance.

EXEMPLE

- 20 contacts en essai ($n = 20$)
- durée de l'essai: $N = (5 \times 10^6)$ cycles de manœuvres (essai tronqué)
- le contact n° 1 est défaillant au $100\,000^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres
- le contact n° 2 est défaillant au $400\,000^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres
- le contact n° 3 est défaillant au $(1,5 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres
- le contact n° 4 est défaillant au $(2,5 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres
- les contacts n° 5 et n° 6 sont défaillants au $(4 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres
- les contacts n° 7 à n° 20 effectuent les (5×10^6) cycles de manœuvres sans défaillance.

$$n = 20$$

$$r = 6$$

$$N^* = 10^5 + (0,4 \times 10^6) + (1,5 \times 10^6) + (2,5 \times 10^6) + [2 \times (4 \times 10^6)] + [14 \times (5 \times 10^6)]$$

$$= 82,5 \times 10^6$$

$$\lambda_{ob} = 6 / 82,5 \times 10^6 = 0,7 \times 10^{-7} \text{ défaillance/cycle de manœuvres}$$

Au niveau de confiance de 90 %, $K_c = 10,55$ (tableau 1)

$$\Rightarrow \lambda_c = 10,55 / (82,5 \times 10^6) = 1,3 \times 10^{-7} \text{ défaillance/cycle de manœuvres}$$

ou

$$m_c = 7,7 \times 10^6 \text{ cycles de manœuvres}$$

9.2.3 Estimation de λ_c lorsque les défaillants sont remplacés

Après défaillance, un contact est remplacé par un contact neuf. Toutes les défaillances survenant pendant l'essai sont prises en compte.

$$\lambda_{ob} = r / N^*$$

où

r = nombre total de défaillances

$$N^* = n \times N$$

$$\lambda_c = K_c / N^*$$

EXEMPLE

Conditions identiques à celles de l'exemple précédent, c'est-à-dire:

- 20 contacts en essai et des contacts de rechange disponibles pour remplacer les contacts défaillants ($n = 20$)
- durée de l'essai: $N = (5 \times 10^6)$ cycles de manœuvres (essai tronqué)

where

$$N^* = N_1 + N_2 + \dots + N_r + (n - r)N$$

$N_1, N_2, \dots, N_r$ are the operating cycles of items failed during the test

$$\lambda_c = K_c / N^*$$

Even when no failure arises during the test, an upper value of the failure rate λ_c can be estimated when using a time-terminated test.

EXAMPLE

- 20 contacts under test ($n = 20$)
- test duration: $N = (5 \times 10^6)$ operating cycles (time-terminated test)
- contact No. 1 failed at 100 000 operating cycles
- contact No. 2 failed at 400 000 operating cycles
- contact No. 3 failed at $(1,5 \times 10^6)$ operating cycles
- contact No. 4 failed at $(2,5 \times 10^6)$ operating cycles
- contacts No. 5 and No. 6 failed at (4×10^6) operating cycles
- contact numbers 7 to 20 completed (5×10^6) operating cycles without failure.

$$n = 20$$

$$r = 6$$

$$\begin{aligned} N^* &= 10^5 + (0,4 \times 10^6) + (1,5 \times 10^6) + (2,5 \times 10^6) + [2 \times (4 \times 10^6)] + [14 \times (5 \times 10^6)] \\ &= 82,5 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$\lambda_{ob} = 6 / 82,5 \times 10^6 = 0,7 \times 10^{-7} \text{ failure/operating cycles}$$

At the confidence level of 90 %, $K_c = 10,55$ (from table 1)

$$\Rightarrow \lambda_c = 10,55 / (82,5 \times 10^6) = 1,3 \times 10^{-7} \text{ failure/operating cycles}$$

or

$$m_c = 7,7 \times 10^6 \text{ operating cycles}$$

9.2.3 Estimation of λ_c when failed items are replaced

When an item fails, it is replaced by a new one. All the failures which appear during the test are counted.

$$\lambda_{ob} = r / N^*$$

where

r = total number of failures

$$N^* = n \times N$$

$$\lambda_c = K_c / N^*$$

EXAMPLE

Same conditions as in the previous example, that is:

- 20 contacts under test and spare contacts available for replacing any failed ($n = 20$)
- test duration: $N = (5 \times 10^6)$ operating cycles (time-terminated test)

- le contact n° 1 est défaillant au $(0,1 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres. Il est remplacé par un contact neuf qui va jusqu'au bout de l'essai sans défaillance.
- le contact n° 2 est défaillant au $(0,4 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres. Il est remplacé par un contact neuf qui va jusqu'à la fin de l'essai sans défaillance.
- le contact n° 3 est défaillant au $(1,5 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres. Il est remplacé par un contact neuf qui est défaillant après (3×10^6) cycles de manœuvres (c'est-à-dire au $(4,5 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres). Il est alors remplacé par un contact neuf qui va jusqu'à la fin de l'essai sans défaillance.
- le contact n° 4 est défaillant au $(2,5 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres. Il est remplacé par un contact neuf qui va jusqu'à la fin de l'essai sans défaillance.
- les contacts n° 5 et n° 6 sont défaillants au $(4 \times 10^6)^{\text{ème}}$ cycle de manœuvres. Ils sont remplacés par des contacts neufs qui vont jusqu'à la fin de l'essai sans défaillance.
- les contacts n° 7 à n° 20 effectuent les (5×10^6) cycles de manœuvres sans défaillance.

$$n = 20$$

$$r = 7$$

$$N^* = 20 \times (5 \times 10^6) = 10^8$$

$$\lambda_{\text{ob}} = 7 / 10^8 \quad \lambda_{\text{ob}} = 0,7 \times 10^{-7} \text{ défaillance/cycle de manœuvres}$$

Au niveau de confiance de 90 %, $K_c = 11,75$ (tableau 1)

$$\Rightarrow \lambda_c = 11,75/10^8 = 1,2 \times 10^{-7} \text{ défaillance/cycle de manœuvres}$$

ou

$$m_c = 8,3 \times 10^6 \text{ cycles de manœuvres}$$

10 Informations à fournir dans le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit indiquer

- les caractéristiques normatives choisies dans le cas de la méthode de base: U , I , U_{kd} , t_d ;
- les caractéristiques des charges lorsque l'essai est effectué avec une charge active: U_{ON} , U_{OFF} , t_{ON} , t_{OFF} , etc.;
- le câblage et les conditions de montage;
- les conditions opératoires: fréquence des manœuvres; lorsqu'il y a un dispositif de manœuvre, sa vitesse moyenne; le nombre d'arrêts significatifs et leur durée (ainsi que l'état du contact, ouvert ou fermé, durant ces interruptions); les conditions d'ambiance particulières;
- lorsque l'essai est effectué avec des charges actives, les variations des caractéristiques fonctionnelles doivent être notées (y compris la stabilisation thermique). Les caractéristiques des compteurs (temps de fonctionnement, sensibilité, etc.) doivent être mentionnées.

Il est recommandé d'établir le rapport selon le modèle donné à l'annexe A.

- contact No. 1 failed at $(0,1 \times 10^6)$ operating cycles. It was replaced by a new one which ran until the end of the test without failure.
- contact No. 2 failed at $(0,4 \times 10^6)$ operating cycles. It was replaced by a new one which ran until the end of the test without failure.
- contact No. 3 failed at $(1,5 \times 10^6)$ operating cycles. It was replaced by a new one which failed after (3×10^6) operating cycles (that is at the $(4,5 \times 10^6)^{\text{th}}$ operating cycle). It was then replaced by a new contact which ran until the end of the test without failure.
- contact No. 4 failed at $(2,5 \times 10^6)$ operating cycles. It was replaced by a new one which ran until the end of the test without failure.
- contacts No. 5 and No. 6 failed at (4×10^6) operating cycles. They were each replaced by a new one which ran until the end of the test without failure.
- contact numbers 7 to 20 completed (5×10^6) operating cycles without failure.

$$N = 20$$

$$R = 7$$

$$N^* = 20 \times (5 \times 10^6) = 10^8$$

$$\lambda_{\text{ob}} = 7 / 10^8 \quad \lambda_{\text{ob}} = 0,7 \times 10^{-7} \text{ failure/operating cycles}$$

At the confidence level of 90 %, $K_c = 11,75$ (from table 1).

$$\Rightarrow \lambda_c = 11,75 / 10^8 = 1,2 \times 10^{-7} \text{ failure/operating cycles}$$

or

$$m_c = 8,3 \times 10^6 \text{ operating cycles}$$

10 Information to be provided in the test report

The test report shall indicate

- chosen normative characteristics for the basic method: U , I , U_{kd} , t_d ;
- characteristics of loads when studying on active load: U_{ON} , U_{OFF} , t_{ON} , t_{OFF} , etc;
- wiring and mounting conditions;
- operating conditions: frequency of operations; mean velocity of actuating device if any; number of significant interruptions and their duration (and state of contact, open or closed, during these interruptions); particular ambient conditions;
- when the test is made on active load, the variations of functional characteristics shall be noted (including thermal stabilization). The characteristics (operating time, sensibility, etc.) of counters shall be given.

A recommended tabular form of report is given in annex A.