

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
255-23**

Première édition
First edition
1994-10

Relais électriques –

Partie 23:
Caractéristiques fonctionnelles des contacts

Electrical relays –

Part 23:
Contact performance



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 255-23: 1994

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
255-23**

Première édition
First edition
1994-10

Relais électriques –

Partie 23:
Caractéristiques fonctionnelles des contacts

Electrical relays –

Part 23:
Contact performance

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application et objet	6
1.2 Références normatives	6
2 Définitions	8
3 Valeurs normalisées nominales et préférentielles	14
3.1 Valeurs nominales normalisées	14
3.2 Valeurs préférentielles normalisées	16
4 Conditions d'essai	18
4.1 Généralités	18
4.2 Circuit d'essai	20
4.3 Alimentation du relais	20
4.4 Critères de défaillance d'un contact	24
5 Détermination des caractéristiques des contacts	26
5.1 Généralités	26
5.2 Evaluation	28
6 Présentation des caractéristiques	32
Annexes	
A Circuit d'essai normalisé	34
B Catégories d'application de contact	38
C Evaluation des résultats d'essais	42
D Méthode simplifiée pour la détermination des caractéristiques des contacts	60
E Evaluation des données de fiabilité des relais de tout-ou-rien	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope and object	7
1.2 Normative references	7
2 Definitions	9
3 Standard rated and preferred values	15
3.1 Standard rated values	15
3.2 Standard preferred values	17
4 Test conditions	19
4.1 General	19
4.2 Test circuit	21
4.3 Relay energization	21
4.4 Criteria of contact failure	25
5 Assessment of contact performance	27
5.1 General	27
5.2 Evaluation	29
6 Presentation of performance	33
Annexes	
A Standard test circuit	35
B Categories of application of contacts	39
C Assessment of test results	43
D Simplified method for assessment of contact ratings	61
E Assessment of reliability characteristics of all-or-nothing relays	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS ÉLECTRIQUES -

Partie 23: Caractéristiques fonctionnelles des contacts

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 255-23 a été établie par le comité d'études 94 de la CEI: Relais électriques de tout ou rien.

Cette norme annule et remplace la CEI 255-0-20 parue en 1974 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la CEI 255-0-20 et des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
41A(BC)32*	94(BC)1

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

Les annexes A à E font partie intégrante de cette norme.

* Le sous-comité 41A a été transformé en comité d'études 94.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL RELAYS –

Part 23: Contact performance

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 255-23 has been prepared by IEC technical committee 94: All-or-nothing electrical relays.

This standard cancels and replaces IEC 255-0-20 published in 1974 and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on IEC 255-0-20 and on the following documents:

DIS	Report on voting
41A(CO)32*	94(CO)1

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

Annexes A to E form an integral part of this standard.

* Sub-committee 41A has been transformed into technical committee 94.

RELAIS ÉLECTRIQUES –

Partie 23: Caractéristiques fonctionnelles des contacts

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente Norme internationale est applicable aux ensembles de contacts de relais entrant dans le domaine de la CEI. Elle couvre les prescriptions fondamentales qui sont généralement communes à tous les types de relais faisant l'objet de la CEI 255, mais des prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires pour des relais de conception spécifique ou pour des applications particulières.

Elle ne s'applique qu'aux relais à l'état neuf.

La présente norme a pour objet de fixer, pour les ensembles de contacts de relais:

- les définitions des termes utilisés;
- les valeurs nominales préférentielles;
- les conditions d'essai préférentielles;
- les critères de base de défaut d'un contact;
- la détermination des caractéristiques;
- la présentation des caractéristiques.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(191): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 50(446): 1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 446: Relais électriques*

CEI 50(531): 1974, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 531: Tubes électroniques*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 255-1-00: 1975, *Relais électriques – Relais électriques de tout-ou-rien*

CEI 255-3: 1989, *Relais électriques – Troisième partie: Relais de mesure et dispositifs de protection à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps dépendant ou indépendant*

ELECTRICAL RELAYS –

Part 23: Contact performance

1 General

1.1 Scope and object

This International Standard is applicable to contact assemblies of relays within the scope of the IEC. It covers basic considerations which are, in general, common to all types of relays covered by IEC 255, but supplementary requirements may be necessitated by specific designs or application.

It applies only to relays in a new condition.

The object of this standard is to state, for relay contact assemblies:

- definitions of terms used;
- preferred rated values;
- preferred test conditions;
- basic criteria of contact failure;
- assessment of performance data;
- presentation of performance data.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 50(446): 1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 446: Electrical relays*

IEC 50(531): 1974, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 531: Electronic tubes*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 255-1-00: 1975, *Electrical relays – All-or-nothing electrical relays*

IEC 255-3: 1989, *Electrical relays – Part 3: Single input energizing quantity measuring relays with dependent or independent time*

CEI 255-5: 1977, *Relais électriques – Cinquième partie: Essais d'isolement des relais électriques*

CEI 255-7: 1991, *Relais électriques – Partie 7: Méthodes d'essai et de mesure pour les relais électromécaniques de tout-ou-rien*

CEI 255-14: 1981, *Relais électriques – Quatorzième partie: Essais d'endurance des contacts des relais électriques – Valeurs préférentielles pour les charges de contact*

CEI 255-15: 1981, *Relais électriques – Quinzième partie: Essais d'endurance des contacts des relais électriques – Spécification pour les caractéristiques des équipements d'essai*

CEI 255-19: 1983, *Relais électriques – Dix-neuvième partie: Spécification intermédiaire: Relais électromécaniques de tout-ou-rien, soumis au régime d'assurance de la qualité*

CEI 255-19-1: 1983, *Relais électriques – Dix-neuvième partie: Spécification particulière cadre: Relais électromécaniques de tout-ou-rien, soumis au régime d'assurance de la qualité – Programmes d'essai 1, 2 et 3*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 605-6: 1986, *Essais de fiabilité des équipements – Sixième partie: Tests de validité de l'hypothèse d'un taux de défaillance constant*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CCITT, Vol. IX: 1989, *Protection contre les perturbations – Recommandations de la série K – Recommandation K.17: Essais à exécuter sur des répéteurs téléalimentés à composants à état solide pour vérifier l'efficacité des mesures de protection contre les perturbations extérieures*

2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE – Pour les termes généraux non définis dans cette norme, il y a lieu de se référer aux autres parties de la CEI 255 et à la CEI 50.

2.1 circuit de contact (voir 2, figure 1): Ensemble des parties conductrices d'un relais destinées à être insérées dans un circuit extérieur donné qui doit être fermé ou ouvert par le relais. [VEI 446-16-02 modifié]

NOTE – Un contact à deux directions comporte deux circuits de contact.

2.2 ensemble de contact (voir 1, figure 1): Ensemble des éléments de contact avec leur isolation qui, par leur mouvement relatif, assurent la fermeture ou l'ouverture de leur circuit de contact. [VEI 446-16-03]

2.3 élément de contact (voir 3, figure 1): Partie conductrice d'un ensemble de contact qui est électriquement isolée de l'autre (ou des autres) quand le circuit de contact est ouvert. [VEI 446-16-04]

2.4 pièce de contact (voir 4, figure 1): Partie d'un élément de contact destinée à contribuer avec une autre à la fermeture du circuit de contact. [VEI 446-16-05 modifié]

IEC 255-5: 1977, *Electrical relays – Part 5: Insulation tests for electrical relays*

IEC 255-7: 1991, *Electrical relays – Part 7: Test and measurement procedures for electro-mechanical all-or-nothing relays*

IEC 255-14: 1981, *Electrical relays – Part 14: Endurance tests for electrical relay contacts – Preferred values for contact loads*

IEC 255-15: 1981, *Electrical relays – Part 15: Endurance tests for electrical relay contacts – Specification for the characteristics of test equipment*

IEC 255-19: 1983, *Electrical relays – Part 19: Electromechanical all-or-nothing relays of assessed quality*

IEC 255-19-1: 1983, *Electrical relays – Part 19: Blank detail specification: Electro-mechanical all-or-nothing relays of assessed quality – Test schedules 1, 2 and 3*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 605-6: 1986, *Equipment reliability testing – Part 6: Tests for the validity of a constant failure rate assumption*

IEC 664-1: 1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

CCITT, Vol. IX: 1989, *Protection against interference – Series K Recommendations – Recommendation K.17: Tests on power-fed repeaters using solid-state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*

2 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions shall apply.

NOTE – For definitions of general terms not defined in this standard, reference should be made to the other parts of IEC 255 and to IEC 50.

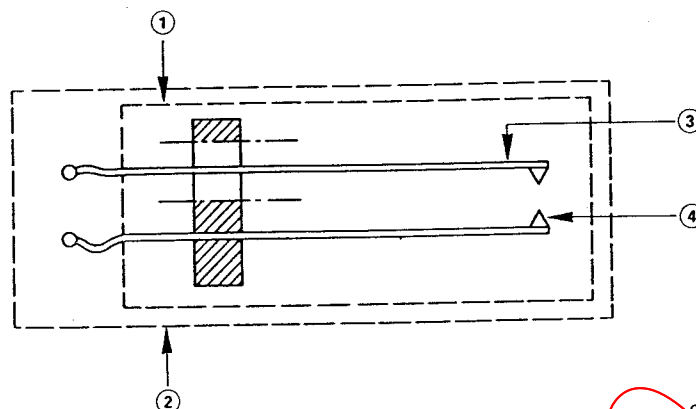
2.1 contact circuit (see 2, figure 1): The whole of the electrically conductive parts of a relay which are intended to be connected to a given external circuit which is to be closed or opened by the relay. [IEV 446-16-02 modified]

NOTE – A change-over contact involves two contact circuits.

2.2 contact assembly (see 1, figure 1): An assembly of contact members, with their insulation, which close or open their contact circuit by their relative movement. [IEV 446-16-03]

2.3 contact member (see 3, figure 1): A conductive part of a contact assembly which is electrically isolated from other such parts when the contact circuit is open. [IEV 446-16-04]

2.4 contact tip, contact point (see 4, figure 1): A conductive part of a contact member designed to co-act with another to close the contact circuit. [IEV 446-16-05 modified]



- ① Ensemble de contact
- ② Circuit de contact
- ③ Élément de contact
- ④ Pièce de contact

Figure 1 – Exemple illustrant les termes 2.1 à 2.4

2.5 contact de travail (contact à fermeture): Contact rompu lorsque le relais est dans l'état de repos et établi lorsque le relais est dans un état de travail.

2.6 contact de repos (contact à ouverture): Contact établi lorsque le relais est dans l'état de repos et rompu lorsque le relais est dans un état de travail.

2.7 intervalle de contact: Intervalle séparant les pièces de contact, dans des conditions spécifiées, lorsque le circuit de contact est ouvert.

2.8 force de contact: Force qu'exerce l'une sur l'autre chacune des deux pièces de contact lorsque le circuit de contact est fermé dans des conditions spécifiées.

2.9 courant limite de service ininterrompu d'un circuit de contact*: Valeur la plus élevée du courant (valeur efficace en courant alternatif) qu'un circuit de contact préalablement fermé est capable de supporter en permanence dans des conditions spécifiées.

2.10 courant limite de courte durée admissible dans un circuit de contact*: Valeur la plus élevée du courant qu'un circuit de contact préalablement fermé est capable de supporter dans des conditions et pendant une courte durée spécifiées.

2.11 pouvoir limite de fermeture*: Valeur la plus élevée du courant qu'un ensemble de contact est capable d'établir dans des conditions spécifiées.

2.12 pouvoir limite de coupure*: Valeur la plus élevée du courant qu'un ensemble de contact est capable de couper dans des conditions spécifiées.

2.13 pouvoir limite de manœuvre*: Valeur la plus élevée du courant qu'un circuit de sortie est capable d'établir et d'interrompre successivement dans des conditions spécifiées telles que tension, nombre de manœuvres, facteur de puissance, constante de temps. [VEI 446-16-21]

* Les valeurs limites (voir 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 et 2.13) peuvent être supérieures aux valeurs nominales correspondantes.

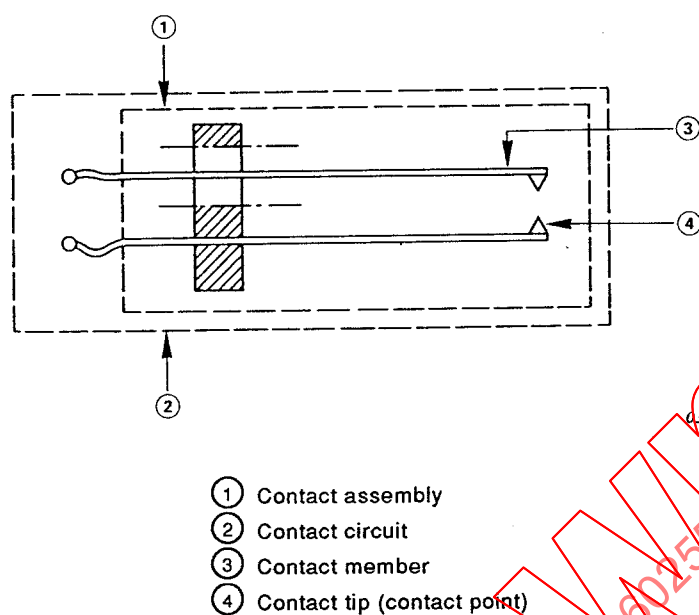


Figure 1 – Example explaining the terms 2.1 to 2.4

2.5 make contact: A contact which is open when the relay is in its unenergized condition and which is closed when the relay is in an energized condition.

2.6 break contact: A contact which is closed when the relay is in its unenergized condition and which is open when the relay is in an energized condition.

2.7 contact gap: The gap between the contact tips, under specified conditions, when the contact circuit is open.

2.8 contact force: The force which two contact tips exert against each other in the closed position under specified conditions.

2.9 limiting continuous current of a contact circuit*: The highest value of current (r.m.s. if a.c.) which a previously closed contact circuit is capable of carrying continuously under specified conditions.

2.10 limiting short-time current of a contact circuit*: The highest value of current which a previously closed contact circuit is capable of carrying for a specified short period under specified conditions.

2.11 limiting making capacity*: The highest value of current which a contact assembly is capable of making under specified conditions.

2.12 limiting breaking capacity*: The highest value of current which a contact assembly is capable of breaking under specified conditions.

2.13 limiting cycling capacity*: The highest value of current which an output circuit is capable of making and breaking successively under specified conditions (voltage, number of cycles, power factor, time constant, etc.). [IEV 446-16-21]

* The limiting values (see 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 and 2.13) may be greater than the corresponding rated values.

2.14 rebondissement: Phénomène qui peut se produire lors de la fermeture ou de l'ouverture d'un circuit de contact lorsque les pièces de contact se touchent et se séparent successivement avant d'atteindre leur position définitive. [VEI 446-16-22]

2.15 temps de rebondissement: Pour un contact qui ferme ou ouvre son circuit, temps écoulé entre l'instant où le contact s'établit ou se rompt pour la première fois et l'instant où le circuit est définitivement fermé ou ouvert. [VEI 446-17-13]

2.16 accompagnement d'un contact: Lors de l'établissement d'un contact, déplacement spécifié des pièces de contact qui prolonge dans le même sens celui par lequel elles se sont touchées une première fois. [VEI 446-16-08]

2.17 glissement des pièces de contact: Lors de l'établissement d'un contact, mouvement relatif de frottement des pièces de contact l'une sur l'autre. [VEI 446-16-09]

Les paragraphes suivants contiennent des définitions applicables aux relais de tout-ou-rien.

2.18 fiabilité d'un relais: Probabilité qu'un relais puisse assumer une fonction exigée dans des conditions définies pour un intervalle de temps donné ou un nombre défini de manœuvres.

NOTE - Il est généralement admis qu'un relais de tout-ou-rien est susceptible à l'origine d'assumer cette fonction exigée dans sa condition initiale.

2.19 moyenne des temps de bon fonctionnement MTBF (abréviation): Espérance mathématique de la durée de bon fonctionnement. [VEI 191-12-09]

2.20 moyenne des temps de bon fonctionnement relative au cycle ($MTBF_c$): $MTBF_c$ est égal à la valeur moyenne relative au cycle μ de la distribution des défauts.

NOTE - Le nombre de manœuvres entre défauts est souvent utilisé à la place du temps de bon fonctionnement; dans ce cas, $MTBF_c$ est utilisé à la place de MTBF.

2.21 taux de défaillance d'un relais* λ (symbole): Le nombre de défauts relatif au temps de service du relais.

NOTE - λ est l'inverse du MTBF.

2.22 taux de défaillance relatif au cycle* λ_c (symbole): λ_c est l'inverse du $MTBF_c$:

$$\lambda_c = \frac{1}{MTBF_c}$$

2.23 endurance électrique: Nombre de cycles avant défaillance, sous des conditions électriques de charge spécifiées et de fonctionnement autres.

NOTE - L'endurance électrique est de préférence établie à un taux de confiance de 60 % ou 90 %.

2.24 essai d'endurance d'un relais: Essai effectué avec un très grand nombre de manœuvres pour détecter si les propriétés des relais sont affectées par l'application de contraintes établies.

* Les termes et définitions sont donnés pour un usage limité tel que le définit l'annexe E.

2.14 bounce: A phenomenon which may occur while a contact circuit is making or breaking and which is characterized by the contact tips successively touching and separating before reaching their final condition. [IEV 446-16-22]

2.15 bounce time: For a contact which is closing (opening) its circuit, the time interval between the instant when the contact circuit first closes (opens) and the instant when the circuit is finally closed (opened). [IEV 446-17-13]

2.16 contact follow; contact over-travel: The further specified movement of the contact tips when making and after they have just touched and while they are travelling in the same direction as the moving contact member. [IEV 446-16-08]

2.17 contact wipe: When a contact is making, the relative rubbing movement of contact tips after they have just touched. [IEV 446-16-09]

The following definitions apply to all-or-nothing relays.

2.18 relay reliability: The probability that a relay can perform a required function under given conditions for a given time interval or number of operations.

NOTE – It is generally assumed that the all-or-nothing relay is able to perform this required function in its initial condition.

2.19 mean operating time between failures MTBF (abbreviation): The expectation of the operating time between failures. [IEV 191-12-09]

2.20 cycle-related mean operating time between failures (MTBF_c)*: MTBF_c equals the cycle-related mean value μ of the failure distribution.

NOTE – MTBF_c is often used in place of MTBF to define the number of cycles between failures in place of the operating time between failures.

2.21 relay failure rate* λ (symbol): The number of failures relative to the time of service of the relay.

NOTE – λ is the reciprocal of MTBF.

2.22 cycle-related failure rate* λ_c (symbol): λ_c is the reciprocal of MTBF_c: $\lambda_c = \frac{1}{\text{MTBF}_c}$

2.23 electrical endurance: The number of cycles until failure, under specified electrical loading and other operating conditions.

NOTE – Electrical endurance is preferably stated at confidence level of 60 % or 90 %.

2.24 relay endurance test: A test carried out over a number of operations to investigate how the properties of a relay are affected by the application of stated stresses.

* Terms and definitions are given for restricted use as explained in annex E.

2.25 panne de contact due à une résistance du circuit de contact: L'apparition d'une panne de contact est détectée lorsque la résistance d'un circuit de contact fermé dépasse la valeur maximale indiquée dans la spécification particulière.

2.26 panne de contact due à la non-ouverture d'un circuit de contact: L'apparition d'une panne de contact, due au fait que le contact ne s'ouvre pas est détectée lorsque la résistance d'un ensemble de contacts ouverts descend au-dessous de la valeur minimale indiquée dans la spécification particulière.

2.27 défaillance de contact: L'apparition d'une défaillance de contact est détectée lorsque le nombre de pannes dû à une résistance du circuit de contact, et/ou le nombre de pannes dû à la non-ouverture d'un circuit de contact dépasse le nombre de pannes indiqué dans la spécification particulière en se référant à un seul contact essayé.

2.28 panne de relais: Etat d'un relais caractérisé par l'apparition d'un dysfonctionnement temporaire.

NOTE – Une panne de relais dure seulement pendant une période limitée après laquelle le relais récupère son aptitude à remplir une fonction demandée, sans nécessité de réparation.

2.29 défaillance de relais: Défaillance apparaissant lorsque le relais est incapable de remplir sa fonction demandée de façon permanente.

2.30 défaut de relais: Toute modification d'une caractéristique exigée pour un relais.

NOTES

- 1 Les exigences peuvent ou non être exprimées sous la forme d'une spécification.
- 2 Un défaut n'affecte pas nécessairement l'aptitude d'un relais à remplir une fonction exigée.

2.31 relais défectueux: Relais contenant un ou plusieurs défauts.

2.32 courant de contact: Courant qui traverse un contact de relais avant son ouverture ou après sa fermeture. [CEI 255-7: 1991, 2.5.1]

2.33 tension de contact: Tension entre les éléments d'un contact avant sa fermeture ou après son ouverture. [CEI 255-7: 1991, 2.5.2]

3 Valeurs normalisées nominales et préférentielles

Des valeurs préférentielles ont été indiquées dans le but de réduire le nombre des essais à effectuer et de fournir des valeurs de référence pour la comparaison des caractéristiques.

3.1 Valeurs nominales normalisées

Les valeurs nominales normalisées des circuits de contact mentionnées ci-après sont extraites des autres parties de la CEI 255.

3.1.1 Tensions nominales

Valeurs préférentielles:

- courant continu: 12 24 48 60 110 125 220 V;
- courant alternatif: 12 24 48 110 220 V (valeur efficace).

D'autres valeurs de tension sont admissibles, bien que non indiquées comme préférées dans la présente norme.

2.25 contact fault due to contact-circuit resistance: The occurrence of a contact fault is assumed when the contact-circuit resistance of a closed contact exceeds the maximum value stated in the relevant specification.

2.26 contact fault due to non-opening of the contact circuit: The occurrence of a contact fault due to the fact that the contact does not open is assumed when the resistance of an open contact assembly falls below the specified minimum value stated in the relevant specification.

2.27 contact failure: The occurrence of a contact failure is assumed when the number of faults due to contact-circuit resistance and/or of faults due to non-opening of the contact circuit exceeds the number of faults stated in the relevant specification, with reference to a single tested contact.

2.28 relay fault: A temporary malfunction occurring in a relay.

NOTE – A relay fault persists for only a limited time after which the relay recovers the ability to perform a required function without being subject to any corrective maintenance.

2.29 relay failure: A failure occurring when the relay is permanently unable to carry out its required function.

2.30 relay defect: Any deviation of a characteristic of a relay from the requirements.

NOTES

- 1 The requirements may or may not be expressed in the form of a specification.
- 2 A defect may or may not affect the ability of a relay to perform a required function.

2.31 defective relay: A relay containing one or more defects.

2.32 contact current: The current a relay contact carries before opening or after closing. [IEC 255-7: 1991, 2.5.1]

2.33 contact voltage: The voltage between the contact members before closing or after opening. [IEC 255-7: 1991, 2.5.2]

3 Standard rated and preferred values

Values indicated as preferred have been chosen so as to minimize test conditions and to provide reference values for comparison of data.

3.1 Standard rated values

Standard rated values for contact circuits given below are selected from other parts of IEC 255.

3.1.1 Rated voltages

Preferred values:

- d.c.: 12 24 48 60 110 125 220 V;
- a.c.: 12 24 48 110 220 V (r.m.s.).

Other voltages are acceptable but have not been preferred in this standard.

3.1.2 Courants nominaux

Pour le courant nominal, de service ininterrompu, en courant alternatif et continu:

1 1,25 1,6 2 2,5 3,15 4 5 6,3 8

ou les multiples et sous-multiples décimaux de ces nombres en ampères. 1, 2 et 5 sont des valeurs préférentielles.

Aucune valeur n'est fixée pour les pouvoirs nominaux de fermeture, de coupure et de manoeuvre.

3.2 Valeurs préférentielles normalisées

3.2.1 Fréquence de manoeuvre

Les valeurs préférentielles sont:

manoeuvres par heure:														
6	30	-	120	-	-	600	-	1 200	1 800	3 600	7 200	-	12 000	-
manoeuvres par seconde:														
-	-	0,025	-	0,05	0,1	-	0,25	-	0,5	1	2	3	-	5
														10
														12,5
														20
														25
														30
														50
														100
														200

3.2.2 Facteur d'utilisation (voir VEI 531-18-15)

Sauf indication contraire du constructeur, le facteur d'utilisation relatif aux circuits d'alimentation doit être de 50 %.

3.2.3 Résistance du circuit de contact

3.2.3.1 Valeurs préférentielles dans les conditions initiales: maximum 100, 200 ou 500 mΩ, 1, 5, 10 ou 50 Ω.

3.2.3.2 Valeurs préférentielles pendant/après les essais: maximum 0,5, 1, 10 ou 100 Ω.

3.2.3.3 Valeur préférentielle pour la détection des pannes dues à la non-ouverture du circuit de contact pendant les essais: minimum 100 kΩ.

3.2.3.4 Tension pour la détection des pannes dues à la non-ouverture du circuit de contact pendant les essais.

Valeurs préférentielles: 5, 6, 12, 24 ou 48 V courant continu.

3.2.4 Essais de rigidité électrique

Les valeurs préférentielles, dans les conditions initiales, entre les différents circuits de contact ouverts et les circuits de contact séparés selon le tableau 1 de la CEI 255-5 sont: 0,5, 1, 1,5, 2 ou 2,5 kV courant alternatif.

3.2.5 Essai à la tension de choc électrique

a) Tensions préférentielles: 0,5, 1,0 ou 1,5 kV.

NOTE – Selon la hauteur au-dessus du niveau de la mer, ces données seront corrigées conformément à 4.1.1.2.1 de la CEI 664-1.

b) Forme d'onde préférentielle: 1,2 μs/50 μs ou 10 μs/700 μs.

c) Nombre préférentiel d'impulsions: alternativement 3 impulsions positives et 3 négatives.

d) Fréquence préférentielle des impulsions: 2 impulsions/min pour une forme d'onde de 10 μs/700 μs.

3.1.2 Rated currents

For rated continuous currents, a.c. and d.c.:

1 1,25 1,6 2 2,5 3,15 4 5 6,3 8

or the decimal multiples or submultiples of these figures in amperes. 1, 2 and 5 are preferred values.

For rated making, breaking and cycling capacity, no values are listed.

3.2 Standard preferred values

3.2.1 Frequency of operation

Preferred values:

cycles per hour:																			
6	30	-	120	-	-	600	-	1200	1800	3600	7200	-	12 000	-	-	-	-	-	-
cycles per second:																			
-	-	0,025	-	0,05	0,1	-	0,25	-	0,5	1	2	3	-	5	10	12,5	20	25	30
																	50	100	200

3.2.2 Duty factor (see IEC 531-18-15)

Unless otherwise stated by the manufacturer, the duty factor referring to the energizing circuits shall be 50 %.

3.2.3 Contact-circuit resistance

3.2.3.1 Preferred values in initial condition: maximum 100, 200 or 500 mΩ, 1, 5, 10 or 50 Ω.

3.2.3.2 Preferred values during/after tests: maximum 0,5, 1, 10 or 100 Ω.

3.2.3.3 Preferred value for detecting faults due to non-opening of the contact circuit during tests: minimum 100 kΩ.

3.2.3.4 Voltage for detecting faults due to non-opening of the contact circuit during tests.

Preferred values: 5, 6, 12, 24 or 48 V d.c.

3.2.4 Dielectric test voltage

Preferred value in initial condition between different opened contact circuits and between separate contact circuits in accordance with table 1 of IEC 255-5: 0,5, 1, 1,5, 2 or 2,5 kV a.c.

3.2.5 Impulse voltage test

a) Preferred voltages (rated values): 0,5, 1,0 or 1,5 kV.

NOTE - Depending on the height above sea-level these values are to be corrected in accordance with 4.1.1.2.1 of IEC 664-1.

b) Preferred waveform: 1,2 μs/50 μs or 10 μs/700 μs.

c) Preferred number of pulses: alternate 3 positive and 3 negative pulses.

d) Preferred frequency of pulses: 2 pulses/min for waveform of 10 μs/700 μs.

3.2.6 *Résistance d'isolement*

- a) Valeurs préférentielles: 5, 10, 20, 50, 100, 500 ou 1 000 M Ω .
- b) Tension de mesure préférentielle: 100 V pour une tension d'isolement assignée de 30 V maximum, 250 V pour une tension d'isolement assignée comprise entre 30 V et 60 V et 500 V pour une tension d'isolement assignée comprise entre 60 V et 250 V.

3.2.7 *Nombre de cycles déterminant l'endurance électrique*

Valeurs préférentielles: 10 000, 20 000, 30 000, 50 000, 100 000, 200 000, 300 000, 500 000, 700 000, 1 000 000, 2 000 000, 3 000 000, 5 000 000, 10 000 000, 20 000 000, 30 000 000, 50 000 000 ou 1000 000 000.

3.2.8 *Taux de défaillance de contact pour évaluation d'essais*

Valeurs préférentielles: maximum 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} ou 10^{-8} /contact/manœuvre.

4 Conditions d'essai

4.1 *Généralités*

- a) Au début de chaque essai, le relais, y compris ses contacts, doit effectivement être dans un état neuf et propre pour ce qui concerne l'essai en question, sauf indication contraire du constructeur.
- b) Le relais doit être monté comme prévu en usage normal, dans son boîtier et avec son couvercle éventuel en place.
- c) La température ambiante pour les essais de fermeture, de coupure et de manœuvre doit être spécifiée par le fabricant et ne doit pas être inférieure à la valeur de référence.
- d) Température ambiante pour les essais en service continu: à la limite supérieure du domaine nominal de température, sauf indication contraire dans la spécification correspondante.
- e) Humidité relative: 45 % à 75 % sauf indication contraire dans la spécification correspondante.
- f) Tous les autres facteurs et grandeurs d'influence doivent avoir leur valeur de référence donnée dans la partie appropriée de la CEI 255.
- g) L'atmosphère doit être pratiquement exempte de poussière et autres polluants.
- h) Lorsqu'un lubrifiant ou toute autre préparation est recommandé par le constructeur, l'application doit en être faite avant le commencement de l'essai.
- i) Durant l'exécution de toute suite donnée d'essais, les contacts ne doivent être ni nettoyés, ni touchés.
- j) La cadence d'essai ne doit pas être supérieure à celle indiquée par le constructeur. Elle doit être telle qu'il n'y ait pas d'effets dommageables par l'échauffement cumulé des contacts ou par ionisation cumulative à l'intérieur du boîtier.

3.2.6 *Insulation resistance*

- a) Preferred values: 5, 10, 20, 50, 100, 500 or 1 000 M Ω .
- b) Preferred measuring voltage: 100 V for a rated insulation voltage of a maximum of 30 V, 250 V for a rated insulation voltage between 30 V and 60 V and 500 V for a rated insulation voltage between 60 V and 250 V.

3.2.7 *Number of cycles determining electrical endurance*

Preferred values: 10 000, 20 000, 30 000, 50 000, 100 000, 200 000, 300 000, 500 000, 700 000, 1 000 000, 2 000 000, 3 000 000, 5 000 000, 10 000 000, 20 000 000, 30 000 000, 50 000 000 or 1000 000 000.

3.2.8 *Contact failure rate for test evaluation purposes*

Preferred values: maximum 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} or 10^{-8} /contact/cycle.

4 **Test conditions**

4.1 *General*

- a) At the commencement of each test, the relay, including contacts, shall be in an effectively new and clean condition in so far as the given test is concerned, unless otherwise stated by the manufacturer.
- b) The relay shall be mounted in the manner intended for normal service, in its case and with cover, if any, in position.
- c) Ambient temperature for make, break and cyclic tests shall be stated by the manufacturer and shall be not less than the reference value.
- d) Ambient temperature for continuous tests: at the upper limit of the nominal range of temperature, unless otherwise stated in the relevant specification.
- e) Relative humidity: 45 % to 75 %, unless otherwise stated in the relevant specification.
- f) All other influencing quantities and factors shall be at their reference values as given in the appropriate part of IEC 255.
- g) The atmosphere shall be as free as possible from dust and other contaminations.
- h) When lubricants or other preparations are recommended by the manufacturer, they shall be applied before commencing the test.
- i) During any given sequence of tests, the contacts shall be neither cleaned nor touched.
- j) The rate of testing shall not exceed that stated by the manufacturer. It shall be such that there is no harmful cumulative heating of the contacts or harmful cumulative ionization within the relay case.

k) Lors des essais en courant alternatif, l'action du relais doit être telle que l'instant de fermeture ou d'ouverture mécanique du contact soit aléatoire vis-à-vis de l'onde (tension pour la fermeture, courant pour l'ouverture), sauf indication contraire dans la spécification correspondante.

l) Il convient que tout dispositif de protection spécifié ou circuit de soufflage de l'arc qui fait partie intégrante du relais ou est indiqué par le constructeur comme nécessaire pour certaines caractéristiques de contact soit en place durant les essais.

m) Si le relais comporte un dispositif ou circuit pour supprimer les interférences à fréquence radio, ce dispositif doit être incorporé dans les circuits de contact durant les essais de contact.

n) Lors des essais de durée de vie, l'équipement d'essai doit permettre le degré de maintien et/ou de conduite requis par les conditions d'essai. Il convient que les caractéristiques de l'équipement d'essai soient celles indiquées dans la CEI 255-15.

o) La longueur et la disposition de tous les conducteurs du circuit d'essai peuvent affecter les caractéristiques fonctionnelles des contacts et doivent être fixées par accord entre constructeur et utilisateur. Des conducteurs d'essais courts peuvent être nécessaires avec des charges résistives afin de réduire les effets de capacités parasites. Les conducteurs doivent avoir une section telle qu'aucune chaleur appréciable ne soit transmise au contact par les conducteurs d'essai ou vice versa (voir aussi l'annexe A).

4.2 *Circuit d'essai*

Sauf spécification contraire, le circuit d'essai doit être celui figurant à l'annexe A de la présente norme ou dans la CEI 255-14. Les conditions d'essai, valeurs normales, etc. doivent être choisies de préférence parmi celles indiquées à l'article 3 et au tableau 1 de la présente norme, mais d'autres valeurs, par exemple des tensions plus faibles pour applications de contact 0, 1 et 2, données dans l'annexe B, peuvent aussi être utilisées.

La valeur indiquée pour le courant doit être la valeur de courant dans le circuit de contact en régime établi (valeur efficace en courant alternatif).

4.3 *Alimentation du relais*

Les conditions suivantes sont applicables à moins que d'autres valeurs soient spécifiées dans la partie appropriée de la CEI 255.

4.3.1 *Relais de tout-ou-rien*

a) *Grandeurs d'alimentation*

Pour les essais des pouvoirs de fermeture, de coupure et de manœuvre, le relais doit être alimenté aux valeurs nominales des grandeurs d'alimentation d'entrée et auxiliaires ($\pm 2\%$). La valeur de relâchement des grandeurs d'alimentation doit être indiquée par le constructeur.

b) *Polarité*

Lorsqu'aucune polarité n'est indiquée sur les circuits d'entrée et/ou sur les circuits de contact, les essais doivent être faits dans les conditions de polarité les plus sévères.

- k) When testing on a.c. loads, actuation of the relay shall ensure that mechanical contact operation is random with respect to the point on the wave (voltage for make duty, current for break duty), unless otherwise stated in the relevant specification.
- l) All specified protective devices or quenching circuits which are part of the relay design, or stated by the manufacturer as necessary for particular contact ratings, should be in position during tests.
- m) If the relay has a device or circuit for suppressing radio interference frequencies, this device shall be included in the contact circuits during contact tests.
- n) During the life test, the test facilities shall be so arranged as to provide the degree of monitoring and/or control required by the test clauses. The characteristics of the test equipment should be as stated in IEC 255-15.
- o) The length and arrangements of all the test circuit leads can affect the contact performance of the contacts and shall be agreed upon between manufacturer and user. Short test leads may be necessary for resistive loads to minimize the effects of stray capacitance. The leads shall have a cross-section such that no significant heat is conducted from the test cables to the contact or vice-versa (see also annex A).

4.2 Test circuit

The test circuit shall be in accordance with annex A of this standard or IEC 255-14, respectively, unless otherwise agreed. The test conditions, standard values, etc., shall preferably be selected from those given in clause 3 and table 1 of this standard, but other values, e.g. lower voltages for contact application 0, 1 and 2, given in annex B, may also be used.

The declared value of the current shall be expressed in terms of the steady-state (r.m.s. if a.c.) value of current in the contact circuit.

4.3 Relay energization

The following conditions are applicable unless other values are specified in the appropriate part of IEC 255.

4.3.1 All-or-nothing relays

a) Energizing quantities

For making, breaking and cycling capacity tests, the relay shall be energized with the rated values of input and auxiliary energizing quantities ($\pm 2\%$). The value of the energizing quantities for drop-out shall be stated by the manufacturer.

b) Polarities

Where polarities are not marked on the terminals of the input circuit and/or contact circuits, the tests shall be made under the most severe conditions of polarity.

Tableau 1 – Caractéristiques des circuits d'essai

Paramètre du circuit d'essai	Valeurs normales		Niveaux de service pour les contacts	Tolérances	Observations
	Nature de la source d'alimentation				
	Courant continu	Courant alternatif			
Tension	Valeur préférentielles et autres valeurs spécifiées		0,1 et 2	± 2 %	Tension aux bornes de la charge y compris le contact fermé
			3	± 5 %	
Fréquence		Valeurs nominales normalisées		± 2 %	
Charge résistive	L = 0		0 et 1	$L \leq R \times 10^{-7}$ ou au moins $L \leq 10^{-4}$	R est la résistance de la charge en ohms L est l'inductance de la charge en henrys
			2 et 3	$L \leq R \times 10^{-6}$ ou au moins $L \leq 10^{-4}$	
		cos φ = 1		+ 0 - 0,01	
Charge inductive	$\frac{L}{R} = 0,005 \text{ s}$		0 et 1	± 15 %	
	$\frac{L}{R} = 0,040 \text{ s}^*$		2 et 3		
		cos φ = 0,4		± 0,1	
Charge capacitive ou non linéaire					Seulement sur demande pour des cas spéciaux. Voir aussi 4.1

* Par accord entre constructeur et utilisateur, des valeurs différentes de 0,040 s peuvent être admises.

4.3.2 Relais de mesure

a) Grandeurs d'alimentation d'entrée et grandeurs caractéristiques

Même conditions que celles applicables pour les essais d'endurance mécanique dans la CEI 255-3, pour relais de mesure.

b) Grandeurs d'alimentation auxiliaires

Pour l'essai des pouvoirs de fermeture, de coupure et de manœuvre, le relais doit être alimenté aux valeurs nominales (±2 %).

Pour le service ininterrompu d'un contact de travail, le relais doit être alimenté à la limite supérieure du domaine d'action (±2 %). La température ambiante doit être à la limite supérieure du domaine nominal.

c) Polarité

Lorsque aucune polarité n'est indiquée sur les circuits d'entrée et/ou sur les circuits de contact, les essais doivent être faits dans les conditions de polarité les plus sévères.

Table 1 – Characteristics of test circuits

Test circuit detail	Standard values		Categories of application for contacts	Tolerances	Notes
	Power source				
	D.C.	A.C.			
Voltage	Preferred and other specified values		0,1 and 2	±2 %	Voltage across the load including the closed contact
			3	±5 %	
Frequency		Standard rated values		±2 %	
Resistive load	$L = 0$		0 and 1	$L \leq R \times 10^{-7}$ or at least $L \leq 10^{-4}$	R is the load resistance in ohms L is the load inductance in henrys
			2 and 3	$L \leq R \times 10^{-6}$ or at least $L \leq 10^{-4}$	
		$\cos \varphi = 1$		+ 0 – 0,01	
Inductive load	$\frac{L}{R} = 0,005 \text{ s}$		0 and 1	± 15 %	
	$\frac{L}{R} = 0,040 \text{ s}^*$		2 and 3		
		$\cos \varphi = 0,4$		±0,1	
Capacitive or non-linear load					On request only for special cases, see also 4.1

* Values other than 0,040 s may be acceptable but shall be agreed upon between manufacturer and user.

4.3.2 Measuring relays**a) Input energizing and characteristic quantities**

The same as those applicable for mechanical endurance test, in IEC 255-3, for measuring relays.

b) Auxiliary energizing quantities

For making, breaking and cycling capacity tests, the relay shall be energized with the rated values (±2 %).

For continuous duty of a make contact, the relay shall be energized at the upper limit of the operative range (±2 %). The ambient temperature shall be at the upper limit of the nominal range.

c) Polarities

Where polarities are not marked on the terminal input circuit and/or contact circuits, the tests shall be made under the most severe conditions of polarity.

4.4 Critères de défaillance d'un contact

Un contact en essai doit être considéré défaillant lorsqu'un ou plusieurs des défauts suivants se présentent:

- a) il n'est plus capable d'assurer le service demandé, ni de satisfaire aux essais correspondants;
- b) il ne répond pas à l'une ou l'autre des caractéristiques énumérées en 4.4.2;
- c) il entraîne un défaut dans n'importe quelle autre partie du relais.

4.4.1 Types de défauts

Défaut temporaire: défaut qui disparaît de lui-même. Pour les relais de tout-ou-rien cela correspond à une panne de relais selon 2.28.

Défaut permanent: défaut qui ne disparaît pas de lui-même. Pour les relais de tout-ou-rien cela correspond à une défaillance de relais selon 2.29.

4.4.2 Caractéristiques du défaut

- a) Relais de tout-ou-rien; domaine d'action réduit.
- b) Relais de mesure (relativement à la grandeur caractéristique) et relais à temps spécifié (relativement au temps spécifié): les limites de l'erreur dépassent deux fois l'indice de classe.
- c) Les temps de fonctionnement, de retour, d'action ou de relâchement dépassent les valeurs indiquées avec leurs tolérances.
- d) Défaillance due aux circuits ouverts ou augmentation de la résistance de contact au-delà d'une limite prescrite. Le contrôle de la résistance de contact peut être effectué à l'aide d'une autre méthode, par exemple en mesurant la chute de tension aux bornes du contact essayé utilisant le courant de charge circulant dans le contact.
- e) Soudure ou autre forme d'adhérence.
- f) Arc maintenu.
- g) Défaut diélectrique si le circuit de contact, en position ouverte, ne peut supporter la tension d'épreuve diélectrique à un niveau de 0,75 fois les valeurs spécifiées pour l'essai diélectrique du relais à l'état neuf (à la terre, par rapport à d'autres circuits ou entre pièces de contact ouvert) selon 6.2 de la CEI 255-5.
- h) Défaut de résistance d'isolement lorsque les valeurs des résistances correspondantes tombent à une valeur inférieure à 0,1 fois la valeur spécifiée pour un relais neuf dans la partie correspondante de la CEI 255.
- i) Défaut de tenue en température si tout isolant associé atteint des températures supérieures à celles admises pour leur classe (CEI 85).
- j) Signes de dommage et/ou de déformations permanentes ou de changements dans les différentes parties composant les circuits de contact (par exemple, connexions) ou d'autres parties du relais dus aux essais de contact.

4.4 Criteria of contact failure

A contact under test shall be deemed to have failed when one or more of the following conditions occur:

- a) it is no longer capable of performing the duty claimed for it and relevant to the particular tests;
- b) it fails in any of the modes listed in 4.4.2;
- c) it causes consequential failure of any other part of the relay.

4.4.1 Types of failure

Temporary failure: a failure which is self-correcting. For all-or-nothing relays this corresponds to a relay fault according to 2.28.

Permanent failure: not self-correcting. For all-or-nothing relays this corresponds to a relay failure according to 2.29.

4.4.2 Modes of failure

- a) All-or-nothing relays: operative range reduced.
- b) Measuring relays (for characteristic quantity) and specified time relays (for specified time): the error limits exceed twice the class index.
- c) Operating, resetting, pick-up or drop-out times are outside stated values with tolerances.
- d) Failure due to open circuits or contact resistance exceeding a prescribed limit. Checking the contact resistance may be carried out using another method, for example, by checking the voltage drop across the tested contact using the load current flowing through the contact.
- e) Welding or other forms of adherence.
- f) Sustained arcing.
- g) Dielectric failure, if the contact circuit, in the open position, fails to withstand dielectric voltage tests at a level 0,75 times the test voltage specified for a new relay (to earth, to other circuits or between open contacts) in accordance with 6.2 of IEC 255-5.
- h) Insulation resistance failure, when relevant resistance values fall to a value below 0,1 times the value specified for a new relay in relevant parts of IEC 255.
- i) Overheating, if any associated insulation reaches temperatures higher than the appropriate class (IEC 85).
- j) Signs of damage and/or permanent distortion or change in the component parts of the contact circuits (e.g. ligaments) or other parts of the relay caused by the contact tests.

5 Détermination des caractéristiques des contacts

5.1 Généralités

Le constructeur doit indiquer les *caractéristiques nominales* des contacts en termes de courant, tension, puissance, nombre de manœuvres et fréquence maximale de manœuvres, taux de défaillances, etc., dans les conditions d'essais indiquées.

Pour des applications de contact 0, 1 et 2 (voir annexe B), d'autres indications peuvent être données en plus des indications normales, par exemple limites inférieures de tension et de courant, nombre de manœuvres et taux de défaillances pour les valeurs de tension et de courant fixées par accord entre constructeur et utilisateur.

Les prescriptions pour les fonctions de fermeture, d'ouverture et de manœuvre sont applicables à chaque contact séparément et, pour le service ininterrompu, à au moins 50 % (ou la valeur supérieure la plus proche si le nombre des contacts est impair) de chaque type de tous les contacts de travail (ou 50 % de tous les contacts de repos ou contacts à deux directions, si ce cas est plus sévère).

Si une dérogation est nécessaire lorsque plusieurs contacts sont chargés en même temps à leur valeur nominale, elle doit être spécifiée par le constructeur.

NOTES

1 Pour de petits relais sous boîtier, comportant de nombreux contacts, une dérogation peut être appliquée, si nécessaire, selon l'une ou plusieurs des méthodes suivantes:

- une fréquence de manœuvre plus faible en service périodique pour éviter une ionisation cumulative à l'intérieur du boîtier;
- un courant de service ininterrompu plus faible pour limiter d'échauffement;
- une tension nominale plus faible pour éviter les arcs entre contacts placés dans des circuits différents et chargés dans les plus sévères conditions de polarité.

2 Il peut être nécessaire de tenir compte de l'emplacement du ou des contacts à l'intérieur du relais.

5.1.1 Pouvoir de fermeture

Le contact doit établir et supporter le courant approprié pendant:

- 200 ms pour l'application de contact 3;
- 25 ms ou un temps égal au facteur d'utilisation (voir 3.2.2) divisé par la fréquence de manœuvre en prenant la valeur la plus faible des deux temps pour les applications de contact 0, 1 et 2.

La charge doit être résistive en courant continu ou en courant alternatif et le courant ne doit pas être coupé par le contact lui-même mais par des moyens indépendants.

NOTE – D'autres valeurs peuvent être convenues entre constructeur et utilisateur quand on utilise d'autres circuits d'essai que ceux de l'annexe A et du tableau 1. En plus de la charge résistive, il y a lieu de considérer en courant continu la charge inductive lorsque le temps de rebondissement est plus long que la valeur L/R . Dans ce cas, il convient d'interrompre le courant après cinq fois la valeur L/R de la charge.

5 Assessment of contact performance

5.1 General

The manufacturer shall state the *rated performance* of the contacts in terms of current, voltage, power, number of operations, maximum frequency of operations, failure rate, etc., under the declared test conditions.

For contacts of applications 0, 1 and 2 in annex B, other data can be stated supplementary to the normal data, e.g. lower limits of voltages and currents, number of operations and failure rate at values of voltages and currents as agreed upon between manufacturer and user.

The requirements for make, break and cyclic duty concern each contact separately, and for continuous duty to not less than 50 % (or the nearest higher value if the number of contacts is not even) of each type of all make contacts (or 50 % of all break or change-over contacts if this case is more severe).

If derating is necessary when more than one contact is loaded at the same time, and at their rated value, this shall be declared by the manufacturer.

NOTES

1 For small relays with many contacts and enclosed by a cover, derating can be applied when necessary, in one or more of the following ways:

- as a lower frequency of operation for cyclic duty to avoid cumulative ionization within the cover;
- as a lower continuous current capacity to limit temperature rise;
- as a lower rated voltage to avoid flash-over between contacts in different circuits loaded at the most severe polarity conditions.

2 It may be necessary to take account of the physical position of the contact(s) within the relay.

5.1.1 Making capacity

The contact shall make and carry the appropriate current for:

- 200 ms for contact application 3;
- 25 ms or a time equal to the duty factor (see 3.2.2) divided by the frequency of operation, whichever is the lower value for contact applications 0, 1 and 2.

The load shall be resistive for both d.c. and a.c. and the current shall not be interrupted by the contact itself but by independent means.

NOTE - Other values may be agreed upon between manufacturer and user when using test circuits other than those in annex A and in table 1. In addition to resistive load, inductive d.c. load may be considered when the bounce time is longer than the L/R value. In that case, the current should be broken after five times the L/R value of the load.

5.1.2 *Pouvoir de coupure*

Le circuit doit être fermé par des moyens indépendants et les contacts doivent couper le courant approprié, la charge étant, sauf spécification contraire, inductive pour courant continu ou alternatif.

5.1.3 *Pouvoir de manœuvre*

Les contacts doivent établir et interrompre le même courant, sauf spécification contraire, avec une charge inductive en courant continu et en courant alternatif (on utilisera normalement les mêmes conditions que pour la détermination du pouvoir de coupure).

NOTE – En cas d'accord entre constructeur et utilisateur, on peut spécifier pour la fermeture un courant plus élevé que pour la coupure.

5.1.4 *Courant de service continu*

Le circuit doit être fermé et ouvert par des moyens indépendants, sauf spécification contraire, et les contacts doivent supporter le courant approprié, la charge étant résistive en courant continu et en courant alternatif. L'essai doit être poursuivi pendant un temps suffisant pour assurer l'équilibre thermique des contacts.

5.1.5 *Courant de courte durée admissible*

Le circuit doit être fermé et ouvert par des moyens indépendants et les contacts doivent supporter le courant approprié pendant 1 s, sauf spécification contraire, avec une charge résistive en courant continu et en courant alternatif.

5.2 *Evaluation*

La méthode rigoureuse de détermination des caractéristiques des contacts (voir 5.2.1) entraîne inévitablement un nombre considérable d'essais, mais peut fournir des résultats qui représentent avec exactitude les caractéristiques limites d'un contact donné. C'est pourquoi le constructeur doit normalement déclarer les caractéristiques correspondant à la méthode.

Dans le domaine des relais de tout-ou-rien, tout cela est à prendre en considération si les caractéristiques de fiabilité d'un type de relais donné sont à déterminer, pour utilisation dans le calcul prévisionnel de fiabilité de l'équipement technique, ou si l'espérance de vie d'un type de relais donné est à prendre en compte dans le cadre de l'assurance de la qualité (essais d'homologation et de contrôle de conformité à la qualité). Dans ce but, on utilisera les considérations de l'annexe E.

Dans certains cas, les coûts entraînés par la méthode rigoureuse peuvent ne pas être justifiés; mais lorsque les circonstances le permettent, il peut être envisagé d'utiliser des méthodes plus simples, par accord entre le constructeur et l'utilisateur. Un exemple d'une telle méthode simplifiée est donné dans l'annexe D.

Si une méthode simplifiée de détermination est utilisée pour l'obtention des caractéristiques indiquées, le constructeur doit décrire sa méthode.

5.1.2 *Breaking capacity*

The circuit shall be closed independently and the contacts shall break the appropriate current with an inductive load, unless otherwise stated, for both d.c. and a.c.

5.1.3 *Cyclic capacity*

The contacts shall make and break the same current, unless otherwise stated, with inductive load for both d.c. and a.c. (the conditions will usually be the same as for the determination of breaking capacity).

NOTE – When agreed upon between manufacturer and user, a higher current for make than for break may be specified.

5.1.4 *Continuous capacity*

The circuit shall be closed and opened by independent means, unless otherwise stated, and the contacts shall carry the appropriate current with a resistive load for both d.c. and a.c. The test shall continue for sufficient time to ensure the thermal equilibrium of the contacts.

5.1.5 *Short-time capacity*

The circuit shall be closed and opened by independent means and the contacts shall carry the appropriate current for 1 s, unless otherwise stated, with a resistive load for both d.c. and a.c.

5.2 *Evaluation*

The rigorous method of assessing contact performance (see 5.2.1) inevitably involves a considerable amount of testing, but can yield data which accurately represent the performance limits of a given contact and the manufacturer shall therefore normally state characteristics according to this method.

In the field of all-or-nothing relays this comes into consideration if reliability characteristics of a given relay type for use in the reliability prediction of technical equipment are to be determined, or if the life expectancy of a given relay type is to be assessed within the scope of its quality assurance (qualification approval tests and quality conformance inspection). For these purposes, the statements given in annex E shall be applied.

In some instances, the costs implicit in the rigorous assessment may not be justifiable; but where circumstances permit, it may be possible to use simpler methods by agreement between manufacturer and user. One example of such a simplified method is given in annex D.

If a simplified method of assessment is used as a basis for performance claims, the manufacturer shall describe his method.

5.2.1 *Méthode de détermination rigoureuse*

La méthode rigoureuse de détermination des caractéristiques des contacts se rapporte essentiellement aux essais d'évaluation, lors de la conception, de la durée de vie des contacts. La détermination lot par lot des caractéristiques des contacts pour l'assurance de la qualité peut faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur. La CEI 410 peut être utilisée comme base.

5.2.1.1 *Méthode de détermination de base*

Une telle détermination est exigée pour tous les essais conformément à 5.2.1. La signification de cette détermination est décrite à l'annexe C.

- a) Sauf spécification contraire, 20 circuits de contact doivent être essayés. Le nombre de manœuvres déclaré doit être inférieur au nombre de manœuvres qui correspond à la première défaillance.

Un nombre de manœuvres déclaré correspondant à la première défaillance (voir 4.4) entraînera une fiabilité d'environ 89 % (c'est-à-dire que moins de 11 % des circuits de contact similaires présenteront un défaut). Ce nombre de manœuvres déclaré aura un niveau de confiance associé de 90 % (voir tableau C.1 de l'annexe C).

Si une seule défaillance apparaît avant le nombre de manœuvres déclaré, 20 contacts supplémentaires doivent être essayés. Ces contacts doivent alors fonctionner sans défaillance, au moins jusqu'au nombre de manœuvres déclaré.

Dans ce cas, pour un niveau de confiance de 90 %, la fiabilité est d'environ 88 %.

- b) Comme alternative, le constructeur peut déclarer d'autres niveaux de fiabilité ayant d'autres niveaux de confiance, mais 10 circuits de contact au moins doivent être essayés. La relation entre l'effectif de l'échantillon, la fiabilité et le niveau de confiance doit être en accord avec l'annexe C.

5.2.1.2 *Méthode de détermination complète (par méthodes graphiques)*

Davantage d'informations peuvent être déduites de ces résultats d'essais (voir annexe C, article C.3).

Afin de permettre de tirer des conclusions par voie statistique avec un niveau de confiance suffisamment élevé et de maintenir les coûts des essais aussi bas que possible, les essais doivent être poursuivis de préférence jusqu'à ce que la majorité des contacts ou respectivement des relais de l'échantillon soient devenus défectueux ou, si aucun défaut n'apparaît, jusqu'à au moins trois fois le nombre de manœuvres déclaré.

5.2.2 *Méthode de détermination simplifiée*

Voir l'exemple de l'annexe D.

5.2.1 *Rigorous method of assessment*

The rigorous method of assessing contact performance refers essentially to the design evaluation testing of contact life. Lot-by-lot assessment of contact performance for quality assurance may be covered by agreement between manufacturer and user. IEC 410 can be used as a basis.

5.2.1.1 *Basic assessment*

An assessment in this form is required of all proving tests in accordance with 5.2.1. The significance of this assessment is described in annex C.

- a) Unless otherwise declared, 20 contact circuits shall be tested. The claimed number of operations shall be less than the number of cycles giving the first failure.

A claim corresponding to the number at first failure (see 4.4) implies a reliability of approximately 89 % (i.e. less than 11 % of similar contact circuits would fail). This claim would have an associated confidence level of 90 % (see table C.1 in annex C).

If only one failure occurs before the claimed number of cycles, 20 further contacts shall be tested. These contacts shall operate without failure up to at least the claimed number of cycles.

In this case, for a confidence level of 90 %, the reliability will be approximately 88 %.

- b) Alternatively, the manufacturer may declare other reliability levels at other confidence levels, but at least 10 contact circuits shall be tested. The relationship between sample size, reliability and confidence levels shall be in accordance with annex C.

5.2.1.2 *Extended assessment (by graphical methods)*

Further information can be deduced from these test data (see annex C, clause C.3).

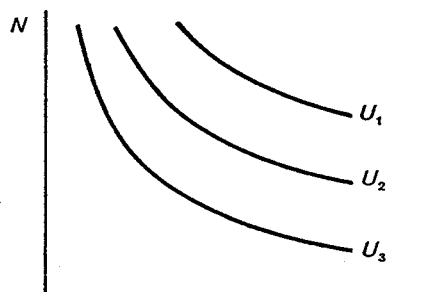
In order to make statistical inferences possible at a sufficiently high confidence level and to keep costs of testing as low as possible, the tests shall preferably continue until most of the contacts or relays respectively in the sample have failed or, if no failures occur, up to at least three times the claimed number of cycles.

5.2.2 *Simplified method of assessment*

See example in annex D.

6 Présentation des caractéristiques

Lorsque des informations détaillées concernant les caractéristiques des contacts doivent être fournies, elles peuvent être présentées sous forme de famille de courbes, de préférence à échelles logarithmiques (voir figure 2) ou sous forme de tableaux appropriés.



où

U_1 , U_2 et U_3 sont les tensions d'essai (voir l'article 3);

N est le nombre spécifié de cycles de fonctionnement des contacts;

I est le courant du contact.

NOTES

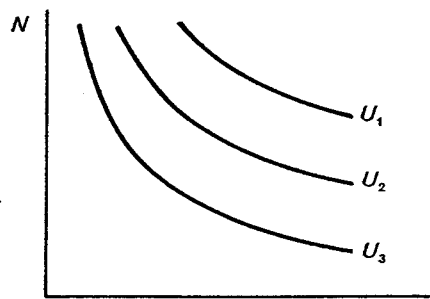
1 Il convient de prendre des précautions pour s'assurer qu'un nombre de points suffisant ont été utilisés pour le tracé des courbes ci-dessus.

2 Il convient d'assurer des informations supplémentaires à ces courbes ou tableaux (par exemple courant continu ou alternatif, charge résistive ou réactive, fréquence de manœuvre, niveau de confiance pour une fiabilité déclarée).

Figure 2 – Présentation des caractéristiques des contacts (exemple)

6 Presentation of performance

When detailed data concerning contact performance is required, it may be presented as a family of curves, preferably using logarithmic scales (see figure 2) or in suitable tables.



where

U_1 , U_2 and U_3 are the test voltages (see clause 3);

N is the claimed number of contact cycles;

I is the contact current.

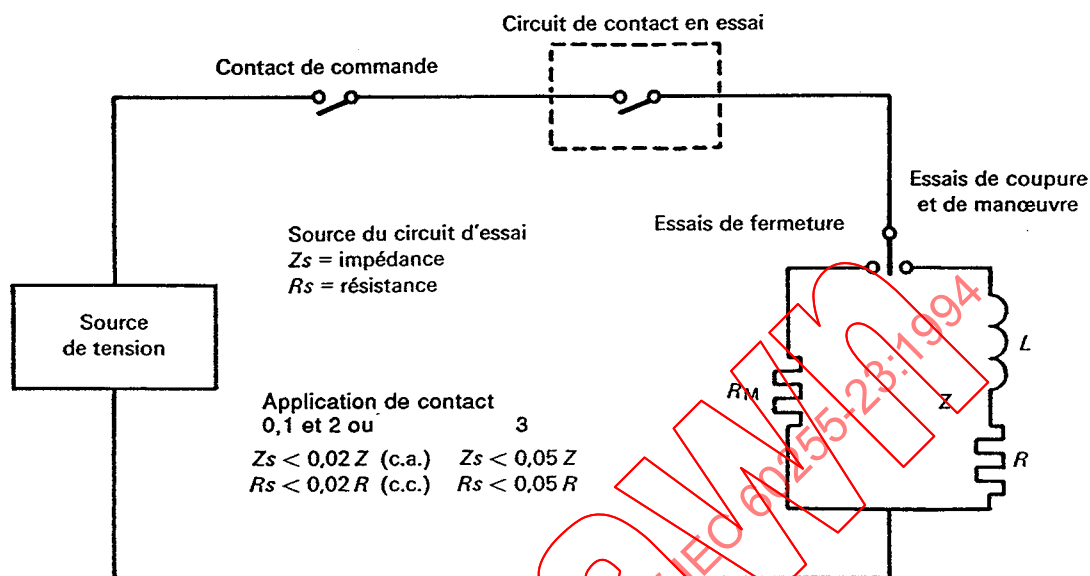
NOTES

1 Care should be taken to ensure that a sufficient number of points are determined when plotting the above curves.

2 Additional data should be associated with the curves or tables (e.g. a.c. or d.c., resistive or inductive load, frequency of operation, confidence level for a stated reliability).

Figure 2 – Presentation of contact performance (example)

Annexe A (normative) Circuit d'essai normalisé



Pour les valeurs normales et les tolérances sur $\frac{A}{R}$ ou $\cos \phi$, voir 4.2, tableau 1.

Figure A.1 – Circuit d'essai normalisé

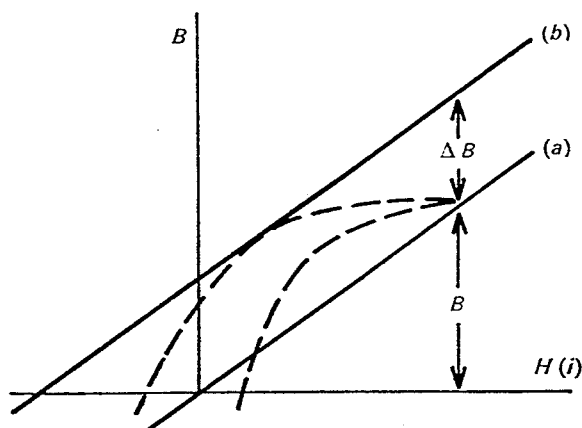
A.1 Résistances de charge

La non-linéarité des résistances due au coefficient de température ou à d'autres causes ne doit pas dépasser 2 %.

A.2 Inductances de charge

La non-linéarité de la courbe de magnétisation $\frac{\Delta B}{B}$ ne doit pas dépasser 2 %, y compris l'influence maximale de l'hystérésis. Des noyaux en C, avec un entrefer minimal spécifié et des résistances en série, peuvent être utilisés pour réduire la non-linéarité.

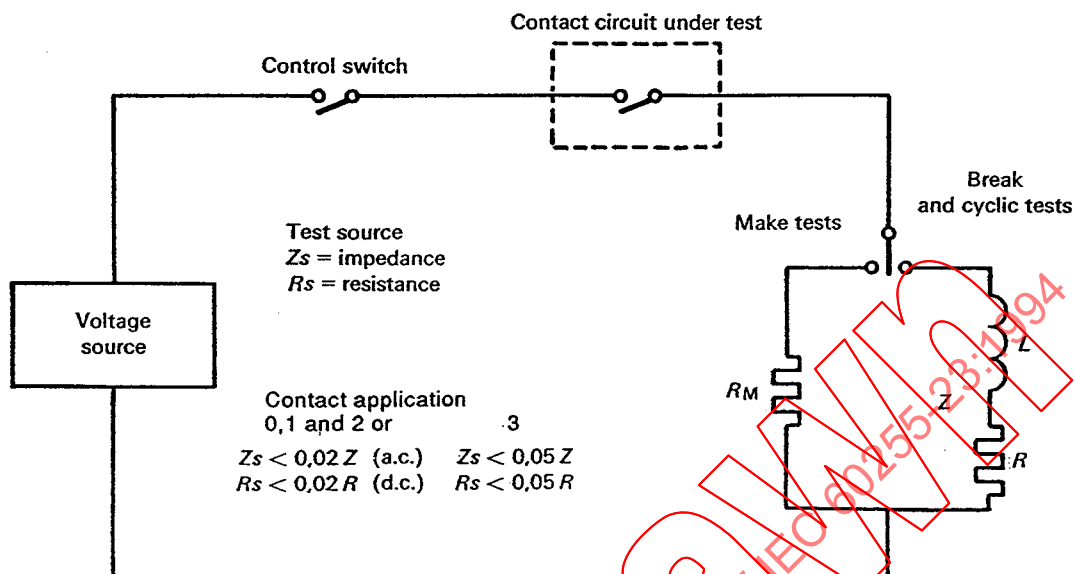
NOTE – La non-linéarité $\frac{\Delta B}{B}$ sera déterminée sur le tracé du cycle d'hystérésis au point de fonctionnement B en menant la parallèle (b) à la distance ΔB à la droite idéale (a) et tangente à la courbe de démagnétisation de l'inducteur.



314/74

Figure A.2 – Détermination de la non-linéarité $\Delta B/B$

Annex A (normative) Standard test circuit



IEC 859/94

For standard values and tolerances for $\frac{L}{R}$ or $\cos \varphi$, see 4.2, table 1.

Figure A.1 – Standard test circuit

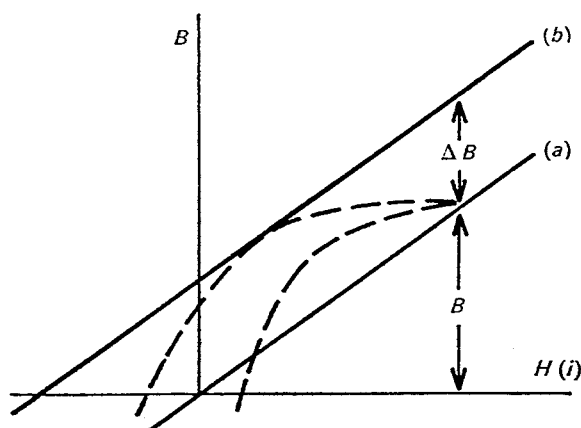
A.1 Load resistors

The non-linearity of the resistors due to temperature coefficient and other causes shall not exceed 2 %.

A.2 Load inductors

The non-linearity in the magnetizing curve $\frac{\Delta B}{B}$ shall not exceed 2 %, including maximum influence from the hysteresis. C-cores with defined minimum air-gap and series resistance can be used to reduce the non-linearity.

NOTE – The non-linearity $\frac{\Delta B}{B}$ is to be determined in the hysteresis loop at the working point B by drawing a parallel (b) at the distance ΔB to the ideal line (a) and tangential to the switch-off curve of the inductor:



314/74

Figure A.2 – Determination of non-linearity $\Delta B/B$

A.3 Conducteurs et schéma d'essai

Si la source d'essai est mise à la terre par un de ses pôles, le contact en essai doit être relié au pôle qui donne les plus sévères conditions (le plus long temps d'arc). Voir également 4.3.1 b) et 4.3.2 c).

La longueur des conducteurs du circuit d'essai peut affecter les caractéristiques fonctionnelles des contacts (voir aussi 4.1 o)) et doit être fixée par accord entre constructeur et utilisateur.

Les énoncés donnés dans la CEI 255-14 et la CEI 255-15 doivent s'appliquer d'une manière préférentielle.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-23:1994

Withdrawn

A.3 Test leads and scheme

If the test source is earthed at one pole, the contact under test shall be connected in the pole which gives the most severe conditions (the longest arcing time). See also 4.3.1 b) and 4.3.2 c).

The length of the test circuit leads can affect the contact performance of the contacts (see also 4.1 o)) and shall be agreed upon between manufacturer and user.

Preferably, statements given in IEC 255-14 and IEC 255-15 shall be applied.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-23:1994

Withdr2Wm

Annexe B (normative)

Catégories d'application de contact

B.1 Un contact peut être utilisé dans plus d'une application avec des valeurs intermédiaires qui doivent être indiquées dans la spécification en vigueur.

EXEMPLE:

Valeurs standard de travail pour des entrées digitales de contrôleurs programmables à la tension nominale de 24 V:

- limites de tension: $14\text{ V} < U < 27\text{ V}$;
- limites de courant: $2\text{ mA} < I < 15\text{ mA}$.

Dans cet exemple, les valeurs intermédiaires pour des contacts adéquats sont:

$U = 20,5\text{ V}$; $I = 8,5\text{ mA}$ (valeurs moyennes),

qui ne sont pas couvertes par une seule application de contact

B.2 Application de contact 0 (CA0)

Contact caractérisé par une tension comprise maximale de 30 mV et un courant maximal de 10 mA.

B.3 Application de contact 1 (CA1)

Contact caractérisé par une tension comprise entre 30 mV et 60 V, et un courant compris entre 10 mA et 0,1 A.

B.4 Application de contact 2 (CA2)

Contact caractérisé par une tension comprise entre 5 V et 250 V, et un courant compris entre 0,1 A et 1 A.

B.5 Application de contact 3 (CA3)

Contact caractérisé par une tension comprise entre 5 V et 600 V, et un courant compris entre 0,1 A et 100 A.

Annex B (normative)

Categories of application of contacts

B.1 A contact may be used in more than one application with intermediate values which shall be stated in the relevant specification.

EXAMPLE:

Standard operating values for digital inputs of programmable controllers for 24 V nominal voltage:

- voltage limits: $14\text{ V} < U < 27\text{ V}$;
- current limits: $2\text{ mA} < I < 15\text{ mA}$.

For this example, the intermediate values for appropriate contacts are:

$U = 20,5\text{ V}$; $I = 8,5\text{ mA}$ (mean values),

which are not covered by only one contact application.

B.2 Contact application 0 (CA0)

A contact characterized by a maximum contact voltage of 30 mV and a maximum contact current of 10 mA.

B.3 Contact application 1 (CA1)

A contact characterized by a contact voltage between 30 mV and 60 V, and a contact current between 10 mA and 0,1 A.

B.4 Contact application 2 (CA2)

A contact characterized by a contact voltage between 5 V and 250 V, and a contact current between 0,1 A and 1 A.

B.5 Contact application 3 (CA3)

A contact characterized by a contact voltage between 5 V and 600 V, and a contact current between 0,1 A and 100 A.

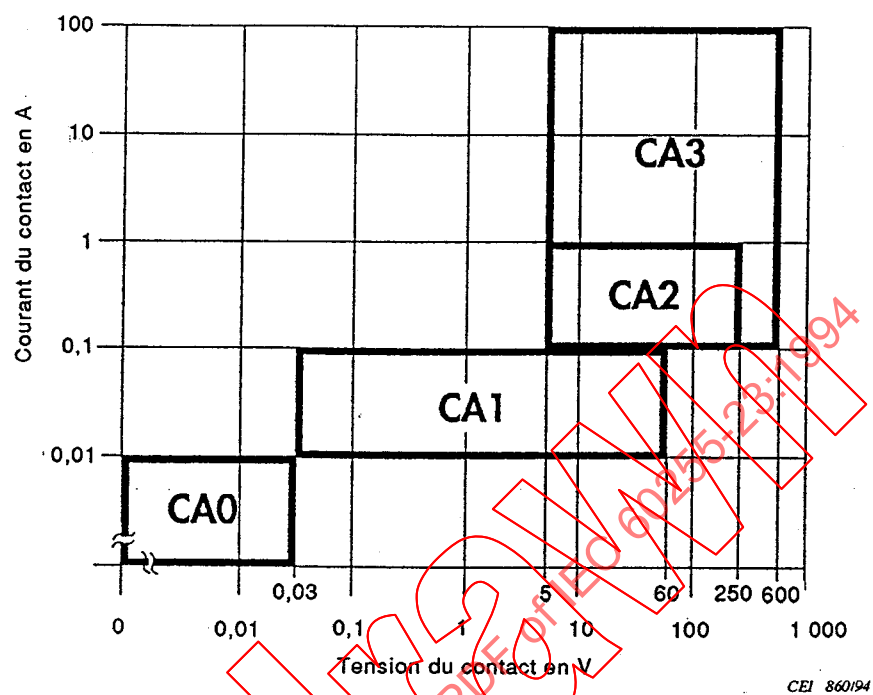


Figure B.1 – Répartition des applications de contacts

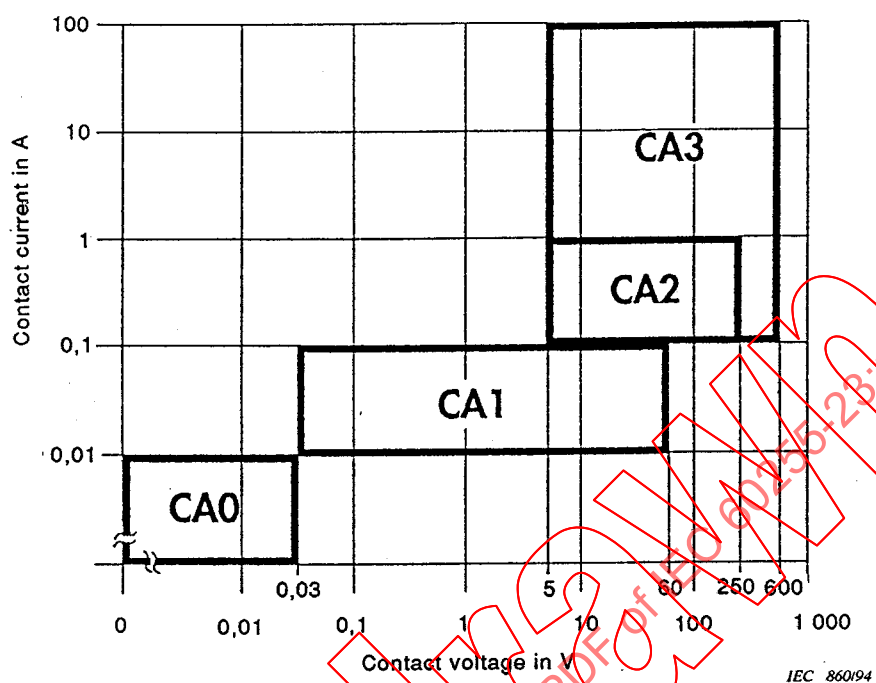


Figure B.1 – Repartition of contact applications

Annexe C (normative)

Evaluation des résultats d'essais

C.1 Introduction

Les déclarations de caractéristiques de contacts sont, en général, basées sur les résultats d'essais d'ensembles de contacts similaires ou des relais. De tels essais sont nécessairement faits sur un nombre limité d'ensembles de contacts et l'on doit déduire de ces résultats les caractéristiques d'un nombre potentiellement grand d'ensembles (lesquels, puisque les essais sont destructifs, ne peuvent être complètement essayés). Le résultat final des premiers essais sera une déclaration des caractéristiques dans les termes généraux suivants:

«Les caractéristiques annoncées (ou des meilleures) seront obtenues dans x % de tous les cas, ce qui signifie une fiabilité de x %. Cette affirmation est faite avec un niveau de confiance de γ %.»

Cependant, d'autres déductions valables peuvent souvent être tirées des résultats d'essais. Lorsqu'un constructeur désire faire le maximum possible de déclarations de caractéristiques, les preuves sur lesquelles de telles déclarations seront basées devront manifestement être plus complètes que lorsqu'une déclaration à un niveau plus bas est faite. C'est pourquoi le paragraphe 5.2.1 envisage deux approches complémentaires pour déterminer les caractéristiques (voir plus loin la méthode de détermination de base et la méthode de détermination complète).

C.2 Détermination de base

La détermination de base adoptée dans cette norme est basée sur la première défaillance dans la séquence d'essais apparaissant au-delà du nombre de manœuvres déclaré et ne présume d'aucune distribution particulière des défaillances. En termes statistiques, c'est une méthode exempte de distribution basée sur le premier ordre statistique.

Le tableau C.1 donne les pourcentages maximaux estimés de p de la population qui seraient défectueux dans des circonstances identiques d'essais et de conception avec un niveau de confiance donné γ .

Tableau C.1 – Relation entre taux de défaillance, niveau de performance et taille de l'échantillon

Taille de l'échantillon n	Valeur maximale de p (en %) pour un niveau de confiance γ de:				
	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
10	6,7	8,7	11,3	14,9	20,6
20	3,4	4,5	5,8	7,7	10,9

Annex C (normative)

Assessment of test results

C.1 Introduction

Claims of contact performance are, in general, based on the results of tests of similar contact assemblies or relays. Such tests are necessarily made on a limited number of contact assemblies, and from the results an inference shall be made of the performance of a potentially large number of assemblies (which, since the tests are destructive, cannot be fully proved). The ultimate result of the initial tests will be a declaration of performance in the following general terms:

"The stated performance (or better) will be achieved, in x % of all cases, this means a reliability of x %. This statement is made with a confidence level of γ %."

However, other valuable inferences can often be drawn from the test data. When a manufacturer wishes to make the maximum possible claims of performance, the evidence upon which those claims are to be based will obviously need to be more complete than when a lower claim is made. Subclause 5.2.1 therefore envisages two complementary approaches to assessing the performance, referred to below as basic assessment and extended assessment.

C.2 Basic assessment

The basic assessment adopted in this standard is based on the first failure in the test sequence occurring beyond the claimed number of operations and does not assume any particular distribution of failures. In statistical terms, it is a distribution-free method based on the first order statistic.

Table C.1 gives the estimated maximum percentages p of the population which would fail under identical circumstances of test and design and at a given confidence level γ .

**Table C.1 – Relation between failure rate, confidence level
and sample size**

Sample size n	Maximum value of p (in %) for a confidence level γ of:				
	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
10	6,7	8,7	11,3	14,9	20,6
20	3,4	4,5	5,8	7,7	10,9

EXEMPLE:

On peut dire avec un niveau de confiance γ de 90 %, que la population dont un échantillon de 20 contacts est représentatif ne présentera pas plus de 10,9 % de défaillances en dessous du nombre de fonctionnements auquel la première défaillance apparaît dans l'échantillon.

Les informations du tableau C.1 peuvent être étendues en se servant de la formule suivante:

$$\gamma = 1 - \left(1 - \frac{p}{100}\right)^n \quad (C.1)$$

Il peut aussi être fait référence à des ouvrages classiques, etc. (voir l'article C.4).

C.3 Méthode de détermination complète (par méthodes graphiques)

Comme le modèle de distribution des défaillances ne peut pas être connu avant les essais, un système généralisé d'analyse doit être utilisé qui puisse tenir compte des différents modèles de distribution et, si possible, les identifier.

Dans l'approche préférentielle, les défaillances sont disposées dans l'ordre croissant du nombre de fonctionnement au moment du défaut, ce qui permet de relever chacune en fonction de son «rang». Il est préférable de faire le relevé en termes de «rangs médians» comme le montre le tableau C.3.

Lorsque ces informations sont relevées sur un graphique approprié, la courbe obtenue peut être utilisée pour des analyses. L'une des approches analytiques donnant le plus de possibilités est l'utilisation de la distribution de Weibull qui, en choisissant convenablement les paramètres, permet d'obtenir un large éventail de courbes possibles.

La distribution de Weibull est définie par:

$$F(N) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{N - \alpha}{N_c} \right)^\beta \right] \quad N \geq \alpha \quad (C.2)$$

où

N est le nombre de cycles de fonctionnement au moment où se produit la défaillance de contact;

N_c est le paramètre d'échelle: valeur caractéristique de N (correspondant à une proportion de défaillance de 63,2 %);

α est le paramètre de position: nombre de cycles de fonctionnement jusqu'auquel il ne peut pas se produire de défaillance; en général, $\alpha = 0$;

β est le paramètre de forme: β représente la pente de la courbe de distribution de Weibull.

Le taux de défaillance (fonction de risque) correspondant à la distribution de Weibull est défini par la fonction:

$$q = \frac{\beta}{N_c} \left(\frac{N}{N_c} \right)^{\beta-1} \quad (\text{pour } \alpha = 0) \quad (C.3)$$

EXAMPLE:

It can be said with a confidence level γ of 90 %, that the population of which the sample of 20 contacts is representative will contain not more than 10,9 % failures at the number of cycles below that at which the failure in the sample occurs.

The data in table C.1 may be extended by the use of the following formula:

$$\gamma = 1 - \left(1 - \frac{p}{100}\right)^n \quad (\text{C.1})$$

Reference can also be made to standard textbooks, etc. (see clause C.4).

C.3 Extended assessment (by graphical methods)

Since the pattern of failure distribution may not be known in advance of the tests, a generalized system of analysis shall be used which can take account of different patterns and identify them when possible.

In the preferred approach, the failures are arranged in an ascending order of number of cycles at failure, and from this each can be plotted in terms of its "rank". It is preferable to plot in terms of the "median ranks" as shown in table C.3.

When these data are plotted on appropriate graph paper, the resultant curve can be used for analytical purposes. One of the most powerful analytical approaches is the use of the Weibull distribution which, by correctly choosing the parameters, can match a wide range of possible curves.

The Weibull distribution is given by:

$$F(N) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{N - \alpha}{N_c} \right)^\beta \right] \quad N \geq \alpha \quad (\text{C.2})$$

where

N is the number of cycles at contact failure;

N_c is the scale parameter: the characteristic value of N (at 63,2 % failures);

α is the location parameter: the number of cycles up to which no failures can occur; generally $\alpha = 0$;

β is the shape parameter: β indicates the slope of the Weibull distribution.

The corresponding Weibull failure rate function (or hazard function) is given by:

$$q = \frac{\beta}{N_c} \left(\frac{N}{N_c} \right)^{\beta-1} \quad (\text{for } \alpha = 0) \quad (\text{C.3})$$

Il en résulte que le taux de défaillance décroît lorsque $\beta < 1$ (défaillances précoces), qu'il reste constant lorsque $\beta = 1$ (défaillance à taux constant) et qu'il croît lorsque $\beta > 1$ (défaillance d'usure). En conséquence, la pente β de la courbe de distribution de Weibull permet de distinguer:

- les défaillances précoces;
- les défaillances aléatoires;
- les défaillances d'usure.

La figure C.1 représente un graphique de probabilité de Weibull vierge.

Le papier de probabilité de Weibull est dérivé de la fonction de distribution de Weibull, de la manière suivante:

$$1 - F(N) = \exp \left[- \left(\frac{N}{N_c} \right)^\beta \right] \quad (C.4)$$

ou

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta \ln N_c \quad (C.5)$$

Il existe donc une relation linéaire entre $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ et $\ln N$.

Pour représenter une courbe de Weibull sous forme de droite, le papier de distribution de Weibull comporte une échelle logarithmique double sur l'axe vertical et une échelle logarithmique simple sur l'axe horizontal.

A droite, figurent les valeurs correspondantes de $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ et, en haut, les valeurs correspondantes de $\ln N$, selon des échelles linéaires.

Si $N = N_c$, on obtient:

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = 0$$

et la valeur correspondante:

$$F(N) = 1 - \frac{1}{e} = 0,632$$

Par conséquent, le zéro de l'échelle linéaire verticale de β correspond à une proportion de défaillance de 63,2 %, comme le montre le trait interrompu. On peut ainsi estimer la valeur caractéristique N_c .

Le point (1;0) des échelles linéaires correspond à:

$$\ln N = \ln N_c = 1$$

d'où il résulte que toute droite passant par ce point (1;0) coupe l'axe vertical (pour lequel $\ln N = 0$) en un point d'ordonnée β (voir la figure C.2).

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta = -\beta \quad (\text{avec } \ln N = 0)$$

On peut lire la valeur β sur l'échelle verticale de droite.

From this, it can be seen that the failure rate decreases when $\beta < 1$ (early failures), remains constant when $\beta = 1$ (random failures) and increases when $\beta > 1$ (wear-out). So the slope β of the Weibull distribution plot enables one to distinguish between:

- early failures;
- random failures;
- wear-out failures.

Figure C.1 shows a blank Weibull probability chart.

Weibull probability paper is derived from the Weibull distribution function in the following way:

$$1 - F(N) = \exp \left[- \left(\frac{N}{N_c} \right)^\beta \right] \quad (C.4)$$

or

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta \ln N_c \quad (C.5)$$

So a linear relationship exists between $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ and $\ln N$.

To obtain a straight line as a Weibull plot, the Weibull distribution paper has a double logarithmic scale on the vertical axis and a single logarithmic scale on the horizontal axis.

On the right are the corresponding values of $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ and on the top the corresponding values of $\ln N$, on linear scales.

If $N = N_c$, it follows that

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = 0$$

and the corresponding value of:

$$F(N) = 1 - \frac{1}{e} = 0,632$$

Therefore, the zero on the vertical linear scale of β corresponds with 63,2 % failures, as shown by the dotted line. In this way, the characteristic number of operations N_c can be estimated.

The point (1;0) on the linear scale corresponds to:

$$\ln N = \ln N_c = 1$$

from which it follows that every straight line through (1;0) intersects the vertical axis (at which $\ln N = 0$) at a distance β from the origin [0.0] (see figure C.2).

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta = -\beta \quad (\text{with } \ln N = 0)$$

The value of β can be read from the right-hand vertical scale.

Pour l'estimation de la moyenne μ et de l'écart type σ de la distribution des défaillances, on se reportera aux monogrammes figurant à l'extrême droite et à ceux figurant au-dessus du papier de probabilité. Cela est possible grâce au fait que $\frac{\mu}{N_c}$ et $\frac{\sigma}{N_c}$ sont fonction de β seulement.

La probabilité cumulée déduite de la valeur moyenne μ et l'écart type σ doivent être précisés dans la spécification en vigueur. On doit utiliser de préférence une probabilité cumulée de 60 % ou 90 %.

EXEMPLE:

Pendant un essai de durée, les défaillances se sont produites comme indiqué dans le tableau ci-après (effectif de l'échantillon $n = 20$ contacts ou relais respectivement).

Tableau C.2 – Enregistrement de défaillances au cours d'un essai de durée (exemple)

i	$N (\times 10^6 \text{ cycles})$	Rang médian $\times 100 \%$
1	2,7	3,4 %
2	3,4	8,3 %
3	4,4	13,1 %
4	5,2	18,1 %
5	5,3	23,0 %
6	5,6	27,9 %
7	5,7	32,8 %
8	6,5	37,7 %
9	7,5	42,6 %
10	8,7	47,5 %
11	9,7	52,3 %
Pas de défaillance jusqu'à $9,7 \times 10^6$ cycles de fonctionnement		
20		

Il convient de procéder de la manière suivante:

- a) Déterminer le rang médian (m.r.) en se reportant au tableau C.3 ou, si l'effectif de l'échantillon n n'est pas donné dans le tableau, calculer m.r. comme suit:

$$\text{m.r.} = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \quad (\text{C.6})$$

Les valeurs concernant l'exemple sont données dans la troisième colonne du tableau C.2.

- b) Porter sur le graphique de probabilité de Weibull (figure C.2) les rangs médians ainsi obtenus en regard du nombre correspondant.

- c) Si possible, ajuster une droite à l'ensemble des points.

NOTE – S'il n'est pas possible de tracer une simple droite, il est probable qu'il existe plusieurs causes de défaillances.

The mean μ and the standard deviation σ of the failure distribution can be estimated by using the nomograms shown to the extreme right and above the probability paper. This is possible because $\frac{\mu}{N_c}$ and $\frac{\sigma}{N_c}$ are functions of β only.

The cumulative probability derived from the mean value μ and the standard deviation σ shall be stated in the relevant specification. Preferably, the cumulative probability of 60 % or 90 % shall be applied.

EXAMPLE:

In a life test, contacts or relays respectively failed according to the following table (sample size $n = 20$ contacts or relays respectively).

Table C.2 – Record of failures in a life test (example)

i	$N (\times 10^6 \text{ cycles})$	Median rank $\times 100 \%$
1	2,7	3,4 %
2	3,4	8,3 %
3	4,4	13,1 %
4	5,2	18,1 %
5	5,3	23,0 %
6	5,6	27,9 %
7	5,7	32,8 %
8	6,5	37,7 %
9	7,5	42,6 %
10	8,7	47,5 %
11	9,7	52,3 %
No failures up to $9,7 \times 10^6$ cycles		
20		

The following procedure is adopted:

- a) Find median rank (m.r.) from table C.3 or, if the sample size n is not given there, calculate m.r. from:

$$\text{m.r.} = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \quad (\text{C.6})$$

The values for the example are given in the third column of table C.2.

- b) Plot the median ranks at the corresponding number of cycles on the Weibull probability chart (figure C.2).

- c) Fit, when possible, a straight line to the plots.

NOTE – If a single straight line cannot be drawn, it is probable that more than one failure mechanism exists.

d) Estimer la durée de vie caractéristique (N_c) comme l'intersection de la ligne tracée avec la ligne «63,2 %»:

$$N_c = 9,3 \times 10^6 \text{ cycles de fonctionnement}$$

e) Mener une ligne parallèle par (1;0). L'intersection avec la ligne verticale menée par l'origine donne: paramètre de forme: $\beta = 2,6$.

La cause des défaillances est l'usure puisque $\beta > 1$.

f) Sur le monogramme, on lira:

$$\frac{\mu}{N_c} = 0,89 \text{ et } \frac{\sigma}{N_c} = 0,365$$

d'où il résulte:

- moyenne: $\mu = 0,89 \times 9,3 \times 10^6 = 8,3 \times 10^6$ cycles de fonctionnement;
- écart type: $\sigma = 0,365 \times 9,3 \times 10^6 = 3,4 \times 10^6$ cycles de fonctionnement.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-23:1994
 Without watermark

d) Estimate the characteristic life (N_c) at the intersection of the drawn line with the "63,2 %" line:

$$N_c = 9,3 \times 10^6 \text{ cycles}$$

e) Draw a parallel line through (1;0). The intersection with the zero vertical axis gives: shape parameter: $\beta = 2,6$.

The failure mechanism is due to wear-out, since $\beta > 1$.

f) From the nomogram, read:

$$\frac{\mu}{N_c} = 0,89 \text{ and } \frac{\sigma}{N_c} = 0,365$$

from which:

- mean: $\mu = 0,89 \times 9,3 \times 10^6 = 8,3 \times 10^6$ cycles;
- standard deviation: $\sigma = 0,365 \times 9,3 \times 10^6 = 3,4 \times 10^6$ cycles.

**Tableau C.3 – Rangs médians (m.r.) correspondant
aux effectifs d'échantillons indiqués**

Nombre cumulé de défaillances <i>i</i>	Effectif de l'échantillon <i>n</i>					
	10	15	20	30	40	50
1	6,7	4,5	3,4	2,3	1,7	1,4
2	16,2	10,9	8,3	5,5	4,2	3,3
3	25,9	17,4	13,1	8,8	6,6	5,3
4	35,5	23,9	18,1	12,1	9,1	7,3
5	45,2	30,5	23,0	15,4	11,6	9,3
6	54,8	37,0	27,9	18,7	14,1	11,3
7	64,5	43,5	32,8	22,0	16,5	13,3
8	74,1	50,0	37,7	25,3	19,0	15,2
9	83,8	56,5	42,6	28,6	21,5	17,2
10	93,3	63,0	47,5	31,9	24,0	19,2
11		69,5	52,5	35,2	26,4	21,2
12		76,1	57,4	38,5	28,9	23,2
13		82,6	62,3	41,8	31,4	25,2
14		89,1	67,2	45,1	33,9	27,2
15		95,5	72,1	48,4	36,4	29,1
16			77,0	51,6	38,8	31,1
17			81,9	54,9	41,3	33,1
18			86,9	58,2	43,8	35,1
19			91,7	61,5	46,3	37,1
20			96,6	64,8	48,8	39,1
21				68,1	51,2	41,1
22				71,4	53,7	43,0
23				74,7	56,2	45,0
24				78,0	58,7	47,0
25				81,3	61,2	49,0
26				84,6	63,6	51,0
27				87,9	66,1	53,0
28				91,2	68,6	55,0
29				94,5	71,1	57,0
30				97,7	73,6	58,9
31					76,0	60,9
32					78,5	62,9
33					81,0	64,9
34					83,5	66,9
35					85,9	68,9
36					88,4	71,0
37					90,9	72,0
38					93,4	74,8
39					95,8	76,8
40					98,3	78,8
41						80,8
42						82,8
43						84,8
44						86,8
45						88,7
46						90,7
47						92,7
48						94,7
49						96,7
50						98,6

La valeur approchée du rang médian est donnée par la formule:

$$\text{m.r.} = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \quad (i = \text{nombre cumulé de défaillances})$$

Table C.3 – Median ranks (m.r.) at the tabulated sample sizes

Cumulative number of failures <i>i</i>	Sample size <i>n</i>					
	10	15	20	30	40	50
1	6,7	4,5	3,4	2,3	1,7	1,4
2	16,2	10,9	8,3	5,5	4,2	3,3
3	25,9	17,4	13,1	8,8	6,6	5,3
4	35,5	23,9	18,1	12,1	9,1	7,3
5	45,2	30,5	23,0	15,4	11,6	9,3
6	54,8	37,0	27,9	18,7	14,1	11,3
7	64,5	43,5	32,8	22,0	16,5	13,3
8	74,1	50,0	37,7	25,3	19,0	15,2
9	83,8	56,5	42,6	28,6	21,5	17,2
10	93,3	63,0	47,5	31,9	24,0	19,2
11		69,5	52,5	35,2	26,4	21,2
12		76,1	57,4	38,5	28,9	23,2
13		82,6	62,3	41,8	31,4	25,2
14		89,1	67,2	45,1	33,9	27,2
15		95,5	72,1	48,4	36,4	29,1
16			77,0	51,6	38,8	31,1
17			81,9	54,9	41,3	33,1
18			86,9	58,2	43,8	35,1
19			91,7	61,5	46,3	37,1
20			96,6	64,8	48,8	39,1
21				68,1	51,2	41,1
22				71,4	53,7	43,0
23				74,7	56,2	45,0
24				78,0	58,7	47,0
25				81,3	61,2	49,0
26				84,6	63,6	51,0
27				87,9	66,1	53,0
28				91,2	68,6	55,0
29				94,5	71,1	57,0
30				97,7	73,6	58,9
31					76,0	60,9
32					78,5	62,9
33					81,0	64,9
34					83,5	66,9
35					85,9	68,9
36					88,4	71,0
37					90,9	72,0
38					93,4	74,8
39					95,8	76,8
40					98,3	78,8
41						80,8
42						82,8
43						84,8
44						86,8
45						88,7
46						90,7
47						92,7
48						94,7
49						96,7
50						98,6

The median rank can be approximated by the formula:

$$\text{m.r.} = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \quad (i = \text{cumulative number of failures})$$

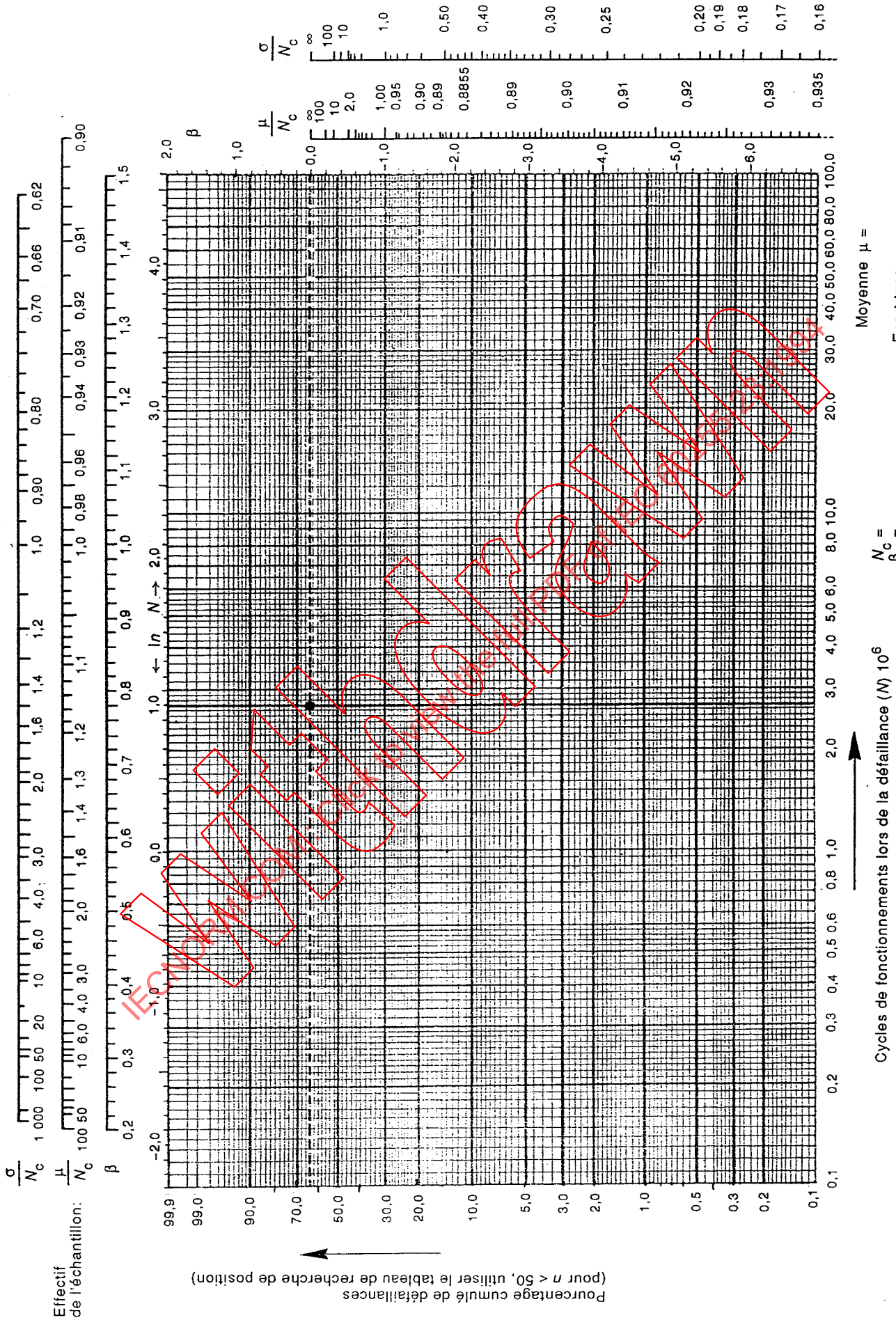


Figure C.1 – Graphique vierge de probabilité de WEIBULL

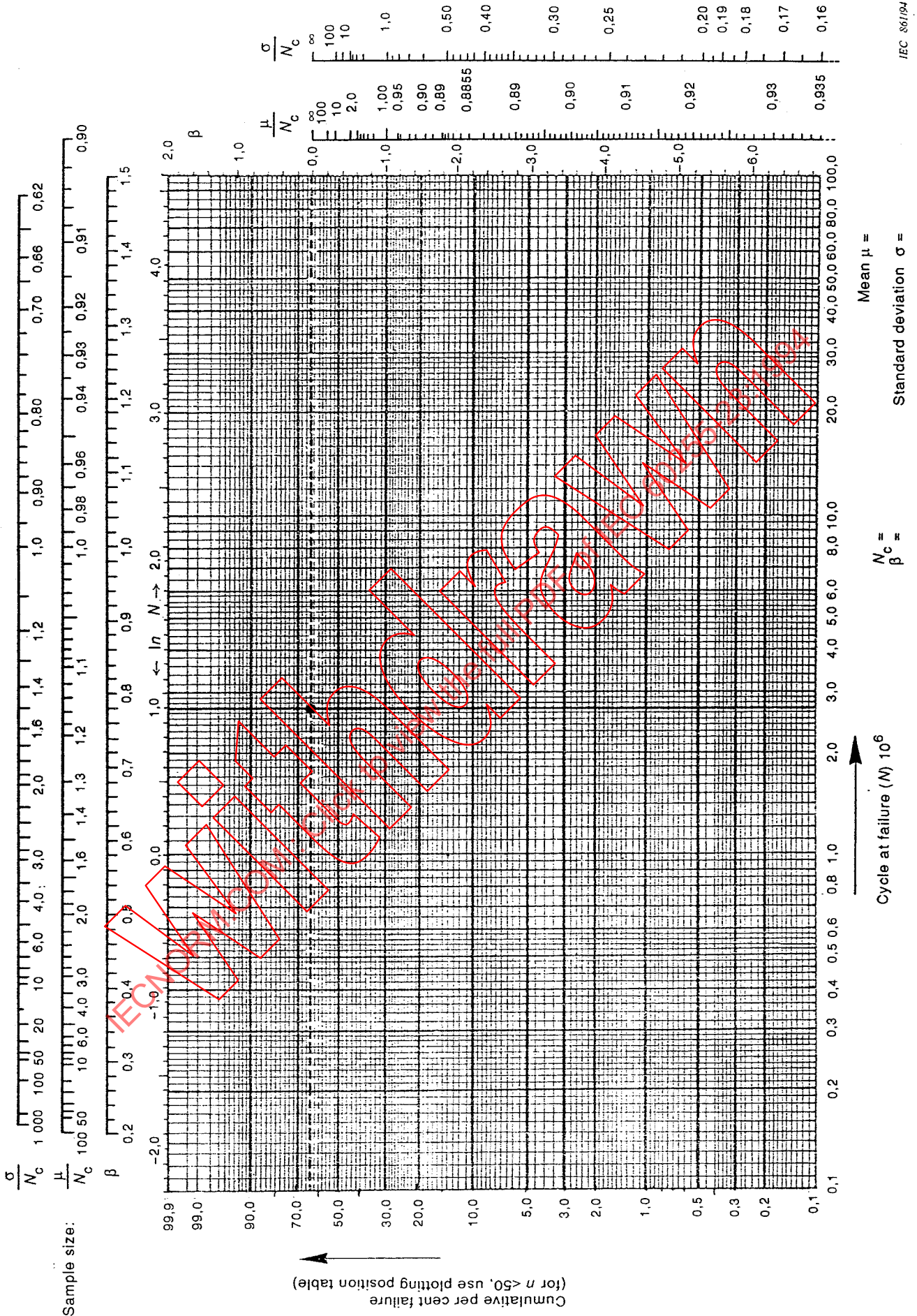


Figure C.1 – Weibull probability blank chart

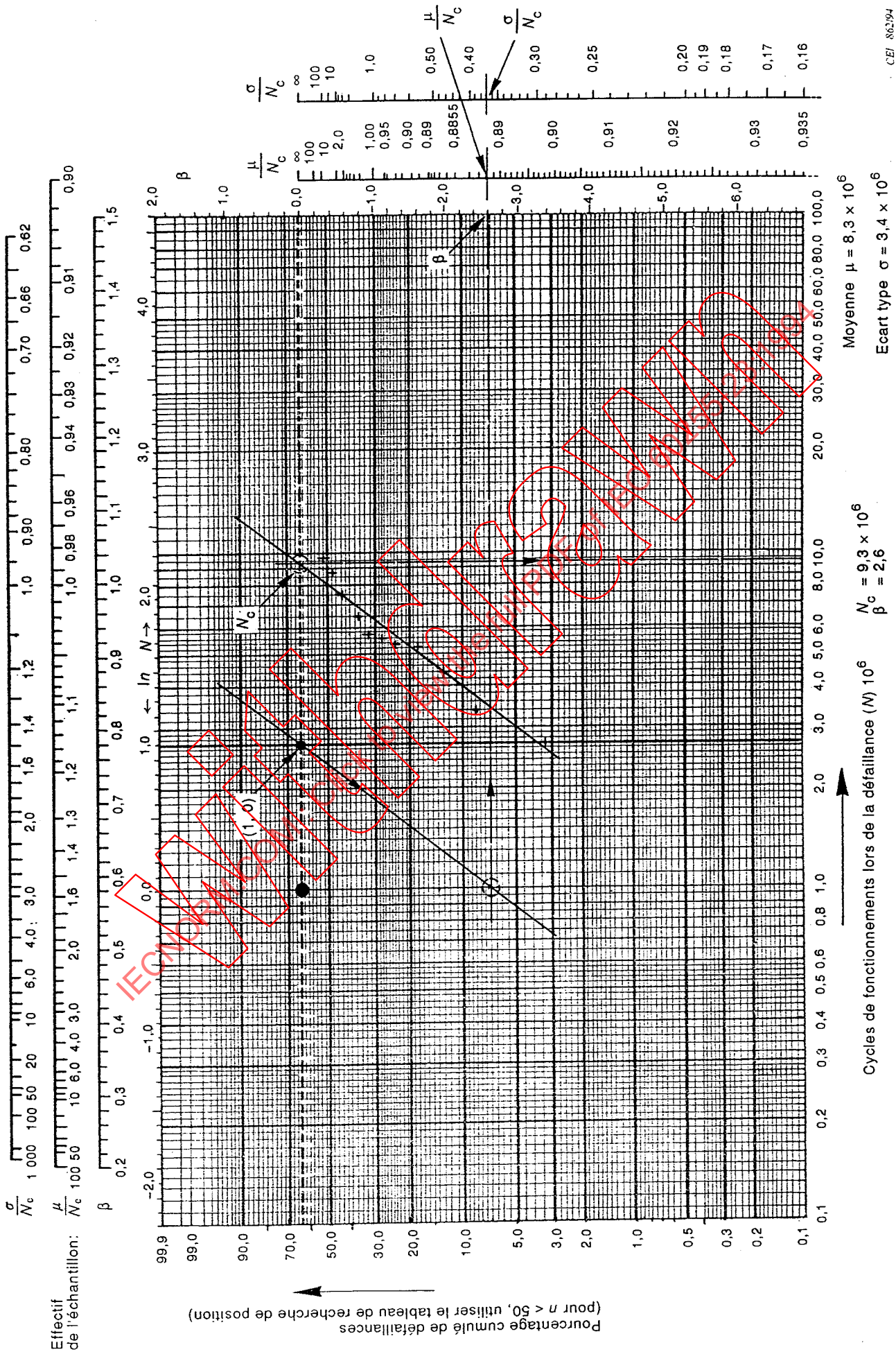


Figure C.2 - Graphique de probabilité de Weibull (exemple)



Figure C.2 – Weibull probability chart (example)

C.4 Documents de référence

Pour l'étude de la théorie détaillée relative à ce sujet, la bibliographie suivante est recommandée:

Références

- [1] Kao, John H. K. (Ireson), *Reliability Handbook*, New York, McGraw Hill, 1966.
- [2] Johnson, L. G., «The median ranks of sample values in their population with an application to certain fatigue studies», *Industrial Mathematics*, No. 2, 1951.
- [3] Cramer, H., *Mathematical Methods of Statistics*.
- [4] Johnson, J. G., *Theory and Technique of variation research*, Elsevier Publishing Company, 1964.
- [5] Goldthwaite, Lynn R., «Failure rate study for the lognormal life time study», Nat. symposium reliability by quality control, Philadelphia, 1961.