

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1095**

Première édition
First edition
1992-06

**Contacteurs électromécaniques pour usages
domestiques et analogues**

**Electromechanical contactors for household
and similar purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1095: 1992

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- Catalogue des publications de la CEI
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- Bulletin de la CEI
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- IEC web site*
- Catalogue of IEC publications
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- IEC Bulletin
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

1095

Première édition
First edition
1992-06

**Contacteurs électromécaniques pour usages
domestiques et analogues**

**Electromechanical contactors for household
and similar purposes**

© CEI 1992 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 Varembé Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XE

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
 Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	14
3.1 Termes généraux	14
3.2 Appareils de connexion	16
3.3 Parties d'appareils de connexion	20
3.4 Manoeuvre des appareils de connexion	24
3.5 Grandeurs caractéristiques	26
4 Classification	34
5 Caractéristiques des contacteurs	34
5.1 Enumération des caractéristiques	34
5.2 Type du contacteur	34
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	34
5.4 Catégorie d'emploi	44
5.5 Circuits de commande	46
5.6 Circuits auxiliaires	46
5.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	46
5.8 Surtensions de manoeuvre	46
6 Informations sur le matériel	46
6.1 Nature des informations	46
6.2 Marquage	48
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	50
7 Conditions normales de service, de montage et de transport	50
7.1 Conditions normales de service	50
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage	54
7.3 Montage	54

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	15
3.1 General terms	15
3.2 Switching devices	17
3.3 Parts of switching devices	21
3.4 Operation of switching devices	25
3.5 Characteristic quantities	27
4 Classification	35
5 Characteristics of contactors	35
5.1 Summary of characteristics	35
5.2 Type of contactor	35
5.3 Rated and limiting values for main circuits	35
5.4 Utilization category	45
5.5 Control circuits	47
5.6 Auxiliary circuits	47
5.7 Co-ordination with short-circuit protective devices	47
5.8 Switching overvoltages	47
6 Product information	47
6.1 Nature of information	47
6.2 Marking	49
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance	51
7 Normal service, mounting and transport conditions	51
7.1 Normal service conditions	51
7.2 Conditions during transport and storage	55
7.3 Mounting	55

Articles	Pages
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	54
8.1 Dispositions constructives	54
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement	72
9 Essais	88
9.1 Nature des essais	88
9.2 Conformité aux dispositions constructives	92
9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement	112
Figures 1 à 21	158
Annexes normatives	
A – Marquage et identification des bornes des contacteurs	174
B – Séquences d'essai et nombre d'échantillons à soumettre en vue de la certification	180
C – Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge	184
D – Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit	188
E – Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	192
F – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs d'un contacteur	202
G – Essai d'inflammation au fil chauffant	208

Clause	Page
8 Constructional and performance requirements	55
8.1 Constructional requirements	55
8.2 Performance requirements	73
9 Tests	89
9.1 Types of test	89
9.2 Compliance with constructional requirements	93
9.3 Compliance with performance requirements	113
Figures 1 to 21	158
Normative annexes	
A – Marking and identification of terminals of contactors	175
B – Test sequences and number of samples to be submitted for certification purposes	181
C – Description of a method for adjusting the load circuit	185
D – Determination of short-circuit power-factor	189
E – Measurement of creepage distances and clearances	193
F – Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of a contactor	203
G – Hot wire ignition test	209

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONTACTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES POUR USAGES DOMESTIQUES ET ANALOGUES

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale a été établie conjointement par le Sous-Comité 17B: Appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage, et le Sous-Comité 23E: Disjoncteurs et appareillage similaire pour usage domestique, du Comité d'Etudes n° 23 de la CEI: Petit appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
17B(BC) 194 23E 128	17B(BC) 204 23E 137

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMECHANICAL CONTACTORS
FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR PURPOSES**

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear, in conjunction with Sub-Committee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC Technical Committee No. 23E: Electrical accessories.

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

DIS	Reports on Voting
17B(CO)194 23E 128	17B(CO)204 23E 137

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale donne les prescriptions applicables aux contacteurs pour usages domestiques et analogues, y compris les contacteurs prévus pour la commande des circuits de distribution dans les bâtiments. De tels contacteurs peuvent être soumis à des réglementations nationales y compris l'approbation (certification) par des autorités d'essai compétentes.

Les contacteurs répondant à ces objectifs sont soumis à des dispositions particulières comprenant des séquences d'essais et des plans d'échantillonnage pour faciliter les essais et les procédures d'approbation (de certification) lorsque de telles dispositions existent.

Les courants d'emploi et les tensions d'emploi des contacteurs conformes à la présente norme sont limités aux valeurs appropriées aux applications envisagées. Ces contacteurs sont à utiliser dans des circuits dont le courant de défaut présumé en court-circuit a une valeur limitée et doivent être coordonnés avec un dispositif approprié de protection contre les courts-circuits afin d'assurer une coordination adéquate.

La présente norme définit en un seul document la catégorie d'emploi spécifique pour un emploi défini et précise les prescriptions correspondantes. Elle est harmonisée dans toute la mesure du possible avec les prescriptions de la CEI 947-4-1 «Contacteurs et démarreurs électromécaniques».

La présente norme est applicable également aux contacteurs qui sont des constituants d'un appareil, sauf prescription contraire de la norme applicable à cet appareil.

INTRODUCTION

This International Standard gives requirements for contactors household and similar purposes, including contactors for distribution control in buildings which may be subject to national regulations including approval (certification) by appropriate testing authorities.

Contactors for such purposes have particular requirements which include test sequences and sampling plans to facilitate testing and approval under third-party approval (certification) schemes where such mandatory requirements exist.

Contactors according to this standard are limited in the range of operational currents and operational voltages to values appropriate to the applications. Such contactors are for use in circuits of limited prospective short-circuit fault current for which they need to be co-ordinated with an appropriate short-circuit protective device to provide suitable co-ordination.

This standard defines in a single document the specific utilization category for a described application and states the relevant requirements. As far as possible, it is in line with the requirements contained in IEC 947-4-1 "Electromechanical contactors and motor-starters".

This standard also applies to contactors which are components of an appliance, unless otherwise stated in the standard covering the relevant appliance.

CONTACTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES POUR USAGES DOMESTIQUES ET ANALOGUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux contacteurs électromécaniques à air dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 440 V en courant alternatif et dont les courants assignés d'emploi sont inférieurs ou égaux à 63 A pour la catégorie d'emploi AC-7a et à 32 A pour la catégorie d'emploi AC-7b, et le courant assigné de court-circuit conditionnel est inférieur ou égal à 6 kA.

Les contacteurs traités dans la présente norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir 9.3.4) doit faire partie de l'installation.

La présente norme n'est pas applicable:

- aux contacteurs conformes à la CEI 947-4-1;
- aux contacteurs à semi-conducteurs;
- aux contacteurs conçus pour des applications spéciales;
- aux contacts auxiliaires des contacteurs. Ceux-ci sont traités dans la CEI 947-5-1.

La présente norme fixe:

- 1) Les caractéristiques des contacteurs.
- 2) Les conditions auxquelles doivent répondre les contacteurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et à leur tenue;
 - b) à leurs propriétés diélectriques;
 - c) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant;
 - d) à leur construction.
- 3) Les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais.
- 4) Les séquences d'essais et le nombre d'échantillons à soumettre pour la certification.
- 5) Les renseignements à fournir avec les contacteurs ou dans la documentation du constructeur.

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 28: 1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.*

ELECTROMECHANICAL CONTACTORS FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR PURPOSES

1 Scope

This International Standard applies to electromechanical air break contactors for household and similar purposes provided with main contacts intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 440 V a.c. with rated operational currents less than or equal to 63 A for utilization category AC-7a and 32 A for utilization category AC-7b, and rated conditional short-circuit current less than or equal to 6 kA.

The contactors dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 9.3.4) shall form part of the installation.

This standard does not apply to:

- contactors complying with IEC 947-4-1;
- semiconductor contactors;
- contactors designed for special applications;
- auxiliary contacts of contactors. These are dealt with in IEC 947-5-1.

This standard states:

- 1) The characteristics of contactors.
- 2) The conditions with which contactors shall comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour;
 - b) their dielectric properties;
 - c) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable;
 - d) their construction.
- 3) The tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests.
- 4) The test sequences and the number of samples to be submitted for certification purpose.
- 5) The information to be given with contactors or in the manufacturer's literature.

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 28: 1925, *International standard of resistance for copper*.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.*

CEI 50(441): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 441: Appareillage et fusibles.*

CEI 50(604): 1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique - Exploitation.*

CEI 50(826): 1982, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 826: Installations électriques des bâtiments.*

CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement, Deuxième partie: Essais - Essai Ca: Essais continu de chaleur humide.*

CEI 73: 1984, *Couleurs des voyants lumineux de signalisation et des boutons-poussoirs.*

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

CEI 99-1: 1970, *Parafoudres, Première partie: Parafoudres à résistance variable pour réseaux à courant alternatif.*

CEI 112: 1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.*

CEI 216: *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.*

CEI 364-4-443: 1990, *Installations électriques des bâtiments, Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité. Chapitre 44: Protection contre les surtensions. Section 443: Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manoeuvres.*

CEI 417: 1973, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.*

CEI 439-1: 1985, *Ensembles d'appareillage à basse tension, Première partie: Règles pour les ensembles de série et les ensembles dérivés de série.*

CEI 445: 1988, *Identification des bornes de matériels et des extrémités de certains conducteurs désignés et règles générales pour un système alphanumérique.*

CEI 447: 1974, *Normalisation du sens de mouvement des organes de manoeuvre des appareils électriques.*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP).*

CEI 617-7: 1983, *Symboles graphiques pour schémas, Septième partie: Appareillage et dispositifs de commande et de protection.*

CEI 664: 1980, *Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.*

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and magnetic devices.*

IEC 50(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.*

IEC 50(604): 1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity - Operation.*

IEC 50(826): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 826: Electrical installations of buildings.*

IEC 68-2-3: 1969, *Environmental testing, Part 2: Tests - Test Ca: Damp heat, steady state.*

IEC 73: 1984, *Colours of indicator lights and push-buttons.*

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

IEC 99-1: 1970, *Lightning arresters, part 1: Non-linear resistor type arresters for a.c. systems.*

IEC 112: 1979), *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.*

IEC 216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials.*

IEC 364-4-443: 1990, *Electrical installations of buildings, Part 4: Protection for safety. Chapter 44: Protection against overvoltages. Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.*

IEC 417: 1973, *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of single sheets.*

IEC 439-1: 1985: *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, Part 1: Requirements for type-tested and partially type-tested assemblies.*

IEC 445: 1988, *Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules of an alphanumeric system.*

IEC 447: 1974, *Standard directions of movement for actuators which control the operation of electrical apparatus.*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

IEC 617-7: 1983, *Graphical symbols for diagrams, Part 7: Switchgear, controlgear and protective devices.*

IEC 664: 1980, *Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment.*

CEI 664A: 1981, *Premier complément.*

CEI 695-2-1: 1980, *Essais relatifs aux risques du feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai. Essai au fil incandescent et guide.*

CEI 707, 1981, *Méthodes d'essai pour évaluer l'inflammabilité des matériaux isolants électriques solides soumis à une source d'allumage.*

CEI 947-1: 1988, *Appareillage à basse tension, Première partie: Règles générales.*

CEI 947-4-1: 1990, *Appareillage à basse tension, Quatrième partie: Contacteurs et démarreurs de moteurs. Section un: contacteurs et démarreurs électromécaniques.*

CEI 947-5-1: 1990, *Appareillage à basse tension, Cinquième partie: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande. Section un: Appareils électromécaniques pour circuits de commande.*

ISO 2039-2: 1987, *Plastique - Détermination de la dureté - Partie 2: Dureté Rockwell.*

3 Définitions

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

3.1 Termes généraux

3.1.1 **surintensité:** Courant supérieur au courant assigné. [VEI 441-11-06]

3.1.2 **court-circuit:** Connexion accidentelle ou intentionnelle, par une résistance ou une impédance relativement faible, de deux ou plusieurs points d'un circuit se trouvant normalement à des tensions différentes. [VEI 151-03-41]

3.1.3 **courant de court-circuit:** Surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique. [VEI 441-11-07]

3.1.4 **surcharge:** Conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité. [VEI 441-11-08]

3.1.5 **courant de surcharge:** Surintensité se produisant dans un circuit électriquement sain.

3.1.6 **température de l'air ambiant:** Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible. [VEI 441-11-13]

NOTE - Pour des appareils de connexion ou des fusibles installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

3.1.7 **partie conductrice:** Partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal. [VEI 441-11-09]

IEC 664A: 1981, *First supplement*.

IEC 695-2-1: 1980, *Fire hazard testing, Part 2: Test methods. Glow-wire test and guidance*.

IEC 707: 1981, *Methods of test for the determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to an igniting source*.

IEC 947-1: 1988, *Low-voltage switchgear and controlgear, Part 1: General rules*.

IEC 947-4-1: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear, Part 4: Contactors and motor-starters. Section one: Electromechanical contactors and motor-starters*.

IEC 947-5-1: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear, Part 5: Control-circuit devices and switching elements. Section one: Electromechanical control circuit devices*.

ISO 2039-2: 1987, *Plastics - Determination of hardness - Part 2: Rockwell hardness*.

3 Definitions

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

3.1 General terms

3.1.1 **over-current:** A current exceeding the rated current. [IEV 441-11-06]

3.1.2 **short-circuit:** The accidental or intentional connection, by a relatively low resistance or impedance, of two or more points in a circuit which are normally at different voltages. [IEV 151-03-41]

3.1.3 **short-circuit current:** An over-current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit. [IEV 441-11-07]

3.1.4 **overload:** Operating conditions in an electrically undamaged circuit which cause an over-current. [IEV 441-11-08]

3.1.5 **overload current:** An over-current occurring in an electrically undamaged circuit.

3.1.6 **ambient air temperature:** The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete switching device or fuse. [IEV 441-11-13]

NOTE - For switching devices or fuses installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

3.1.7 **conductive part:** A part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current. [IEV 441-11-09]

3.1.8 partie conductrice accessible: Partie conductrice, susceptible d'être touchée directement, qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut. (masse) [VEI 441-11-10]

NOTE - Les masses caractéristiques sont les parois des enveloppes, les poignées de commande, etc.

3.1.9 choc électrique: Effet pathophysiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal. [VEI 826-03-04]

3.1.10 partie active: Tout conducteur ou toute partie conductrice destinés à être sous tension en service normal, ainsi que le conducteur neutre mais, par convention, pas le conducteur PEN. [VEI 826-03-01]

NOTE - Le terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

3.1.11 conducteur de protection (symbole PE): Conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destinés à relier électriquement certaines des parties suivantes [VEI 826-04-05]:

- masses,
- éléments conducteurs,
- borne principale de terre,
- prise de terre,
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel.

3.1.12 conducteur neutre (symbole N): Conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique. [VEI 826-01-03]

NOTE - Dans certains cas et dans des conditions spécifiées, les fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection peuvent être combinés en un seul et même conducteur, appelé dans ce cas conducteur PEN (symbole PEN).

3.1.13 enveloppe: Partie procurant un degré de protection spécifié du matériel contre certaines influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche ou le contact des parties actives ou contre le contact avec des pièces en mouvement.

NOTE - Cette définition est analogue à celle du VEI 441-13-01, qui s'applique aux ensembles.

3.1.14 enveloppe intégrée: Enveloppe formant une partie intégrée au matériel.

3.1.15 catégorie d'emploi (pour un appareil de connexion ou un fusible): Ensemble de prescriptions spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion ou le fusible doit remplir son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques. [VEI 441-17-19]

NOTE - Les prescriptions spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupure et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement.

3.2 Appareils de connexion

3.2.1 appareil de connexion: Appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques. [VEI 441-14-01]

NOTE - Un appareil de connexion peut effectuer l'une de ces manoeuvres ou les deux.

3.1.8 exposed conductive part: A conductive part which can readily be touched and which is not normally alive, but which may become alive under fault conditions. [IEV 441-11-10]

NOTE - Typical exposed conductive parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

3.1.9 electric shock: Pathophysiological effect resulting from an electric current passing through a human or animal body. [IEV 826-03-04]

3.1.10 live part: A conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor, but, by convention, not a PEN conductor. [IEV 826-03-01]

NOTE - This term does not necessarily imply a risk of electric shock.

3.1.11 protective conductor (symbol PE): A conductor required by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts [IEV 826-04-05]:

- exposed conductive parts,
- extraneous conductive parts,
- main earthing terminal,
- earth electrode,
- earthed point of the source or artificial neutral.

3.1.12 neutral conductor (symbol N): A conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy. [IEV 826-01-03]

NOTE - In some cases, the functions of the neutral conductor and the protective conductor may be combined under specified conditions in the one and same conductor referred to as the PEN conductor (symbol PEN).

3.1.13 enclosure: A part providing a specified degree of protection of equipment against certain external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and moving parts.

NOTE - This definition is similar to IEC 441-13-01, which applies to assemblies.

3.1.14 integral enclosure: An enclosure which forms an integral part of the equipment.

3.1.15 utilization category (for a switching device or a fuse): A combination of specified requirements related to the condition in which the switching device or the fuse fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications. [IEV 441-17-19]

NOTE - The specified requirements may concern e.g. the values of making capacities (if applicable), breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour.

3.2 Switching devices

3.2.1 switching device: A device designed to make or break the current in one or more electric circuits. [IEV 441-14-01]

NOTE - A switching device may perform one or both of these operations.

3.2.2 appareil mécanique de connexion: Appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables. [VEI 441-14-02]

NOTE - Tout appareil mécanique de connexion peut être désigné en fonction du milieu dans lequel ses contacts s'ouvrent et se ferment, par exemple: air, SF₆, huile.

3.2.3 appareil de connexion à semi-conducteurs: Appareil de connexion conçu pour établir et/ou interrompre le courant dans un circuit électrique au moyen de la commande de la conductivité d'un semi-conducteur.

NOTE - Cette définition diffère de celle du VEI 441-14-03 car un appareil de connexion à semi-conducteurs est également conçu pour interrompre le courant.

3.2.4 coupe-circuit à fusibles (fusible): Appareil dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet. [VEI 441-18-01]

3.2.5 disjoncteur: Appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit. [VEI 441-14-20]

3.2.6 contacteur (mécanique): Appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales de circuit, y compris les conditions de surcharge de service. [VEI 441-14-33]

NOTES (ne faisant pas partie de la définition VEI 441-14-33).

- 1 L'expression «commandé autrement qu'à la main» signifie que l'appareil est destiné à être commandé et maintenu en position de fonctionnement à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie extérieures.
- 2 Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est généralement appelé en français «rupteur». Le mot «rupteur» n'a pas de correspondant dans la langue anglaise.
- 3 Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

3.2.7 contacteur électromagnétique: Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un électro-aimant.

3.2.8 contacteur à accrochage: Contacteur muni d'un dispositif d'accrochage empêchant ses éléments mobiles de retourner à leur position de repos quand on cesse d'actionner le dispositif de commande. [VEI 441-14-34]

NOTES

- 1 L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.
- 2 Etant donné qu'il possède un accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après la définition 3.2.6, il n'est pas à proprement parler un contacteur. Cependant, étant donné que le contacteur à accrochage, tant par son utilisation que par sa conception, se rapproche davantage d'un contacteur en général que de n'importe quelle autre sorte d'appareil de connexion, on admet qu'il réponde aux spécifications des contacteurs chaque fois que cela est possible.

3.2.2 mechanical switching device: A switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts. [IEV 441-14-02]

NOTE - Any mechanical switching device may be designated according to the medium in which its contacts open and close, e.g. air, SF₆, oil.

3.2.3 semiconductor switching device: A switching device designed to make and/or break the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor.

NOTE - This definition differs from IEC 441-14-03 since a semiconductor switching device is also designed for breaking the current.

3.2.4 fuse: A device that, by the fusing of one or more of its specifically designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device. [IEV 441-18-01]

3.2.5 circuit-breaker: A mechanical switching device, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short circuit. [IEV 441-14-20]

3.2.6 contactor (mechanical): A mechanical switching device having only one position of rest, operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions. [IEV 441-14-33]

NOTES (not included in IEC 441-14-33).

- 1 The term "operated otherwise than by hand" means that the device is intended to be controlled and kept in working position from one or more external supplies.
- 2 In French, a contactor the main contacts of which are closed in the position of rest is usually called "rupteur". The word "rupteur" has no equivalent in the English language.
- 3 A contactor is usually intended to operate frequently.

3.2.7 electromagnetic contactor: A contactor, in which the force for closing the normally open main contacts or opening the normally closed main contacts is provided by an electromagnet.

3.2.8 latched contactor: A contactor, the moving elements of which are prevented by means of a latching arrangement from returning to the position of rest when the operating means are de-energized. [IEV 441-14-34]

NOTES

- 1 The latching, and the release of the latching, may be mechanical, electromagnetic, pneumatic, etc.
- 2 Because of the latching, the latched contactor actually acquires a second position of rest and, according to the definition 3.2.6 is not, strictly speaking, a contactor. However, since the latched contactor in both its utilization and its design is more closely related to contactors in general than to any other classification of switching device, it is considered proper to require that it complies with the specifications for contactors wherever they are appropriate.

3.2.9 contacteur à semi-conducteurs (contacteur statique): Dispositif qui remplit la fonction d'un contacteur en utilisant un appareil de connexion à semi-conducteurs.

NOTE - Un contacteur à semi-conducteurs peut aussi comporter des appareils mécaniques de connexion.

3.2.10 auxiliaire automatique de commande: Auxiliaire de commande non manuel, actionné à la suite de conditions spécifiées d'une grandeur d'action. [VEI 441-14-48]

NOTE - La grandeur d'action peut être la pression, la température, la vitesse, le niveau d'un liquide, le temps écoulé, etc.

3.2.11 bouton-poussoir: Auxiliaire de commande muni d'un organe de commande destiné à être actionné par l'effort exercé par une partie du corps humain, généralement le doigt ou la paume de la main, et possédant une énergie de rappel accumulée (ressort). [VEI 441-14-53]

3.2.12 dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC): Dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit par l'interruption de ceux-ci.

3.2.13 parafoudre: Appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite. [VEI 604-03-51]

3.3 Parties d'appareils de connexion

3.3.1 pôle d'un appareil de connexion: Élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constitutifs assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles. [VEI 441-15-01]

NOTE - Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

3.3.2 circuit principal (d'un appareil de connexion): Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir. [VEI 441-15-02]

3.3.3 circuit de commande (d'un appareil de connexion): Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles du circuit principal, insérées dans un circuit utilisé pour commander la manoeuvre de fermeture ou la manoeuvre d'ouverture ou les deux manoeuvres de l'appareil. [VEI 441-15-03]

3.3.4 circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion): Ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande de l'appareil. [VEI 441-15-04]

NOTE - Certains circuits auxiliaires remplissent des fonctions supplémentaires, telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

3.3.5 contact (d'un appareil mécanique de connexion): Pièces conductrices destinées à établir la continuité d'un circuit lorsqu'elles se touchent et qui, par leur mouvement relatif pendant une manoeuvre, ouvrent ou ferment un circuit ou, dans le cas de contacts pivotants ou glissants, maintiennent la continuité du circuit. [VEI 441-15-05]

3.2.9 semiconductor contactor (solid state contactor): A device which performs the function of a contactor by utilizing a semiconductor switching device.

NOTE - A semiconductor contactor may also contain mechanical switching devices.

3.2.10 pilot switch: A non-manual control switch actuated in response to specified conditions of an actuating quantity. [IEV 441-14-48]

NOTE - The actuating quantity may be pressure, temperature, velocity, liquid level, elapsed time, etc.

3.2.11 push-button: A control switch having an actuator intended to be operated by force exerted by a part of the human body, usually the finger or palm of the hand, and having stored energy (spring) return. [IEV 441-14-53]

3.2.12 short-circuit protective device (SCPD): A device intended to protect a circuit or parts of a circuit against short-circuit currents by interrupting them.

3.2.13 surge arrester: A device designed to protect the electrical apparatus from high transient overvoltages and to limit the duration and frequently the amplitude of the follow-on current. [IEV 604-03-51]

3.3 *Parts of switching devices*

3.3.1 pole of a switching device: The portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together. [IEV 441-15-01]

NOTE - A switching device is called single-pole if it has only one pole. If it has more than one pole, it may be called multipole (two-pole, three-pole, etc.) provided the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

3.3.2 main circuit (of a switching device): All the conductive parts of a switching device included in the circuit which it is designed to close or open. [IEV 441-15-02]

3.3.3 control circuit (of a switching device): All the conductive parts (other than the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the device. [IEV 441-15-03]

3.3.4 auxiliary circuit (of a switching device): All the conductive parts of a switching device which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the device. [IEV 441-15-04]

NOTE - Some auxiliary circuits fulfil supplementary functions such as signalling, interlocking, etc., and, as such, they may be part of the control circuit of another switching device.

3.3.5 contact (of a mechanical switching device): Conductive parts designed to establish circuit continuity when they touch and which, due to their relative motion during an operation, open or close a circuit or, in the case of hinged or sliding contacts, maintain circuit continuity. [IEV 441-15-05]

3.3.6 pièce de contact: Une des pièces conductrices formant un contact. [VEI 441-15-06]

3.3.7 contact principal: Contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal. [VEI 441-15-07]

3.3.8 contact de commande: Contact inséré dans un circuit de commande d'un appareil mécanique de connexion et manoeuvré mécaniquement par cet appareil. [VEI 441-15-09]

3.3.9 contact auxiliaire: Contact inséré dans un circuit auxiliaire et manoeuvré mécaniquement par l'appareil de connexion. [VEI 441-15-10]

3.3.10 Interrupteur auxiliaire (d'un appareil mécanique de connexion): Interrupteur comprenant un ou plusieurs contacts auxiliaires et/ou de commande, manoeuvré mécaniquement par un appareil de connexion. [VEI 441-15-11]

3.3.11 contact «a», contact à fermeture: Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts. [VEI 441-15-12]

3.3.12 contact «b», contact à ouverture: Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts. [VEI 441-15-13]

3.3.13 déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion): Dispositif raccordé mécaniquement à un appareil mécanique de connexion dont il libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture de l'appareil. [VEI 441-15-17]

NOTE - Un déclencheur peut être à manoeuvre instantanée, différée... etc.

3.3.14 mécanisme transmetteur (d'un appareil mécanique de connexion): Ensemble des moyens de manoeuvre d'un appareil mécanique de connexion qui transmettent l'effort de manoeuvre aux pièces de contact.

NOTE - Les moyens de manoeuvre d'un mécanisme de commande peuvent être mécaniques, électromagnétiques, hydrauliques, pneumatiques, thermiques, etc.

3.3.15 organe de commande: Partie du mécanisme transmetteur à laquelle un effort extérieur de manoeuvre est appliqué. [VEI 441-15-22]

NOTE - L'organe de commande peut prendre la forme d'une poignée, d'un bouton, d'un bouton-poussoir, d'une roulette, d'un plongeur, etc.

3.3.16 Indicateur de position: Partie d'un appareil mécanique de connexion qui indique si celui-ci est en position d'ouverture, ou de fermeture ou, le cas échéant, de mise à la terre. [VEI 441-15-25]

3.3.17 borne: Partie conductrice d'un appareil prévue pour le raccordement électrique à des circuits extérieurs.

3.3.18 borne à vis: Borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de vis ou d'écrous de toute sorte.

3.3.6 contact piece: One of the conductive parts forming a contact. [IEV 441-15-06]

3.3.7 main contact: A contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit. [IEV 441-15-07]

3.3.8 control contact: A contact included in a control circuit of a mechanical switching device and mechanically operated by this device. [IEV 441-15-09]

3.3.9 auxiliary contact: A contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the switching device. [IEV 441-15-10]

3.3.10 auxiliary switch (of a mechanical switching device): A switch containing one or more control and/or auxiliary contacts mechanically operated by a switching device. [IEV 441-15-11]

3.3.11 "a" contact, make contact: A control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the mechanical switching device are closed and open when they are open. [IEV 441-15-12]

3.3.12 "b" contact, break contact: A control or auxiliary contact which is open when the main contacts of the mechanical switching device are closed and closed when they are open. [IEV 441-15-13]

3.3.13 release (of a mechanical switching device): A device, mechanically connected to a mechanical switching device, which releases the holding means and permits the opening or the closing of the switching device. [IEV 441-15-17]

NOTE - A release can have instantaneous, time-delay, etc., operation.

3.3.14 actuating system (of a mechanical switching device): The whole of the operating means of a mechanical switching device which transmits the actuating force to the contact pieces.

NOTE - The operating means of an actuating system may be mechanical, electromagnetic, hydraulic, pneumatic, thermal, etc.

3.3.15 actuator: The part of the actuating system to which an external actuating force is applied. [IEV 441-15-22]

NOTE - The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.

3.3.16 position indicating device: A part of a mechanical switching device which indicates whether it is in the open, closed, or, where appropriate, earthed position. [IEV 441-15-25]

3.3.17 terminal: A conductive part of a device provided for electrical connection to external circuits.

3.3.18 screw-type terminal: A terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind.

3.3.19 borne sans vis: Borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de ressorts, pièces formant coin, excentriques ou coniques, etc.

3.3.20 vis auto-taraudeuse par déformation: Vis auto-taraudeuse ayant un filet ininterrompu. La fonction de ce filetage n'est pas d'enlever du matériau de la cavité.

Un exemple de vis auto-taraudeuse par déformation est donné à la figure 1.

3.3.21 vis auto-taraudeuse à découpe: Vis auto-taraudeuse ayant un filet non continu. Ce filetage est destiné à enlever du matériau de la cavité.

Un exemple de vis auto-taraudeuse à découpe est donné à la figure 2.

3.3.22 organe de serrage: Partie(s) d'une borne nécessaire(s) pour le serrage mécanique et le raccordement électrique du (des) conducteur(s).

3.3.23 conducteur non préparé: Conducteur qui a été coupé et dont l'isolation a été retirée en vue de son insertion dans une borne.

NOTE - Un conducteur dont la forme est arrangée pour qu'il soit dans une borne ou dont les torons sont torsadés pour en consolider l'extrémité est considéré comme un conducteur non préparé.

3.3.24 conducteur préparé: Conducteur dont les torons sont soudés ou dont l'extrémité est munie d'une cosse, d'un oeillet, etc.

3.4 Manoeuvre des appareils de connexion

3.4.1 manoeuvre (d'un appareil mécanique de connexion): Passage d'un ou de plusieurs contacts mobiles d'une position à une position adjacente. [VEI 441-16-01]

NOTES

1 Par exemple, pour un disjoncteur, cela pourra être une manoeuvre de fermeture ou une manoeuvre d'ouverture.

2 Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots manoeuvre électrique (par exemple: établissement ou coupure) et manoeuvre mécanique (par exemple: fermeture ou ouverture).

3.4.2 cycle de manoeuvres (d'un appareil mécanique de connexion): Suite de manoeuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe. [VEI 441-16-02]

3.4.3 séquence de manoeuvres (d'un appareil mécanique de connexion): Suite de manoeuvres spécifiées effectuées avec des intervalles de temps spécifiés. [VEI 441-16-03]

3.4.4 commande automatique: Commande d'une manoeuvre, effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées. [VEI 441-16-05]

3.4.5 manoeuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion): Manoeuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position d'ouverture à la position de fermeture. [VEI 441-16-08]

3.3.19 screwless-type terminal: A terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of springs, wedges, eccentrics or cones, etc.

3.3.20 thread-forming tapping screw: A tapping screw having an uninterrupted thread. It is not a function of this thread to remove material from the hole.

An example of a thread-forming tapping screw is shown in figure 1.

3.3.21 thread-cutting tapping screw: A tapping screw having an interrupted thread. The thread is intended to remove material from the hole.

An example of a thread-cutting tapping screw is shown in figure 2.

3.3.22 clamping unit: The part(s) of a terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s).

3.3.23 unprepared conductor: A conductor which has been cut and the insulation of which has been removed for insertion into a terminal.

NOTE - A conductor, the shape of which is arranged for introduction into a terminal or the strands of which are twisted to consolidate the end is considered to be an unprepared conductor.

3.3.24 prepared conductor: A conductor, the strands of which are soldered or the end of which is fitted with a cable lug, eyelet, etc.

3.4 Operation of switching devices

3.4.1 operation (of a mechanical switching device): The transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position. [IEV 441-16-01]

NOTES

1 For a circuit-breaker, this may be a closing operation or an opening operation.

2 If distinction is necessary, an operation in the electrical sense, e.g. make or break, is referred to as a switching operation, and an operation in the mechanical sense, e.g. close or open, is referred to as a mechanical operation.

3.4.2 operating cycle (of a mechanical switching device): A succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any. [IEV 441-16-02]

3.4.3 operating sequence (of a mechanical switching device): A succession of specified operations with specified time intervals. [IEV 441-16-03]

3.4.4 automatic control: Control of an operation without human intervention, in response to the occurrence of predetermined conditions. [IEV 441-16-05]

3.4.5 closing operation (of a mechanical switching device): An operation by which the device is brought from the open position to the closed position. [IEV 441-16-08]

3.4.6 manoeuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion): Manoeuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position de fermeture à la position d'ouverture. [VEI 441-16-09]

3.4.7 position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion): Position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'appareil est assurée. [VEI 441-16-22]

3.4.8 position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion): Position dans laquelle les prescriptions prédéterminées de tension de tenue diélectrique entre contacts ouverts sont assurées dans le circuit principal de l'appareil.

NOTE - Cette définition diffère de celle du VEI 441-16-23 pour satisfaire aux prescriptions concernant les propriétés diélectriques.

3.4.9 position de repos (d'un contacteur): Position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant n'est pas alimenté. [VEI 441-16-24]

3.4.10 marche par-à-coups: Mise sous tension répétitive, durant de courts intervalles de temps, d'un moteur ou d'un solénoïde, afin de provoquer des mouvements de faible amplitude du mécanisme commandé.

3.4.11 Inversion de marche: Arrêt ou inversion rapide du sens de rotation d'un moteur par permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne.

3.5 Grandeurs caractéristiques

3.5.1 valeur nominale (valeur de dénomination): Valeur approchée appropriée d'une grandeur, utilisée pour dénommer ou identifier un composant, un dispositif ou un matériel. [VEI 151-04-01]

3.5.2 valeur limite: Pour une grandeur figurant dans une spécification, la plus grande ou la plus petite valeur admissible. [VEI 151-04-02]

3.5.3 valeur assignée: Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel. [VEI 151-04-03]

3.5.4 caractéristiques assignées: Ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement. [VEI 151-04-04]

3.5.5 courant présumé (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou à un fusible): Courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle de l'appareil de connexion ou le fusible était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable. [VEI 441-17-01]

NOTE - La méthode à employer pour évaluer et pour exprimer le courant présumé doit être spécifiée dans la norme de matériel correspondante.

3.5.6 valeur de crête du courant présumé: Valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement. [VEI 441-17-02]

NOTE - La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire passant instantanément d'une impédance infinie à une impédance nulle. Pour un circuit ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, il est entendu en outre que le courant est établi simultanément dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

3.4.6 opening operation (of a mechanical switching device): An operation by which the device is brought from the closed position to the open position. [IEV 441-16-09]

3.4.7 closed position (of a mechanical switching device): The position in which the predetermined continuity of the main circuit of the device is secured. [IEV 441-16-22]

3.4.8 open position (of a mechanical switching device): The position in which the predetermined dielectric withstand voltage requirements are satisfied between open contacts in the main circuit of the device.

NOTE - This definition differs from IEC 441-16-23 to meet the requirements of dielectric properties.

3.4.9 position of rest (of a contactor): The position which the moving elements of the contactor take up when its electromagnet or its compressed-air device is not energized. [IEV 441-16-24]

3.4.10 Inching (jogging): Energizing a motor or solenoid repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.

3.4.11 plugging: Stopping or reversing a motor rapidly by reversing the motor primary connections while the motor is running.

3.5 Characteristic quantities

3.5.1 nominal value: A suitable approximate quantity value used to designate or identify a component, device or equipment. [IEV 151-04-01]

3.5.2 limiting value: In a specification, the greatest or smallest admissible value of one of the quantities. [IEV 151-04-02]

3.5.3 rated value: A quantity value assigned, generally by the manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment. [IEV 151-04-03]

3.5.4 rating: The set of rated values and operating conditions. [IEV 151-04-04]

3.5.5 prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse): The current that would flow in the circuit if each pole of the switching device or the fuse were replaced by a conductor of negligible impedance. [IEV 441-17-01]

NOTE - The method to be used to evaluate and to express the prospective current is to be specified in the relevant product standard.

3.5.6 prospective peak current: The peak value of a prospective current during the transient period following initiation. [IEV 441-17-02]

NOTE - The definition assumes that the current is made by an ideal switching device, i.e. with instantaneous transition from infinite to zero impedance. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. polyphase circuits, it further assumes that the current is made simultaneously in all poles, even if only the current in one pole is considered.

3.5.7 valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif): Valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible. [VEI 441-17-04]

NOTE - Pour un appareil multipolaire dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

3.5.8 courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible): Courant dans un pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible à l'instant de l'amorçage de l'arc ou au cours d'une coupure. [VEI 441-17-07]

NOTE - En courant alternatif, ce courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.

3.5.9 pouvoir de coupure (d'un appareil de connexion ou d'un fusible): Valeur du courant présumé coupé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement. [VEI 441-17-08]

NOTES

- 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.
- 2 En courant alternatif, le courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.
- 3 Pour le pouvoir de coupure en court-circuit, voir 3.5.11.

3.5.10 pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion): Valeur du courant présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement. [VEI 441-17-09]

NOTES

- 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.
- 2 Pour le pouvoir de fermeture en court-circuit, voir 3.5.12.

3.5.11 pouvoir de coupure en court-circuit: Pouvoir de coupure pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion. [VEI 441-17-11]

3.5.12 pouvoir de fermeture en court-circuit: Pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion. [VEI 441-17-10]

3.5.13 Intégrale de Joule (I^2t): Intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné: [VEI 441-18-23]

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

3.5.14 courant coupé limité: Valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure par un appareil de connexion ou un fusible. [VEI 441-17-12]

NOTE - Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

3.5.7 maximum prospective peak current (of an a.c. circuit): The prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value. [IEV 441-17-04]

NOTE - For a multipole device in a polyphase circuit, the maximum prospective peak current refers to one pole only.

3.5.8 breaking current (of a switching device or a fuse): The current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process. [IEV 441-17-07]

NOTE - For a.c. the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.

3.5.9 breaking capacity (of a switching device or a fuse): A value of prospective breaking current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour. [IEV 441-17-08]

NOTES

- 1 The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.
- 2 For a.c. the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.
- 3 For short-circuit breaking capacity, see 3.5.11.

3.5.10 making capacity (of a switching device): A value of prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour. [IEV 441-17-09]

NOTES

- 1 The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.
- 2 For short-circuit making capacity, see 3.5.12.

3.5.11 short-circuit breaking capacity: A breaking capacity for which the prescribed conditions include a short circuit at the terminals of the switching device. [IEV 441-17-11]

3.5.12 short-circuit making capacity: A making capacity for which prescribed conditions include a short circuit at the terminals of the switching device. [IEV 441-17-10]

3.5.13 joule integral (I^2t): The integral of the square of the current over a given time interval: [IEV 441-18-23]

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

3.5.14 cut-off current; let-through current: The maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse. [IEV 441-17-12]

NOTE - This concept is of particular importance when the switching device or the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

3.5.15 tension appliquée (pour un appareil de connexion): Tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion immédiatement avant l'établissement du courant. [VEI 441-17-24]

NOTE - Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases aux bornes d'alimentation de l'appareil.

3.5.16 tension de rétablissement: Tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible après l'interruption du courant. [VEI 441-17-25]

NOTES

1 Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

2 Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases entre les bornes d'alimentation de l'appareil.

3.5.17 Tension transitoire de rétablissement (en abrégé: TTR): Tension de rétablissement pendant la durée où elle présente un caractère transitoire appréciable. [VEI 441-17-26]

NOTE - La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit, de l'appareil de connexion ou du fusible. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

3.5.18 tension de rétablissement à fréquence industrielle: Tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension. [VEI 441-17-27]

3.5.19 tension de rétablissement en courant continu en régime établi: Tension de rétablissement dans un circuit à courant continu après la disparition des phénomènes transitoires de tension, exprimée par sa valeur moyenne s'il y a des ondulations. [VEI 441-17-28]

3.5.20 distance d'isolement: Distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices. [VEI 441-17-31]

3.5.21 ligne de fuite: Distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices.

NOTE - Un joint entre deux portions de matière isolante est considéré comme faisant partie de la surface.

3.5.22 tension locale («working voltage»): Valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée de la tension en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation à la tension assignée d'alimentation, les surtensions transitoires étant négligées, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement.

3.5.23 surtension de manoeuvre: Surtension transitoire apparaissant en un point donné d'un système (réseau) et engendrée par une manoeuvre ou un défaut.

3.5.24 tension de tenue aux chocs: Valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées.

3.5.25 tension de tenue à fréquence industrielle: Valeur efficace d'une tension sinusoïdale à fréquence industrielle qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées.

3.5.15 applied voltage (for a switching device): The voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current. [IEV 441-17-24]

NOTE - This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

3.5.16 recovery voltage: The voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device or a fuse after the breaking of the current. [IEV 441-17-25]

NOTES

1 This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power frequency voltage or the steady-state recovery voltage alone exists.

2 This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

3.5.17 transient recovery voltage (abbrev.: TRV): The recovery voltage during the time in which it has a significant transient character. [IEV 441-17-26]

NOTE - The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit, the switching device or the fuse. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

3.5.18 power-frequency recovery voltage: The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided. [IEV 441-17-27]

3.5.19 d.c. steady-state recovery voltage: The recovery voltage in a d.c. circuit after the transient voltage phenomena have subsided, expressed by the mean value where ripple is present. [IEV 441-17-28]

3.5.20 clearance: The distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts. [IEV 441-17-31]

3.5.21 creepage distance: The shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts.

NOTE - A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

3.5.22 working voltage: The highest r.m.s. value of the a.c. voltage or the highest value of the d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated supply voltage, transients being disregarded, in open circuit conditions or under normal operating conditions.

3.5.23 switching overvoltage: A transient overvoltage at a given location of a system due to a specific switching operation or a fault.

3.5.24 impulse withstand voltage: The highest peak value of an impulse voltage, of prescribed form and polarity, which does not cause breakdown under specified conditions of test.

3.5.25 power-frequency withstand voltage: The r.m.s. value of a power-frequency sinusoidal voltage which does not cause breakdown under specified conditions of test.

3.5.26 pollution: Tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés) qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface.

3.5.27 degré de pollution (des conditions d'environnement): Nombre conventionnel, basé sur la quantité de poussières conductrices ou hygroscopiques, de gaz ionisés ou de sels, et sur l'humidité relative et sa fréquence d'apparition se traduisant par l'absorption ou la condensation d'humidité, ayant pour effet de diminuer la rigidité diélectrique et/ou la résistivité superficielle.

NOTES

1 Le degré de pollution du micro-environnement auquel est exposé un matériel peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel est situé le matériel en raison de la protection assurée par une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation de l'humidité.

2 Dans le cadre de la présente norme, le degré de pollution est celui du micro-environnement.

3.5.28 micro-environnement (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite): Conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite considérées.

NOTE - C'est le micro-environnement des lignes de fuite ou des distances d'isolement et non l'environnement du matériel qui détermine l'effet sur l'isolation. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du matériel. Il comprend tous les facteurs influant sur l'isolation, tels que conditions climatiques, influences électromagnétiques, production de pollution, etc.

3.5.29 catégorie de surtension (d'un circuit ou dans un réseau): Nombre conventionnel, basé sur la limitation (ou la commande) des valeurs des surtensions transitoires présumées apparaissant dans un circuit (ou dans un réseau où existent des sections de tensions nominales différentes) et dépendant des moyens employés pour agir sur ces surtensions.

NOTE - Dans un réseau, le passage d'une catégorie de surtension à une autre de catégorie inférieure est réalisé à l'aide de moyens appropriés répondant aux prescriptions d'interface, tels qu'un dispositif de protection contre les surtensions ou des impédances disposées en séries et/ou en parallèle capables de dissiper, d'absorber ou de détourner l'énergie du courant de surcharge correspondant, afin d'abaisser la valeur des surtensions transitoires à celle qui correspond à la catégorie de surtension inférieure recherchée.

3.5.30 coordination de l'isolement: Correspondance des caractéristiques d'isolement du matériel électrique, d'une part avec les surtensions attendues et avec les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions et, d'autre part, avec le micro-environnement attendu et les moyens de protection contre la pollution.

3.5.31 champ homogène (uniforme): Champ électrique dont le gradient de tension est essentiellement constant entre les électrodes, comme c'est le cas entre deux sphères où le rayon de chacune est plus grand que la distance qui les sépare.

3.5.32 champ non homogène (non uniforme): Champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant.

3.5.33 cheminement: Formation progressive de trajets conducteurs produits à la surface d'un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface.

3.5.26 pollution: Any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases) that may affect dielectric strength or surface resistivity.

3.5.27 pollution degree (of environmental conditions): A conventional number based on the amount of conductive or hygroscopic dust, ionized gas or salt and on the relative humidity and its frequency of occurrence, resulting in hygroscopic absorption or condensation of moisture leading to reduction in dielectric strength and/or surface resistivity.

NOTES

1 The pollution degree of the micro-environment to which equipment is exposed may be different from that of the macro-environment where the equipment is located because of protection offered by means such as an enclosure or internal heating to prevent absorption or condensation of moisture.

2 For the purpose of this standard, the pollution degree is that of the micro-environment.

3.5.28 micro-environment (of a clearance or creepage distance): The ambient conditions which surround the clearance or creepage distance under consideration.

NOTE - The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation. The micro-environment may be better or worse than the environment of the equipment. It includes all factors influencing the insulation such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

3.5.29 overvoltage category (of a circuit or within an electrical system): A conventional number based on limiting (or controlling) the values of prospective transient overvoltages occurring in a circuit (or within an electrical system having different nominal voltages) and depending on the means employed to influence the overvoltages.

NOTE - In an electrical system, the transition from one overvoltage category to one of a lower category is obtained through appropriate means complying with interface requirements, such as an overvoltage protective device or a series-shunt impedance arrangement capable of dissipating, absorbing, or diverting the energy in the associated surge current, to lower the transient overvoltage value to that of the desired lower overvoltage category.

3.5.30 co-ordination of insulation: The correlation of insulating characteristics of electrical equipment with the expected overvoltages and the characteristics of overvoltage protective devices on the one hand, and with the expected micro-environment and the pollution protective means on the other hand.

3.5.31 homogeneous (uniform) field: An electric field which has an essentially constant voltage gradient between electrodes, such as that between two spheres where the radius of each sphere is greater than the distance between them.

3.5.32 inhomogeneous (non-uniform) field: An electric field which does not have an essentially constant voltage gradient between electrodes.

3.5.33 tracking: The progressive formation of conducting paths which are produced on the surface of a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on that surface.

3.5.34 Indice de résistance au cheminement (IRC): Valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminer le dépôt de 50 gouttes d'une solution d'essai.

NOTES

- 1 La valeur de chaque tension d'essai et de l'indice de résistance au cheminement doit être divisible par 25.
- 2 Cette définition reproduit 2.3 de la CEI 112.

4 Classification

Le 5.2 donne toutes les informations qui peuvent servir de critères de classification.

5 Caractéristiques des contacteurs

5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type du contacteur (voir 5.2);
- valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux (voir 5.3);
- catégorie d'emploi (voir 5.4);
- circuits de commande (voir 5.5);
- circuits auxiliaires (voir 5.6);
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 5.7);
- surtensions de manoeuvre (voir 5.8).

5.2 Type du contacteur

Il est nécessaire d'indiquer (voir aussi article 6):

5.2.1 Le nombre de pôles

5.2.2 Le mode de commande

- automatique (par auxiliaire automatique de commande ou commande séquentielle);
- non automatique (telle que commande manuelle ou par boutons-poussoirs);
- semi-automatique (c'est-à-dire en partie automatique, en partie non automatique).

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

Les valeurs assignées relatives à un contacteur doivent être indiquées conformément aux paragraphes 5.3.1 à 5.4 et 5.7 à 5.8, mais il peut ne pas être nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

5.3.1 Tensions assignées

Un contacteur est défini par les tensions assignées suivantes:

3.5.34 comparative tracking index (CTI): The numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops of a test solution without tracking.

NOTES

- 1 The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.
- 2 This definition is based on 2.3 of IEC 112.

4 Classification

Sub-clause 5.2 gives all data which may be used as criteria for classification.

5 Characteristics of contactors

5.1 Summary of characteristics

The characteristics shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- type of contactor (see 5.2);
- rated and limiting values for main circuits (see 5.3);
- utilization category (see 5.4);
- control circuits (see 5.5);
- auxiliary circuits (see 5.6);
- co-ordination with short-circuit protective devices (see 5.7);
- switching overvoltages (see 5.8).

5.2 Type of contactor

The following shall be stated (see also clause 6):

5.2.1 Number of poles

5.2.2 Method of control

- automatic (by pilot switch or sequence control);
- non-automatic (e.g. by hand operation or by push-buttons);
- semi-automatic (i.e. partly automatic, partly non-automatic).

5.3 Rated and limiting values for main circuits

The rated values established for a contactor shall be stated in accordance with 5.3.1 to 5.4 and 5.7 to 5.8, but it may not be necessary to establish all the listed values.

5.3.1 Rated voltages

A contactor is defined by the following rated voltages:

5.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Une tension assignée d'emploi d'un contacteur est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné d'emploi, détermine l'emploi du contacteur, et à laquelle se rapportent les essais correspondants et la catégorie d'emploi.

Pour un contacteur unipolaire, la tension assignée d'emploi s'exprime généralement par la tension à travers le pôle.

Pour un contacteur multipolaire, elle s'exprime généralement par la tension entre phases.

NOTES

- 1 Un contacteur peut être caractérisé par un certain nombre de valeurs combinées de tensions assignées d'emploi et de courants ou de puissances assignées d'emploi correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.
- 2 Un contacteur peut être caractérisé par un certain nombre de tensions assignées d'emploi et de pouvoirs de fermeture et de coupure correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.
- 3 L'attention est attirée sur le fait que la tension d'emploi peut être différente de la tension locale (voir paragraphe 3.5.22) à l'intérieur d'un contacteur.

5.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

La tension assignée d'isolement d'un contacteur est la valeur de tension à laquelle on se réfère pour des essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

En aucun cas, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi ne doit dépasser celle de la tension assignée d'isolement.

NOTE - Dans le cas des contacteurs pour lesquels la tension assignée d'isolement n'est pas spécifiée, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi est considérée comme étant la tension assignée d'isolement.

5.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Valeur de crête d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, que le contacteur est susceptible de supporter sans claquage, dans des conditions d'essai spécifiées, et à laquelle on se réfère pour les valeurs des distances d'isolement.

La tension assignée de tenue aux chocs d'un contacteur doit être égale ou supérieure aux valeurs fixées pour les surtensions transitoires apparaissant dans le circuit où est placé ce matériel.

NOTE - Les valeurs préférentielles de la tension assignée de tenue aux chocs sont indiquées au tableau 16, page 128.

5.3.2 Courants ou puissances

Un contacteur est défini par les courants suivants:

5.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Le courant thermique conventionnel à l'air libre est la valeur maximale du courant d'essai à utiliser pour les essais d'échauffement du contacteur sans enveloppe à l'air libre (voir paragraphe 9.3.3.3).

5.3.1.1 *Rated operational voltage (U_o)*

A rated operational voltage of a contactor is a value which, combined with a rated operational current, determines the application of the contactor and to which the relevant tests and the utilization categories are referred.

For a single-pole contactor, the rated operational voltage is generally stated as the voltage across the pole.

For a multipole contactor, it is generally stated as the voltage between phases.

NOTES

- 1 A contactor may be assigned a number of combinations of rated operational voltages and rated operational currents or powers for different duties and utilization categories.
- 2 A contactor may be assigned a number of rated operational voltages and associated making and breaking capacities for different duties and utilization categories.
- 3 Attention is drawn to the fact that the operational voltage may differ from the working voltage (see 3.5.22) within a contactor.

5.3.1.2 *Rated insulation voltage (U_i)*

The rated insulation voltage of a contactor is the value of voltage to which dielectric tests voltage and creepage distances are referred.

In no case shall the maximum value of the rated operational voltage exceed that of the rated insulation voltage.

NOTE - For contactors without a specified rated insulation voltage, the highest value of the rated operational voltage is considered to be the rated insulation voltage.

5.3.1.3 *Rated impulse withstand voltage (U_{imp})*

The peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the contactor is capable of withstanding without failure under specified conditions of test and to which the values of the clearances are referred.

The rated impulse withstand voltage of a contactor shall be equal to or higher than the values stated for the transient overvoltages occurring in the circuit in which the contactor is fitted.

NOTE - Preferred values of rated impulse withstand voltage are given in table 16, page 129.

5.3.2 *Currents or powers*

A contactor is defined by the following currents:

5.3.2.1 *Conventional free air thermal current (I_{th})*

The conventional free air thermal current is the maximum value of test current to be used for temperature-rise tests of an unenclosed contactor in free air (see 9.3.3.3).

La valeur du courant thermique conventionnel à l'air libre doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir 5.3.2.3) du contacteur sans enveloppe, en service de 8 heures (voir 5.3.4.1).

On entend par air libre, l'air qui existe à l'intérieur dans les conditions normales, raisonnablement exempt de poussières et de radiations externes.

NOTES

- 1 Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le contacteur.
- 2 Un contacteur sans enveloppe est un contacteur fourni par le constructeur sans enveloppe ou un contacteur fourni par le constructeur avec une enveloppe intégrée qui n'est pas destinée normalement à être la seule enveloppe protégeant le contacteur.

5.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{th})

Le courant thermique conventionnel sous enveloppe d'un contacteur est la valeur du courant, fixée par le constructeur, à utiliser pour les essais d'échauffement du contacteur lorsqu'il est monté dans une enveloppe spécifiée. Ces essais doivent être conformes à 9.3.3.3 et sont obligatoires si le contacteur est décrit comme contacteur sous enveloppe dans les catalogues du constructeur et normalement destiné à être utilisé avec une ou plusieurs enveloppes de type et de taille spécifiés (voir note 2).

La valeur du courant thermique conventionnel sous enveloppe doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir 5.3.2.3) du contacteur sous enveloppe en service de 8 heures (voir 5.3.4.1).

Si le contacteur est normalement destiné à être utilisé dans des enveloppes non spécifiées, cet essai n'est pas obligatoire si l'essai au courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th}) a été effectué. Dans ce cas, le constructeur doit être en mesure de fournir des indications sur la valeur du courant thermique sous enveloppe ou sur le facteur de déclassement.

NOTES

- 1 Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le contacteur.
- 2 Un contacteur sous enveloppe est un contacteur normalement destiné à être employé avec un type et une taille d'enveloppe déterminés ou avec plus d'un type d'enveloppe.

5.3.2.3 Courants assignés d'emploi (I_e) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un contacteur est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir 5.3.1.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir 5.3.3), du service assigné (voir 5.3.4), de la catégorie d'emploi (voir 5.4) et du type d'enveloppe de protection, le cas échéant.

Dans le cas de contacteurs pour la commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance maximale disponible assignée, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le contacteur est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi.

The value of the conventional free air thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see 5.3.2.3) of the unenclosed contactor in eight-hour duty (see 5.3.4.1).

Free air is understood to be air in normal indoor conditions, reasonably free from draughts and external radiation.

NOTES

- 1 This current is not a rating and is not mandatorily marked on the contactor.
- 2 An unenclosed contactor is a contactor supplied by the manufacturer without an enclosure or a contactor supplied by the manufacturer with an integral enclosure which is not normally intended to be the sole contactor protective enclosure.

5.3.2.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

The conventional enclosed thermal current is the value of current stated by the manufacturer to be used for the temperature-rise tests of the contactor when mounted in a specified enclosure. Such tests shall be in accordance with 9.3.3.3 and are mandatory if the contactor is described as an enclosed contactor in the manufacturer's catalogues and normally intended for use with one or more enclosures of specified type and size (see note 2).

The value of the conventional enclosed thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see 5.3.2.3) of the enclosed contactor in eight-hour duty (see 5.3.4.1).

If the contactor is normally intended for use in unspecified enclosures, the test is not mandatory if the test for conventional free air thermal current (I_{th}) has been made. In this case, the manufacturer shall be prepared to give guidance on the value of the enclosed thermal current or the derating factor.

NOTES

- 1 This current is not a rating and is not mandatorily marked on the contactor.
- 2 An enclosed contactor is a contactor normally intended for use with a specified type and size of enclosure or intended for use with more than one type of enclosure.

5.3.2.3 Rated operational currents (I_o) or rated operational powers

A rated operational current of a contactor is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see 5.3.1.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated frequency (see 5.3.3), the rated duty (see 5.3.4), the utilization category (see 5.4) and the type of protective enclosure, if any.

In the case of a contactor for the direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by an indication of the maximum rated power output, at the rated operational voltage considered, of the motor for which the contactor is intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the current and the power.

5.3.3 Fréquence assignée

Fréquence d'alimentation pour laquelle un contacteur est établi et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques.

NOTE - Un même contacteur peut avoir plusieurs fréquences assignées ou un domaine de fréquences assignées.

5.3.4 Services assignés

Les services assignés considérés comme normaux sont:

5.3.4.1 Service continu (service de 8 h)

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés, tout en étant parcourus par un courant constant pendant une durée assez longue pour qu'ils puissent atteindre l'équilibre thermique mais ne dépassant pas 8 h sans interruption.

NOTES

- 1 Ce service est le service de référence d'après lequel les courants thermiques conventionnels I_{th} et I_{the} du contacteur sont déterminés.
- 2 Par interruption, on entend la coupure du courant par la manœuvre du contacteur.

5.3.4.2 Service intermittent périodique ou service intermittent

Service avec des durées de fonctionnement en charge pendant lesquelles les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés, et dont la relation avec les durées sans charge est définie, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique.

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée de passage du courant et par le facteur de marche, qui est le rapport entre la durée du passage du courant et la durée totale, et qui est souvent exprimé par un pourcentage.

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les contacteurs sont répartis entre les classes préférentielles suivantes:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| – classe 1: | 1 cycle de manœuvre par heure; |
| – classe 3: | 3 cycles de manœuvres par heure; |
| – classe 12: | 12 cycles de manœuvres par heure; |
| – classe 30: | 30 cycles de manœuvres par heure; |
| – classe 120: | 120 cycles de manœuvres par heure; |
| – classe 300: | 300 cycles de manœuvres par heure; |
| – classe 1 200: | 1 200 cycles de manœuvres par heure. |

Un contacteur destiné au service intermittent peut être désigné par les caractéristiques du service intermittent.

Exemple: Un service intermittent comprenant le passage d'un courant de 32 A pendant 2 min par période de 5 min peut être défini: 32 A, classe 12, 40 %.

5.3.3 Rated frequency

The supply frequency for which a contactor is designed and to which the other characteristic values correspond.

NOTE - The same contactor may be assigned a number or a range of rated frequencies.

5.3.4 Rated duties

The rated duties considered as normal are:

5.3.4.1 Eight-hour duty (continuous duty)

A duty in which the main contacts of a contactor remain closed while carrying a steady current long enough for the contactor to reach thermal equilibrium but not for more than eight hours without interruption.

NOTES

- 1 This is the basic duty on which the conventional thermal currents I_{th} and I_{the} of the contactor are determined.
- 2 Interruption means breaking the current by operating the contactor.

5.3.4.2 Intermittent periodic duty or intermittent duty

A duty with on-load periods, during which the main contacts of a contactor remain closed, having a definite relation to off-load periods, both periods being too short to allow the contactor to reach thermal equilibrium.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of the current flow and by the on-load factor which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage.

According to the number of operating cycles which they are capable of carrying out per hour, contactors are divided into the following preferred classes:

- class 1: 1 operating cycle per hour;
- class 3: 3 operating cycles per hour;
- class 12: 12 operating cycles per hour;
- class 30: 30 operating cycles per hour;
- class 120: 120 operating cycles per hour;
- class 300: 300 operating cycles per hour;
- class 1 200: 1 200 operating cycles per hour.

A contactor intended for intermittent duty may be designated by the characteristics of intermittent duty.

Example: An intermittent duty comprising a current flow of 32 A for 2 min within every 5 min may be stated as: 32 A, class 12, 40 %.

5.3.4.3 *Service temporaire*

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique, les durées de fonctionnement en charge étant séparées par des durées sans charge d'une valeur suffisante pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu refroidissant.

5.3.4.4 *Service périodique*

Service dans lequel le fonctionnement à charge constante ou variable est périodique. (VEI 151-04-11)

5.3.5 *Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge*

Ce paragraphe donne les prescriptions générales relatives aux caractéristiques assignées pour des conditions normales de charge et de surcharge.

Les prescriptions détaillées figurent en 8.2.4.

5.3.5.1 *Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs*

Un contacteur destiné à connecter des moteurs doit pouvoir supporter les contraintes thermiques occasionnées par le démarrage et l'accélération d'un moteur à sa vitesse normale et par les surcharges de fonctionnement.

Les prescriptions à satisfaire sont données en 8.2.4.3.

5.3.5.2 *Pouvoir assigné de fermeture*

Les prescriptions concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur fonctionne suivant les prescriptions de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.5.3 *Pouvoir assigné de coupure*

Les prescriptions concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.1. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur fonctionne suivant les prescriptions de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.5.4 *Fonctionnement conventionnel en service*

Il est spécifié en 8.2.4.2 comme une série de manoeuvres d'établissement et de coupure.

5.3.6 *Courant assigné de court-circuit conditionnel*

Le courant assigné de court-circuit conditionnel d'un contacteur est la valeur de courant présumé, fixée par le constructeur, que ce contacteur, protégé par un dispositif de protection contre les court-circuits spécifié par le constructeur, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions d'essais spécifiées en 9.3.4.

5.3.4.3 *Temporary duty*

Duty in which the main contacts of a contactor remain closed for periods insufficient to allow the contactor to reach thermal equilibrium, the un-load periods being separated by off-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

5.3.4.4 *Periodic duty*

A type of duty in which operation, whether at constant or variable load, is regularly repeated. (IEV 151-04-11)

5.3.5 *Normal load and overload characteristics*

This subclause gives general requirements concerning ratings under normal load and overload conditions.

Detailed requirements are given in 8.2.4.

5.3.5.1 *Ability to withstand motor switching overload currents*

A contactor intended for switching motors shall be capable of withstanding the thermal stresses due to starting and accelerating a motor to normal speed and due to operating overloads.

Requirements to meet these conditions are given in 8.2.4.3.

5.3.5.2 *Rated making capacity*

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.5.3 *Rated breaking capacity*

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.1. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.5.4 *Conventional operational performance*

Specified as a series of making and breaking operations in 8.2.4.2.

5.3.6 *Rated conditional short-circuit current*

The rated conditional short-circuit current of a contactor is the value of prospective current stated by the manufacturer, that the contactor, protected by a short-circuit protective device specified by the manufacturer, can withstand satisfactorily for the operating time of this device under the test conditions specified in 9.3.4.

Le constructeur doit indiquer les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits.

NOTE - Le courant assigné de court-circuit conditionnel s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique.

5.4 Catégorie d'emploi

La catégorie d'emploi d'un contacteur définit l'application à laquelle il est destiné; elle est caractérisée par une ou plusieurs des conditions de service suivantes:

- courant(s), exprimé(s) en multiple(s) du courant assigné d'emploi;
- tension(s), exprimée(s) en multiple(s) de la tension assignée d'emploi;
- facteur de puissance.

Les catégories d'emploi normales sont données au tableau 1.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants, des tensions, des facteurs de puissance et des autres données des tableaux 8 et 9 ainsi que par les conditions d'essais spécifiées dans la présente norme.

Il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure puisque ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme l'indique le tableau 8.

Sauf spécification contraire, les contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b sont conçus en fonction des caractéristiques de démarrage des moteurs compatibles avec les pouvoirs de fermeture du tableau 8. Lorsque le courant de démarrage d'un moteur dont le rotor est bloqué dépasse ces valeurs, il convient de diminuer en conséquence le courant d'emploi.

5.4.1 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais

Un contacteur qui a été essayé pour une catégorie d'emploi ou à toute combinaison de paramètres (tels que tension et courant d'emploi maximaux, etc.), peut se voir attribuer une catégorie d'emploi sans essai complémentaire pourvu que les grandeurs d'essai, tensions, courants, facteurs de puissance, nombre de cycles de manoeuvres, durées de passage du courant et durées de repos figurant aux tableaux 8 et 9 et que le circuit d'essai pour la catégorie d'emploi attribuée ne soient pas plus sévères que ceux auxquels le contacteur a été essayé et que l'échauffement ait été vérifié à un courant au moins égal à la valeur maximale du courant assigné d'emploi en service continu.

Tableau 1 - Catégories d'emploi

Catégories d'emploi ¹⁾	Applications caractéristiques
AC-7a	Charges faiblement inductives
AC-7b	Commande de moteurs ²⁾
¹⁾ Les contacteurs peuvent avoir d'autres catégories d'emploi; dans ce cas, ils doivent répondre aux prescriptions de la CEI 947-4-1 pour ces catégories d'emploi. ²⁾ La catégorie AC-7b peut être utilisée pour des marches par à-coups occasionnelles de durée limitée; le nombre de ces manoeuvres pendant ces périodes de temps limitées ne dépasse pas normalement cinq par minute ni plus de dix pour une durée de 10 minutes.	

The details of the specified short-circuit protective device shall be stated by the manufacturer.

NOTE - The rated conditional short-circuit current is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

5.4 Utilization category

The utilization category of a contactor defines the intended application and is characterized by one or more of the following service conditions:

- current(s), expressed as multiple(s) of the rated operational current;
- voltage(s), expressed as multiple(s) of the rated operational voltage;
- power-factor.

The standard utilization categories are given in table 1.

Each utilization category is characterized by the values of the currents, voltages, power-factors and other data of tables 8 and 9 and by the test conditions specified in this standard.

It is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities as these values depend directly on the utilization category as shown in table 8.

Unless otherwise stated, contactors of utilization category AC-7b are designed on the basis of the starting characteristics of the motors compatible with the making capacities of table 8. When the starting current of a motor, with stalled rotor, exceeds these values, the operational current should be decreased accordingly.

5.4.1 Assignment of utilization categories based on the results of tests

A contactor which has been tested for one utilization category or at any combination of parameters (such as highest operational voltage and current, etc.) can be assigned another utilization category without testing provided that the test currents, voltages, power-factors, number of operating cycles, ON and OFF times given in tables 8 and 9 and the test circuit for the assigned utilization category are not more severe than those at which the contactor has been tested and the temperature-rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated operational current in continuous duty.

Table 1 - Utilization categories

Utilization categories ¹⁾	Typical applications
AC-7a	Slightly inductive loads
AC-7b	Motor loads ²⁾
¹⁾ Contactors may have other utilization categories, in which case they shall comply with the requirements of IEC 947-4-1 for such categories. ²⁾ The AC-7b category may be used for occasional inching (jogging) or plugging for limited time periods; during such limited time periods the number of operations should not exceed five per minute or more than ten in a 10-minute period.	

5.5 Circuits de commande

Les caractéristiques des circuits de commande sont:

- la nature du courant;
- la fréquence assignée;
- la tension assignée des circuits de commande U_c (nature, et fréquence);
- la tension assignée d'alimentation de commande U_s (nature, et fréquence), le cas échéant;
- l'aptitude au raccordement aux circuits TBTS.

NOTE - Une distinction a été faite ci-dessus entre la tension des circuits de commande, qui est la tension qui apparaît entre les contacts «a» (voir 3.3.11) dans le circuit de commande et la tension d'alimentation de commande, qui est la tension appliquée aux bornes d'entrée des circuits de commande du contacteur et qui peut être différente de la tension des circuits de commande en raison de la présence d'appareils incorporés tels que transformateurs, redresseurs, résistances, etc.

La tension assignée d'alimentation de commande et la fréquence assignée, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement du circuit de commande.

5.6 Circuits auxiliaires

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont le nombre et la nature des contacts (contact «a», contact «b», etc.) de chacun de ces circuits et leurs caractéristiques assignées, suivant la CEI 947-5-1.

Les caractéristiques des contacts et des interrupteurs auxiliaires doivent être conformes aux prescriptions de la norme ci-dessus.

5.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

Les contacteurs sont caractérisés par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) à utiliser pour assurer une protection adéquate du contacteur contre les courants de court-circuit. Les prescriptions sont données en 8.2.5.

5.8 Surtensions de manoeuvre

Les prescriptions figurent en 8.2.6.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur:

6.1.1 Identification:

- a) nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) désignation du type ou le numéro de série;
- c) numéro de la présente norme si le constructeur déclare y être conforme.

5.5 Control circuits

The characteristics of control circuits are:

- kind of current;
- rated frequency;
- rated control circuit voltage U_c (nature and frequency);
- rated control supply voltage U_s (nature and frequency), where applicable;
- suitability to be connected to SELV circuits.

NOTE - A distinction has been made above between the control circuit voltage, which would appear across the "a" contacts (see 3.3.11) in the control circuit, and the control supply voltage, which is the voltage applied to the input terminals of the control circuit of the contactor and which may be different from the control circuit voltage owing to the presence of built-in transformers, rectifiers, resistors, etc.

The rated control circuit voltage and rated frequency, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the control circuit are based.

5.6 Auxiliary circuits

The characteristics of auxiliary circuits are the number and kind of contacts ("a" contact, "b" contact, etc.) in each of these circuits and their ratings according to IEC 947-5-1.

The characteristics of auxiliary contacts and switches shall comply with the requirements of that standard.

5.7 Co-ordination with short-circuit protective devices

Contactors are characterized by the type, ratings and characteristics of the short-circuit protective devices (SCPD) to be used to provide adequate protection of the contactor against short-circuit currents. Requirements are given in 8.2.5.

5.8 Switching overvoltages

The requirements are given in 8.2.6.

6 Product information

6.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer:

6.1.1 Identification:

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) number of this standard, if the manufacturer claims compliance.

6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation

- d) tensions assignées d'emploi (voir 5.3.1.1);
- e) catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi (ou les puissances assignées), à la tension assignée d'emploi (voir 5.3.2.3 et 5.4);
- f) valeur de la (des) fréquence(s) assignée(s), par exemple: 50 Hz ou 50 Hz/60 Hz;
- g) service assigné avec l'indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir 5.3.4).

Valeurs associées:

- h) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure. Ces indications peuvent être remplacées, s'il y a lieu, par l'indication de la catégorie d'emploi (voir tableau 8);

Sécurité et installation:

- i) tension assignée d'isolement (voir 5.3.1.2);
- j) tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.1.3) lorsque elle est déclarée;
- k) code IP, dans le cas d'un contacteur sous enveloppe (voir 8.1.11);
- l) degré de pollution (voir 7.1.3.2);
- m) courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6) et le type, le courant assigné et les caractéristiques du DPCC associé;
- n) surtensions de manoeuvre (voir 5.8).

Circuits de commande (voir 5.5):

Les informations suivantes relatives aux circuits de commande doivent figurer soit sur la bobine, soit sur le contacteur:

- o) tension assignée des circuits de commande (U_c), nature du courant et fréquence assignée;
- p) si nécessaire nature du courant, fréquence assignée et tension assignée d'alimentation de commande (U_s);

Pour les contacteurs dont le circuit de commande est destiné à être raccordé à une alimentation TBTS:

- q) aptitude du circuit de commande à être relié à une alimentation TBTS, le circuit principal étant alimenté à une tension de valeur supérieure à celle du circuit TBTS.

Circuits auxiliaires:

- r) caractéristiques assignées des circuits auxiliaires (voir 5.6).

6.2 Marquage

Les marquages doivent être indélébiles et facilement lisibles.

Le marquage du nom du constructeur ou de la marque de fabrique et de la désignation du type ou du numéro de série est obligatoire sur le matériel, de préférence sur la plaque signalétique, s'il y a lieu, de manière à permettre d'obtenir tous les renseignements auprès du constructeur.

NOTE - Aux Etats-Unis et au Canada, la tension assignée d'emploi U_o peut être marquée de la manière suivante:

- a) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 4 conducteurs, par la valeur de la tension entre phase et terre et par celle de la tension entre phases, par exemple 277/480 V;
- b) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 3 conducteurs, par la valeur de la tension entre phases, par exemple 480 V.

6.1.2 Characteristics, basic rated values and utilization

- d) rated operational voltages (see 5.3.1.1);
- e) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltage (see 5.3.2.3 and 5.4);
- f) value of the rated frequency/frequencies, e.g.: 50 Hz or 50 Hz/60 Hz;
- g) rated duty with indication of the class of intermittent duty, if any (see 5.3.4).

Associated values:

- h) rated making and breaking capacities. These indications may be replaced, where applicable, by the indication of the utilization category (see table 8);

Safety and installation:

- i) rated insulation voltage (see 5.3.1.2);
- j) rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3), when declared;
- k) IP code, in case of an enclosed contactor (see 8.1.11);
- l) pollution degree (see 7.1.3.2);
- m) rated conditional short-circuit current (see 5.3.6) and the type, current rating and characteristics of the associated SCPD;
- n) switching overvoltages (see 5.8).

Control circuits (see 5.5):

The following information concerning control circuits shall be placed either on the coil or on the contactor:

- o) rated control circuit voltage (U_c), nature of current and rated frequency;
- p) if necessary nature of current, rated frequency and rated control supply voltage (U_s);

For contactors, the control circuit of which is intended to be connected to a SELV supply:

- q) suitability of the control circuit to be connected to a SELV supply, the main circuit being supplied with a voltage having a value greater than that of the SELV circuit.

Auxiliary circuits:

- r) ratings of auxiliary circuits (see 5.6).

6.2 Marking

Markings shall be indelible and easily legible.

Marking of the manufacturer's name or trade mark and type designation or serial number is mandatory on the contactor, preferably on the nameplate if any, to enable complete data to be obtained from the manufacturer.

NOTE - In the USA and Canada, the rated operational voltage U_e may be marked as follows:

- a) on equipment for use on three-phase - four-wire systems, by both the value of phase-to-earth voltage and that of phase-to-phase voltage, e.g. 277/480 V;
- b) on equipment for use on three-phase - three-wire systems, by the value of phase-to-phase voltage, e.g. 480 V.

Les indications suivantes doivent également être marquées et visibles après le montage:

- sens du mouvement de l'organe de commande (voir 8.1.4.2), le cas échéant;
- indication de la position de l'organe de commande (voir aussi 8.1.5.1 et 8.1.5.2);
- marque d'approbation ou de certification, s'il y a lieu;
- symboles, code de couleur ou code littéral pour les contacteurs miniaturisés;
- identification et marquage des bornes (voir 8.1.6.4);
- code IP et classe de protection contre les chocs électriques, s'il y a lieu (marqués de préférence sur le contacteur, dans la mesure du possible).

Les marques ne doivent pas être apposées sur des vis, des rondelles amovibles ou d'autres pièces amovibles.

L'indication k) doit figurer sur l'enveloppe, le cas échéant.

L'indication c), et la marque d'approbation (certification), s'il y a lieu, doivent figurer sur la plaque signalétique.

Les indications d) à j) et l) à r) doivent figurer sur la plaque signalétique, ou sur le contacteur ou dans les notices du constructeur.

Le marquage des bornes doit être conforme à l'annexe A de la présente norme.

NOTE - Les catégories d'emploi supplémentaires conformes à la CEI 947-4-1 peuvent aussi être marquées (voir note 1 du tableau 1).

6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le constructeur doit, s'il y a lieu, spécifier dans ses documents ou catalogues, les instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien du contacteur en cours de fonctionnement et après un défaut.

Si nécessaire, les instructions pour le transport, l'installation et le fonctionnement du contacteur doivent préciser les mesures ayant une importance particulière pour l'installation convenable du contacteur, sa réception et son fonctionnement.

Les documents ci-dessus doivent indiquer l'étendue et la fréquence recommandées pour l'entretien, s'il y a lieu.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

7.1 Conditions normales de service

Les contacteurs conformes à la présente norme doivent pouvoir fonctionner dans les conditions normales suivantes:

7.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas +40 °C et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas +35 °C.

The following information shall also be marked and visible after mounting:

- direction of movement of the actuator (see 8.1.4.2), if applicable;
- indication of the position of the actuator (see also 8.1.5.1 and 8.1.5.2);
- approval or certification mark, if applicable;
- for miniaturized contactors, symbol, colour code or letter code;
- terminal identification and marking (see 8.1.6.4);
- IP code and class of protection against electric shock, when applicable (marked preferably on the contactor as far as possible).

Markings shall not be placed on screws, removable washers or other removable parts.

Data under k) shall be indicated on the enclosure, if any.

Data under c) and approval mark (certification), if any, shall be indicated on the nameplate.

Data under d) to j) and l) to r) shall be included on the nameplate, or on the contactor, or in the manufacturer's published literature.

Marking of terminals shall be in accordance with annex A of this standard.

NOTE - Additional utilization categories according to IEC 947-4-1 may also be marked (see note 1 to table 1).

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

The manufacturer shall specify in his documents or catalogues the conditions, if any, for installation, operation and maintenance of the contactor during operation and after a fault.

If necessary, the instructions for the transport, installation and operation of the contactor shall indicate the measures that are of particular importance for the proper and correct installation, commissioning and operation of the contactor.

These documents shall indicate the recommended extent and frequency of maintenance, if any.

7 Normal service, mounting and transport conditions

7.1 Normal service conditions

Contactors complying with this standard shall be capable of operating under the following standard conditions:

7.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed +40 °C and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du contacteur s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

Les contacteurs prévus pour fonctionner à des températures supérieures à $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (en particulier dans les pays tropicaux) ou inférieurs à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ doivent être conçus spécialement ou utilisés conformément aux informations données dans les catalogues du constructeur.

7.1.2 Altitude

L'altitude du lieu d'installation n'excède pas 2 000 m.

Pour des installations à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air.

Les contacteurs prévus pour être utilisés dans ces conditions doivent être construits spécialement ou utilisés conformément à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les informations données dans le catalogue du constructeur peuvent constituer un tel accord.

7.1.3 Conditions atmosphériques

7.1.3.1 Humidité

Le degré d'humidité relative de l'air ne dépasse pas 50 % à la température maximale de $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Des précautions spéciales peuvent être nécessaires en cas de condensation occasionnelle provoquée par des variations de température.

NOTE - Les degrés de pollution définis en 7.1.3.2 définissent les conditions d'environnement de manière plus précise.

7.1.3.2 Degré de pollution

Le degré de pollution (voir 3.5.27) se rapporte aux conditions d'environnement pour lesquelles est prévu le contacteur.

NOTE - C'est le micro-environnement de la ligne de fuite ou de la distance d'isolement et non l'environnement du contacteur qui agit sur l'isolement. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du contacteur. Il comprend tous les facteurs qui influencent l'isolation, tels que conditions climatiques et électromagnétiques, création de pollution, etc.

Pour les contacteurs destinés à être utilisés dans une enveloppe ou munis d'une enveloppe intégrée, le degré de pollution à l'intérieur de l'enveloppe est applicable.

Pour évaluer les distances d'isolement et les lignes de fuite, on distingue les quatre degrés suivants de pollution au niveau du micro-environnement (les distances d'isolement et les lignes de fuite sont données aux tableaux 17 et 18 en fonction des différents degrés de pollution):

The lower limit of the ambient air temperature is $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the contactor if supplied without enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

Contactors intended to be used in ambient air temperatures above $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (particularly in tropical countries) or below $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall either be specially designed or be used according to the information given in the manufacturer's catalogue.

7.1.2 *Altitude*

The altitude of the site of installation does not exceed 2 000 m.

For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and the cooling effects of the air.

Contactors intended to be so used shall be designed especially or used according to an agreement between manufacturer and user.

Information in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

7.1.3 *Atmospheric conditions*

7.1.3.1 *Humidity*

The relative humidity of the air does not exceed 50 % at a maximum temperature of $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90 % at $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Special measures may be necessary in cases of occasional condensation due to variation in temperature.

NOTE - The pollution degrees given in 7.1.3.2 define the environmental conditions more precisely.

7.1.3.2 *Pollution degree*

The pollution degree (see 3.5.27) refers to the environmental conditions for which the contactor is intended.

NOTE - The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the contactor determines the effect on the insulation. The micro-environment may be better or worse than the environment of the contactor. It includes all the factors influencing the insulation, such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

For contactors intended for use within an enclosure or provided with an integral enclosure, the pollution degree of the environment in the enclosure is applicable.

For the purpose of evaluating clearances and creepage distances, the following four degrees of pollution of the micro-environment are established (the clearances and creepage distances being according to the different pollution degrees given in tables 17 and 18).

Degré de pollution 1:

Il n'existe pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice.

Degré de pollution 2:

Présence normale d'une pollution non conductrice seulement. On peut cependant, occasionnellement, s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

Degré de pollution 3:

Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice qui devient conductrice par suite de condensation.

Degré de pollution 4:

La pollution provoque une conductivité persistante et élevée, pollution causée, par exemple, par de la poussière conductrice ou par de la neige ou de la pluie.

Degré de pollution normal pour les applications domestiques et similaires:

Les contacteurs pour applications domestiques et similaires sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement de degré de pollution 2.

7.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Les conditions pendant le transport et le stockage, par exemple température et humidité, sont celles définies en 7.1. Toutefois, sauf spécification contraire, la gamme des températures suivantes s'applique pendant le transport et le stockage: entre -25 °C et $+55\text{ °C}$ et, pour de courtes périodes n'excédant pas 24 h, jusqu'à $+70\text{ °C}$.

7.3 Montage

Le contacteur doit être monté suivant les indications du constructeur.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Dispositions constructives

Le contacteur et, le cas échéant, son enveloppe, intégrée ou non, doit être conçu et construit de façon à résister aux contraintes subies pendant son installation et en service normal. Il doit en outre avoir un degré spécifié de résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu.

NOTE - Un contacteur sous enveloppe est un contacteur monté dans une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir seulement un seul contacteur.

8.1.1 Matériaux

La convenance des matériaux utilisés est vérifiée en effectuant les essais suivants sur le contacteur et/ou si cela n'est pas faisable sur des pièces (parties) prélevées sur celui-ci.

Pollution degree 1:

No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs.

Pollution degree 2:

Normally, only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation may be expected.

Pollution degree 3:

Conductive pollution occurs, or dry, non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation.

Pollution degree 4:

The pollution generates persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow.

Standard pollution degree of household and similar applications:

Contactors for household and similar applications are generally for use in a pollution degree 2 environment.

7.2 Conditions during transport and storage

The conditions during transport and storage, e.g. temperature and humidity, are those defined in 7.1, except that, unless otherwise specified, the following temperature range applies during transport and storage: between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ and, for short periods not exceeding 24 h, up to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.3 Mounting

The contactor shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions.

8 Constructional and performance requirements**8.1 Constructional requirements**

The contactor with its enclosure, if any, whether integral or not, shall be designed and constructed to withstand the stresses occurring during installation and normal use and, in addition, shall provide a specified degree of resistance to abnormal heat and fire.

NOTE - An enclosed contactor is a contactor mounted in an enclosure, designed and dimensioned to contain one contactor only.

8.1.1 Materials

The suitability of materials used is verified by making the following tests on the contactor and/or, if not practicable, on parts taken from it.

- résistance au vieillissement (voir 8.1.1.1)
- résistance à l'humidité (voir 8.1.1.2)
- résistance à la chaleur (voir 8.1.1.3)
- résistance à la chaleur anormale et au feu (voir 8.1.1.4)
- résistance à la rouille (voir 8.1.1.5)

En ce qui concerne la résistance à la chaleur, à la chaleur anormale et aux risques du feu, la priorité doit être donnée aux essais effectués sur le contacteur ou sur une pièce convenable prélevée sur celui-ci.

Toutefois, dans certains cas, des essais sur des matériaux peuvent être effectués pour des raisons pratiques, comme une alternative aux essais effectués sur le contacteur.

8.1.1.1 *Résistance au vieillissement*

Les contacteurs doivent résister au vieillissement.

En général, il est seulement nécessaire d'essayer les contacteurs comportant (ou fournis avec) des enveloppes ou des pièces en p.v.c. ou en matériau plastique similaire ainsi, que les pièces en caoutchouc telles que bagues d'étanchéité ou joints.

La conformité à ces dispositions est vérifiée par inspection et, si nécessaire, par un essai suivant 9.2.1.1.

8.1.1.2 *Résistance à l'humidité*

Le contacteur doit être protégé contre les effets de l'humidité qui peut se produire en service normal.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.1.2.

8.1.1.3 *Résistance à la chaleur*

Toutes les parties des contacteurs sous enveloppe, partiellement sous enveloppe ou sans enveloppe, destinées à empêcher l'accès aux parties actives ne doivent pas être endommagées par la plus haute température susceptible d'être atteinte en service normal.

La conformité doit être vérifiée par les essais spécifiés en 9.2.1.3.1 et 9.2.1.3.2.

8.1.1.4 *Résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu*

Les pièces en matériau isolant qui pourraient être exposées aux contraintes thermiques dues aux effets de l'électricité et dont la détérioration pourrait mettre en cause la sécurité du contacteur, ne doivent pas être sévèrement affectées par une chaleur anormale et par le feu.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.1.4.

Si l'essai spécifié doit être effectué sur plus d'un endroit sur l'échantillon, des précautions doivent être prises pour s'assurer que des détériorations causées par les essais précédents n'affectent pas les résultats de l'essai à effectuer. Les petites pièces dont les dimensions superficielles n'excèdent pas 14 mm x 14 mm ne sont pas soumises à l'essai.

- resistance to ageing (see 8.1.1.1)
- resistance to humidity (see 8.1.1.2)
- resistance to heat (see 8.1.1.3)
- resistance to abnormal heat and fire (see 8.1.1.4)
- resistance to rusting (see 8.1.1.5)

As far as resistance to heat, abnormal heat and fire hazard are concerned, priority shall be given to tests made on the contactor or on a suitable part taken from the contactor.

However, in certain cases, tests on materials may be used, for practical reasons, as an alternative to tests on the contactor.

8.1.1.1 *Resistance to ageing*

Contactors shall be resistant to ageing.

In general, it is only necessary to test contactors having (or supplied with) enclosures or parts of p.v.c. or similar thermoplastic material and parts of rubber such as sealing rings and gaskets.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by a test according to 9.2.1.1.

8.1.1.2 *Resistance to humidity*

The contactor shall be protected against the effects of humidity which may occur in normal service.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.1.2.

8.1.1.3 *Resistance to heat*

All parts of enclosed, partially enclosed and unenclosed contactors intended to prevent access to live parts shall not be adversely affected by the highest temperature likely to be reached during normal service.

Compliance shall be verified by the tests specified in 9.2.1.3.1 and 9.2.1.3.2.

8.1.1.4 *Resistance to abnormal heat and fire*

Parts of insulating material which might be exposed to thermal stresses due to electrical effects, the deterioration of which might impair the safety of the contactor, shall not be adversely affected by abnormal heat or fire.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.1.4.

If a test has to be made at more than one place on the same sample, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests does not affect the test to be made. Small parts with surface dimensions not exceeding 14 mm x 14 mm are not subjected to the test.

8.1.1.5 *Résistance à la rouille*

Les parties ferreuses du matériel, y compris les enveloppes et les couvercles, mais à l'exception des faces polaires des électro-aimants, doivent être protégées contre la rouille.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.1.5.

8.1.2 *Résistance des vis ou écrous autres que ceux des bornes et prévus pour être manoeuvrés au cours de l'installation ou de l'entretien*

Les vis ou écrous destinés à être manoeuvrés pendant l'installation ou l'entretien selon les recommandations du constructeur, doivent résister aux contraintes mécaniques qui se produisent en service normal.

Les vis autotaraudeuses à déformation et à découpe prévues pour l'assemblage mécanique seulement peuvent être utilisées à condition que les vis soient fournies assemblées avec la pièce dans laquelle elles doivent être vissées.

Un exemple de vis autotaraudeuse à déformation est montré en figure 1. Un exemple de vis autotaraudeuse à découpe est montré en figure 2. De plus, les vis autotaraudeuses à découpe prévues pour être manoeuvrées par l'installateur doivent être captives de la pièce correspondante de l'accessoire.

Les vis ou écrous qui transmettent une pression de contact doivent s'engager dans un taraudage ou filetage métallique.

Pour les connexions électriques, aucune pression de contact ne doit être transmise au travers de matériaux isolants autres que la céramique ou un matériau similaire avec des caractéristiques non moins valables et compensées pour toute possibilité de rétreint ou de fléchissement.

La conformité doit être vérifiée par examen et par l'essai décrit en 9.2.2.

8.1.3 *Distances d'isolement et lignes de fuite*

- a) Dans le cas des contacteurs pour lesquels le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) (voir 5.3.1.3), les valeurs minimales des distances d'isolement sont données au tableau 17, et les valeurs minimales des lignes de fuite sont données au tableau 18 en fonction de la tension assignée d'isolement (U_i).

La conformité à ces dispositions est vérifiée par l'essai décrit en 9.3.3.4.1.

- b) Dans le cas des contacteurs pour lesquels le constructeur n'a pas déclaré de valeur de U_{imp} , les distances d'isolement et les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au tableau 2 lorsque le contacteur est monté comme en service normal.

La conformité à ces dispositions est vérifiée par l'essai décrit en 9.3.3.4.2.

- c) Pour les circuits TBTS, les valeurs minimales sont à l'étude.

Les prescriptions relatives aux propriétés diélectriques sont données en 8.2.3.

8.1.1.5 *Resistance to rusting*

Ferrous parts of the contactor including enclosures and covers, but excluding pole faces of electromagnets, shall be protected against rusting.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.1.5.

8.1.2 *Strength of screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance*

Screws or nuts intended to be operated during installation or maintenance, as recommended by the manufacturer, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal service.

Thread-forming tapping screws and thread-cutting tapping screws intended only for mechanical assembly may be used provided they are supplied together with the piece in which they are intended to be inserted.

An example of a thread-forming tapping screw is shown in figure 1. An example of a thread-cutting tapping screw is shown in figure 2. In addition, thread-cutting tapping screws intended to be operated by the installer shall be captive with the relevant part of the accessory.

Screws or nuts which transmit contact pressure shall be in engagement with metal threads.

For electrical connections, no contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable and compensated for any possible shrinkage or yielding.

Compliance shall be verified by inspection and by the test of 9.2.2.

8.1.3 *Clearances and creepage distances*

- a) For contactors for which the manufacturer has declared a value of rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (see 5.3.1.3), minimum values of clearances are given in table 17 and minimum values of creepage distances in table 18, in relation with the rated insulation voltage (U_i).

Compliance is verified by the test of 9.3.3.4.1.

- b) For contactors for which the manufacturer has not declared a value of U_{imp} , clearances and creepage distances shall not be less than the values shown in table 2 when the contactor is mounted as for normal use.

Compliance is verified by the test of 9.3.3.4.2.

- c) For SELV circuits minimum values are under consideration.

Requirements for dielectric properties are given in 8.2.3.

Tableau 2 - Distances d'isolement et lignes de fuite

Description	Valeur mm
<i>Distances d'isolement</i>	
1 – entre parties actives de différente polarité	3
2 – entre parties actives et masse ¹⁾	3(6)
<i>Lignes de fuite</i>	
1 – entre parties actives qui sont séparées lorsque le contacteur est en position d'ouverture ²⁾	3
2 – entre parties actives de différente polarité:	
– pour les contacteurs de U_o ne dépassant pas 250 V	3
– pour les autres contacteurs ($250\text{ V} < U_o \leq 440\text{ V}$)	4
3 – entre parties actives et masse ¹⁾	3(6)
¹⁾ Si les distances d'isolement et les lignes de fuite entre les parties actives du contacteur et la masse peuvent être diminuées par montage dans les conditions les plus défavorables les valeurs entre parenthèses sont applicables. ²⁾ Non applicable aux contacts auxiliaires et aux contacts de commande.	

NOTES

1 Il convient de prendre soin de prévoir un espacement adéquat entre les parties actives de polarité différente des contacteurs pouvant être juxtaposés.

2 Pour les contacteurs dont le circuit de commande est prévu pour être alimenté en très basse tension de sécurité, le circuit principal étant alimenté sous une tension supérieure à la très basse tension de sécurité, les lignes de fuite et les distances d'isolement entre circuits de commande et circuits principaux doivent être égales ou supérieures à 6 mm.

La conformité à ces dispositions est vérifiée par l'essai décrit en 9.3.3.4.2.

8.1.4 Organe de commande

Les prescriptions décrites en 8.1.4.1 et 8.1.4.2 sont applicables aux contacteurs munis d'un organe de commande manuel.

8.1.4.1 Isolement

L'organe de commande du contacteur doit être isolé des parties actives pour la tension assignée d'isolement et, s'il y a lieu, la tension assignée de tenue aux chocs.

De plus:

- s'il est en métal, il doit pouvoir être raccordé de façon sûre à un conducteur de protection sauf s'il est pourvu d'une isolation supplémentaire satisfaisante;
- s'il est en matériau isolant ou recouvert d'un tel matériau, toutes ses parties métalliques internes, qui pourraient devenir accessibles en cas de défaut de l'isolation, doivent aussi être isolées des parties actives pour la tension assignée d'isolement.

8.1.4.2 Sens du mouvement

Le sens du mouvement de l'organe de commande doit être conforme aux prescriptions de la CEI 447: 1974.

Table 2 - Clearances and creepage distances

Description	Value mm
Clearances	
1 – between live parts of different polarity	3
2 – between live parts and exposed conductive parts ¹⁾	3(6)
Creepage distances	
1 – between live parts which are separated when the contactor is in the open position ²⁾	3
2 – between live parts of different polarity:	
– for contactors having U_g not exceeding 250 V	3
– for other contactors ($250\text{ V} < U_g \leq 440\text{ V}$)	4
3 – between live parts and exposed conductive parts ¹⁾	3(6)
¹⁾ If clearances and creepage distances between live parts of the contactor and exposed conductive parts can be decreased by mounting in the most unfavourable conditions the values in brackets apply. ²⁾ Not applicable to auxiliary and control contacts.	

NOTES

1 Care should be taken to provide adequate spacing between live parts of different polarity of contactors suitable for mounting close to one another.

2 For contactors whose control circuit is suitable for connection to a safety extra-low voltage supply, the main circuit being supplied with a voltage having a value greater than that of the safety extra-low voltage, creepage distances and clearances between control and main circuits shall be greater than or equal to 6 mm.

Compliance is verified by the test of 9.3.3.4.2.

8.1.4 Actuator

The requirements of 8.1.4.1 and 8.1.4.2 apply to contactors provided with a manually operated actuator.

8.1.4.1 Insulation

The actuator of the contactor shall be insulated from the live parts for the rated insulation voltage and, if applicable, the rated impulse withstand voltage.

Moreover:

- if the activator is made of metal, it shall be capable of being satisfactorily connected to a protective conductor unless it is provided with additional reliable insulation;
- if it is made of or covered by insulating material, any internal metal part which might become accessible in the event of insulation failure shall also be insulated from live parts for the rated insulation voltage.

8.1.4.2 Direction of movement

The direction of movement of the actuator shall comply with the requirements of IEC 447: 1974.

8.1.4.3 Montage

Les organes de commande montés sur des panneaux démontables ou des portes doivent être conçus pour être dans la position convenable par rapport au mécanisme associé lors du remplacement ou de la fermeture.

8.1.5 Indication des positions ARRÊT et MARCHE

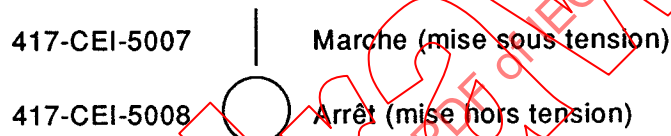
8.1.5.1 Dispositifs indicateurs

Lorsqu'un contacteur est muni de dispositifs indiquant la position de fermeture et la position d'ouverture, ces positions doivent être distinctes et nettement repérées.

NOTE - Dans le cas de contacteurs sous enveloppe, cette indication peut être visible ou non de l'extérieur.

Cette indication est donnée par un indicateur de position (voir 3.3.16).

Si l'on utilise des symboles, ceux-ci doivent être employés pour indiquer respectivement la position de fermeture et celle d'ouverture, conformément à la CEI 417:



Pour les contacteurs manœuvrés à l'aide de deux boutons-poussoirs, seul le bouton-poussoir destiné à la manœuvre d'ouverture doit être rouge, ou marqué du symbole «O».

La couleur rouge ne doit être utilisée pour aucun autre bouton-poussoir.

Les couleurs des autres boutons-poussoirs, des boutons-poussoirs lumineux et des voyants lumineux doivent être conformes à la CEI 73.

8.1.5.2 Indication par l'organe de commande

Lorsque l'organe de commande est utilisé pour indiquer la position des contacts, il doit automatiquement, lorsqu'il est relâché, se mettre ou rester à la position correspondant à celle des contacts mobiles; dans ce cas, l'organe de commande doit avoir deux positions de repos distinctes correspondant à celles des contacts mobiles, mais une troisième position distincte de l'organe de commande peut être prévue, en cas d'ouverture automatique.

8.1.6 Bornes

8.1.6.1 Dispositions constructives

Toutes les pièces de la borne qui maintiennent le contact et assurent le passage du courant doivent être en métal de résistance mécanique adéquate.

Les raccordements par bornes doivent être exécutés de telle sorte que les conducteurs puissent être raccordés à l'aide de vis, de ressorts ou d'autres moyens équivalents, permettant d'assurer en permanence la pression de contact nécessaire.

8.1.4.3 Mounting

Actuators mounted on removable panels or opening doors shall be so designed that when the panels are replaced or the doors closed, the actuator will engage correctly with the associated mechanism.

8.1.5 Indication of the OFF and ON positions

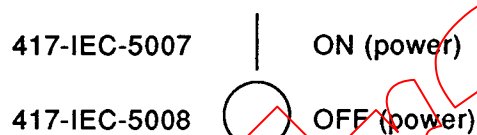
8.1.5.1 Indicating means

When a contactor is provided with means for indicating the closed and open positions, these positions shall be unambiguous and clearly indicated.

NOTE - In the case of enclosed contactors, the indication may or may not be visible from the outside.

This is done by means of a position indicating device (see 3.3.16).

If symbols are used, they shall indicate the closed and open positions respectively, in accordance with IEC 417:



For contactors operated by means of two push-buttons, only the push-button designated for the opening operation shall be red or marked with the symbol "O".

Red colour shall not be used for any other push-button.

The colours of other push-buttons, illuminated push-buttons and indicator lights shall be in accordance with IEC 73.

8.1.5.2 Indication by the actuator

When the actuator is used to indicate the position of the contacts, it shall automatically take up or stay in, when released, the position corresponding to that of the moving contacts; in this case, the actuator shall have two distinct rest positions corresponding to those of the moving contacts, but for automatic opening, a third distinct position of the actuator may be provided.

8.1.6 Terminals

8.1.6.1 Constructional requirements

All parts of terminals which maintain contact and carry current shall be of metal having adequate mechanical strength.

Terminal connections shall be such that the conductors may be connected by means of screws, springs or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained.

Les bornes doivent être réalisées de façon telle que les conducteurs puissent être fixés entre des surfaces adéquates sans dommage appréciable aux conducteurs ou aux bornes.

Les bornes ne doivent pas permettre aux conducteurs de se déplacer, ni pouvoir être elles-mêmes déplacées de façon nuisible au fonctionnement du contacteur et la tension d'isolement ne doit pas tomber en dessous des valeurs assignées.

Les prescriptions de ce paragraphe doivent être vérifiées par les essais décrits en 9.2.4.2, 9.2.4.3 et 9.2.4.4, suivant le cas.

NOTE - Les pays d'Amérique du Nord ont des prescriptions particulières pour les bornes convenant au raccordement de conducteurs en aluminium et leur marquage afin de repérer l'emploi de conducteurs en aluminium.

8.1.6.2 Capacité de raccordement

Le constructeur doit préciser le type (rigide - à âme massive ou câblée - ou souple), les sections minimale et maximale des conducteurs convenant à la borne, et, le cas échéant, le nombre de conducteurs raccordables simultanément à la borne. Toutefois, la section maximale ne doit pas être inférieure à celle qui est fixée en 9.3.3.3 pour l'essai d'échauffement et la borne doit être adaptée à un conducteur du même type (rigide - à âme massive ou câblée - ou souple) inférieur d'au moins deux tailles comme indiqué dans la colonne appropriée du tableau 3.

Les valeurs normales des sections des conducteurs ronds en cuivre (exprimées à la fois en unités du système métrique et en taille AWG/MCM) sont indiquées au tableau 3 qui donne aussi la correspondance approximative entre les dimensions des conducteurs exprimées suivant le système métrique de l'ISO et celles exprimées suivant le système AWG/MCM.

Tableau 3 - Sections normales des conducteurs ronds en cuivre

Section (suivant ISO) mm ²	AWG/MCM	
	Taille	Section équivalente mm ²
0,2	24	0,205
–	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	–	–
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6

NOTE - Le tiret, quand il existe, est compté comme une section par référence à la capacité de raccordement.

Terminals shall be so constructed that the conductors can be clamped between suitable surfaces without any significant damage either to conductors or terminals.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced, or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation of the contactor and the insulation voltage shall not be reduced below the rated values.

The requirements of this subclause shall be verified by the tests of 9.2.4.2, 9.2.4.3 and 9.2.4.4, as applicable.

NOTE - North American countries have particular requirements for terminals suitable for aluminium conductors and marking to identify the use of aluminium conductors.

8.1.6.2 Connecting capacity

The manufacturer shall state the type (rigid - solid or stranded - or flexible), the minimum and the maximum cross-sections of conductors for which the terminal is suitable and, if applicable, the number of conductors simultaneously connectable to the terminal. However, the maximum cross-section shall not be smaller than that stated in 9.3.3.3 for the temperature-rise test and the terminal shall be suitable for conductors of the same type (rigid - solid or stranded - or flexible) at least two sizes smaller, as given in the appropriate column of table 3.

Standard values of cross-sections of round copper conductors (both metric and AWG/MCM sizes) are shown in table 3 which also gives the approximate relationship between ISO metric and AWG/MCM sizes.

Table 3 - Standard cross-sections of round copper conductors

ISO cross-section mm ²	AWG/MCM	
	Size	Equivalent cross-section mm ²
0,2	24	0,205
—	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	—	—
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6

NOTE - The dash, when it appears, counts as a size when considering connecting capacity.

8.1.6.3 *Raccordement*

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être aisément accessibles au cours de l'installation.

Les vis et écrous de serrage ne doivent pas être utilisés pour la fixation de tout autre élément, bien qu'ils puissent maintenir les bornes à leur place ou les empêcher de tourner.

8.1.6.4 *Identification et marquage des bornes*

Les bornes doivent être identifiées de façon claire et permanente, conformément à la CEI 445.

Les bornes destinées exclusivement au raccordement du conducteur neutre doivent être repérées par la lettre «N», conformément à la CEI 445.

La borne de terre de protection doit être repérée conformément à 8.1.8.3.

Des prescriptions supplémentaires pour le marquage et l'identification des bornes sont données en annexe A.

8.1.7 *Prescriptions supplémentaires pour les contacteurs dotés d'un pôle neutre*

Lorsqu'un contacteur est doté d'un pôle destiné exclusivement au raccordement du neutre, ce pôle doit être clairement repéré à cet effet par la lettre «N» (voir 8.1.6.4).

Un pôle neutre interrompu ne doit pas couper le courant avant les autres pôles et ne doit pas établir le courant après les autres pôles.

La valeur du courant thermique conventionnel doit être la même pour tous les pôles.

8.1.8 *Dispositions pour assurer la mise à la terre*

8.1.8.1 *Dispositions constructives*

Les masses (par exemple: châssis, bâti et parties fixes des enveloppes métalliques) autres que celles qui ne peuvent pas constituer un danger doivent être électriquement réunies entre elles et reliées à une borne de terre de protection pour le raccordement à une prise de terre ou à un conducteur de protection extérieur.

Cette prescription peut être satisfaite par les parties normales de construction qui offrent une continuité électrique convenable et s'applique au contacteur utilisé seul ou incorporé dans un ensemble.

Les masses sont considérées comme ne constituant pas un danger si elles ne peuvent être touchées sur des grandes surfaces ou saisies à la main ou si elles sont de petite taille (environ 50 mm x 50 mm) ou disposées de telle sorte qu'elles excluent tout contact avec des parties actives.

Des exemples de telles masses sont les vis, rivets, plaques signalétiques, noyaux de transformateurs, électro-aimants et certaines pièces de déclencheurs quelle que soit leur taille.

8.1.6.3 *Connection*

Terminals for connection to external conductors shall be readily accessible during installation.

Clamping screws and nuts shall not serve to fix any other component although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

8.1.6.4 *Terminal identification and marking*

Terminals shall be clearly and permanently identified in accordance with IEC 445.

Terminals intended exclusively for the neutral conductor shall be identified by the letter "N", in accordance with IEC 445.

The protective earth terminal shall be identified in accordance with 8.1.8.3.

Additional requirements for terminal identification and marking are given in annex A.

8.1.7 *Additional requirements for contactors provided with a neutral pole*

When a contactor is provided with a pole intended only for connecting the neutral, this pole shall be clearly identified to that effect by the letter "N" (see 8.1.6.4).

A switched neutral pole shall not break before and shall not make after the other poles.

The value of the conventional thermal current shall be identical for all poles.

8.1.8 *Provisions for earthing*

8.1.8.1 *Constructional requirements*

The exposed conductive parts (e.g. chassis, framework and fixed parts of metal enclosures) other than those which cannot constitute a danger shall be electrically interconnected and connected to a protective earth terminal for connection to an earth electrode or to an external protective conductor.

This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity and applies whether the contactor is used on its own or incorporated in an assembly.

Exposed conductive parts are not considered to constitute a danger if they cannot be touched on large areas or grasped with the hand or if they are of small size (approximately 50 mm x 50 mm) or are so located as to exclude any contact with live parts.

Examples of these are screws, rivets, nameplates, transformer cores, electromagnets and certain parts of releases, irrespective of their size.

8.1.8.2 *Borne de terre de protection*

La borne de terre de protection doit être aisément accessible et disposée de telle manière que la liaison du contacteur à la prise de terre ou au conducteur de protection subsiste lorsque le couvercle ou toute autre partie amovible est enlevé.

La borne de terre de protection doit être convenablement protégée contre la corrosion.

Dans le cas de contacteurs ayant des structures conductrices, enveloppes, etc., des dispositions doivent être prises, si nécessaire, pour assurer la continuité électrique entre les masses de ce contacteurs et les gaines métalliques des conducteurs de raccordement.

La borne de terre de protection ne doit pas avoir d'autre fonction, sauf quand elle est destinée à être raccordée à un conducteur PEN (voir 3.1.12, note). Dans ce cas, elle doit avoir également la fonction d'une borne de neutre et satisfaire en outre aux prescriptions applicables à la borne de terre de protection.

8.1.8.3 *Marquage et identification de la borne de terre de protection*

La borne de terre de protection doit être identifiée de façon claire et permanente par son marquage.

L'identification doit être réalisée par la couleur (vert-jaune) ou par la notation PE ou PEN, suivant le cas, conformément à la CEI 445, paragraphe 5.3, ou, dans le cas du PEN, par un symbole graphique sur le contacteur.

Le symbole graphique à utiliser est le symbole:



conforme à la CEI 417.

NOTE – Le symbole  (417-IEC-5017) recommandé précédemment doit être progressivement remplacé par le symbole préférentiel 417-IEC-5019 donné ci-dessus.

8.1.9 *Enveloppes*

Les prescriptions ci-après ne s'appliquent qu'aux enveloppes fournies avec le contacteur ou destinées à être utilisées avec celui-ci.

8.1.9.1 *Conception*

L'enveloppe doit être conçue de telle sorte que, lorsqu'elle est ouverte et que les autres dispositifs de protection, s'il y a lieu, sont retirés, toutes les parties auxquelles on doit pouvoir accéder pour l'installation ou l'entretien, selon les prescriptions du constructeur, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur de l'enveloppe pour le passage des conducteurs venant de l'extérieur, depuis leur entrée dans l'enveloppe jusqu'aux bornes, pour assurer un raccordement convenable.

8.1.8.2 *Protective earth terminal*

The protective earth terminal shall be readily accessible and so placed that the connection of the contactor to the earth electrode or to the protective conductor is maintained when the cover or any other removable part is removed.

The protective earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

In the case of contactors with conductive structures, enclosures, etc., means shall be provided if necessary to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts of the contactors and the metal sheathing of connecting conductors.

The protective earth terminal shall have no other function, except when it is intended to be connected to a PEN conductor (see note to 3.1.12). In that case, it shall also have the function of a neutral terminal in addition to meeting the requirements applicable to the protective earth terminal.

8.1.8.3 *Protective earth terminal marking and identification*

The protective earth terminal shall be clearly and permanently identified by its marking.

The identification shall be achieved by colour (green-yellow mark) or by the notation PE, or PEN as applicable, in accordance with 5.3 of IEC 445, or, in the case of PEN, by a graphical symbol for use on contactors.

The graphical symbol to be used is symbol:



of IEC 417.

NOTE – The symbol  (417-IEC-5017) previously recommended shall be progressively superseded by the preferred symbol 417-IEC-5019 given above.

8.1.9 *Enclosures*

The following requirements are applicable only to enclosures supplied or intended to be used with the contactor.

8.1.9.1 *Design*

The enclosure shall be so designed that when it is opened and other protective means, if any, have been removed, all parts requiring access for installation and maintenance, as prescribed by the manufacturer, are readily accessible.

Sufficient space shall be provided inside the enclosure for the accommodation of external conductors from their point of entry into the enclosure to the terminals to ensure adequate connection.

Les parties fixes d'une enveloppe métallique doivent être reliées électriquement aux autres masses du contacteur et raccordées à une borne permettant leur raccordement à la terre ou à un conducteur de protection.

En aucun cas, une partie métallique amovible de l'enveloppe ne doit, lorsqu'elle est en place, se trouver isolée de la partie où est fixée la borne de terre.

Les parties amovibles de l'enveloppe doivent être solidement assujetties aux parties fixes par un dispositif tel qu'elles ne puissent se desserrer ni se détacher fortuitement en raison du fonctionnement du contacteur ou sous l'effet de ses vibrations.

Pour les enveloppes de degré de protection IP1X à IP4X inclus, un espace suffisant doit être prévu pour installer un orifice de vidange; cet orifice de vidange doit satisfaire aux prescriptions de la CEI 947-1.

Les enveloppes doivent avoir une résistance mécanique adéquate (voir 8.1.11).

En outre, il ne doit pas être possible de retirer un couvercle de l'enveloppe sans l'aide d'un outil.

Une enveloppe intégrée est considérée comme une partie non amovible.

Si l'enveloppe est utilisée pour le montage de boutons-poussoirs, ceux-ci ne doivent pas pouvoir être retirés de l'extérieur de l'enveloppe.

8.1.9.2 *Isolement*

Si, afin d'empêcher tout contact entre une enveloppe métallique et les parties actives, l'enveloppe est complètement ou partiellement revêtue d'un matériau isolant, ce revêtement doit adhérer de façon sûre à l'enveloppe.

La conformité est vérifiée par examen.

8.1.10 *Degrés de protection des contacteurs sous enveloppe*

La CEI 529 définit les degrés de protection des matériels sous enveloppe et le guide d'application de cette norme aux contacteurs est à l'étude.

8.1.11 *Résistance aux impacts*

Les parties externes des contacteurs sous enveloppe et partiellement sous enveloppe et les parties des contacteurs sans enveloppe doivent résister aux impacts qui pourraient être attendus en service normal.

La conformité est vérifiée par l'essai décrit en 9.2.5.

8.1.12 *Durabilité des marquages*

Le contacteur doit être muni d'une plaque signalétique marquée d'une façon durable.

La conformité à cette prescription doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.6.

The fixed parts of a metal enclosure shall be electrically connected to the other exposed conductive parts of the contactor and connected to a terminal which enables them to be earthed or connected to a protective conductor.

Under no circumstances shall a removable metal part of the enclosure be insulated from the part carrying the earth terminal when the removable part is in place.

The removable parts of the enclosure shall be firmly secured to the fixed parts by a device such that they cannot be accidentally loosened or detached owing to the effects of operation of the contactor or its vibrations.

For enclosures having a degree of protection IP1X up to and including IP4X, sufficient space shall be provided for establishing a drain-hole; such a drain-hole shall meet the requirements of IEC 947-1.

Enclosures shall have adequate mechanical strength (see 8.1.11).

Furthermore, it shall not be possible to remove any cover of the enclosure without the use of a tool.

An integral enclosure is considered to be a non-removable part.

If the enclosure is used for mounting push-buttons, it shall not be possible to remove the buttons from the outside of the enclosure.

8.1.9.2 *Insulation*

If, in order to prevent accidental contact between a metallic enclosure and live parts, the enclosure is partly or completely lined with insulating material, this lining shall be securely fixed to the enclosure.

Compliance shall be verified by inspection.

8.1.10 *Degrees of protection of enclosed contactors*

IEC 529 defines degrees of protection for enclosed equipment and guidance for the application of that standard to contactors is under consideration.

8.1.11 *Resistance to impact*

The external parts of enclosed, partially enclosed, and parts of unenclosed contactors, shall withstand impacts which might be expected in normal service.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.5.

8.1.12 *Durability of markings*

The contactor shall be provided with a nameplate marked in a durable manner.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.6.

8.2 Dispositions relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le contacteur doit être manoeuvré conformément aux instructions du constructeur.

Les contacts mobiles des contacteurs multipolaires destinés à assurer simultanément l'établissement et la coupure doivent être accouplés mécaniquement de manière telle que tous les pôles soient fermés ou coupés pratiquement en même temps, que la manoeuvre soit manuelle ou automatique (cependant pour un pôle neutre interrompu, voir 8.1.7).

8.2.1.2 Limites de fonctionnement

Les contacteurs doivent se fermer de manière satisfaisante pour toute valeur de la tension d'alimentation de commande U_s comprise entre 85 % et 110 % de la valeur assignée de celle-ci. Lorsqu'un domaine de tension est annoncé, la valeur de 85 % s'applique à la valeur inférieure du domaine et la valeur de 110 % s'applique à la valeur supérieure du domaine.

Les limites entre lesquelles les contacteurs doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement vont de 75 % à 20 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_s . Lorsqu'un domaine de tension est spécifié, la valeur de 20 % s'applique à la valeur supérieure du domaine et la valeur de 75 % à la valeur inférieure du domaine.

Les valeurs limites pour la fermeture sont valables après que les bobines aient atteint une température stable correspondant à l'application indéfinie de 100 % U_s à une température ambiante de +40 °C.

Les valeurs limites pour la retombée sont valables lorsque la résistance du circuit de la bobine est égale à celle obtenue à -5 °C. Ceci peut être vérifié par le calcul en se servant des valeurs obtenues à la température ambiante normale.

Ces limites sont valables à la fréquence annoncée, le cas échéant.

8.2.2 Echauffement

Les prescriptions de 8.2.2, 8.2.2.1, 8.2.2.2 et 8.2.2.3 sont applicables aux contacteurs à l'état neuf et propre.

Les échauffements des différents organes du contacteur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées au paragraphe 9.3.3.3, ne doivent pas dépasser les valeurs limites précisées en 8.2.2.1 et 8.2.2.2 et dans le tableau 4.

NOTE - Les échauffements en service normal peuvent être différents des valeurs d'essai, suivant les conditions d'installation et la taille des conducteurs raccordés.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

The contactor shall be operated in accordance with the manufacturer's instructions.

The moving contacts of multipole contactors intended to make and break together shall be so mechanically coupled that all poles make and break substantially together (however, for switched neutral pole, see 8.1.7) whether operated manually or automatically.

8.2.1.2 Limits of operation

Contactors shall close satisfactorily at any value between 85 % and 110 % of their rated control supply voltage U_s . Where a range is declared, 85 % shall apply to the lower value and 110 % to the higher.

The limits between which contactors shall drop out and open fully are 75 % to 20 % of their rated control supply voltage U_s . Where a range is declared, 20 % shall apply to the higher value and 75 % to the lower.

Limits for closing are applicable after the coils have reached a stable temperature corresponding to indefinite application of 100 % U_s in an ambient temperature of + 40 °C.

Limits for drop-out are applicable with the coil circuit resistance at –5 °C. This can be verified by calculation using values obtained at normal ambient temperature.

The limits apply at declared frequency, if any.

8.2.2 Temperature-rise

The requirements of 8.2.2, 8.2.2.1, 8.2.2.2 and 8.2.2.3 apply to contactors in clean, new condition.

The temperature-rises of the several parts of the contactor measured during a test carried out under the conditions specified in 9.3.3.3 shall not exceed the limiting values stated in table 4 and in 8.2.2.1 and 8.2.2.2.

NOTE - Temperature-rises in normal service may differ from the test values, depending on the installation conditions and the size of connected conductors.

Tableau 4 - Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air

Classe des matière isolantes	Limites d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance)
	K
	Bobines dans l'air
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

NOTES

- 1 La classification des isolations est celle figurant dans l'article 2 de la CEI 85: Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.
- 2 Les limites d'échauffements indiquées dans le tableau 4 et en 8.2.2.2 ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites -5°C et $+40^{\circ}\text{C}$.

8.2.2.1 Bornes

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser les valeurs précisées au tableau 5.

Tableau 5 - Limites d'échauffement des bornes

Matériau de la borne	Limites d'échauffement K ¹⁾
Cuivre nu	60
Laiton nu	65
Cuivre laiton étamé	65
Cuivre ou laiton argenté ou nickelé	70 ¹⁾
Autres métaux	2)

¹⁾ La limite d'échauffement de 70 K pour les bornes est basée sur le raccordement de câbles isolés au PVC.
L'emploi en service de conducteurs notablement plus petits que ceux figurant dans le tableaux 15 pourrait conduire à des températures des bornes et des parties internes plus élevées et il est conseillé de ne pas utiliser de tels conducteurs sans l'accord du constructeur puisque des températures plus élevées pourraient rendre le contacteur défectueux.

²⁾ Les limites d'échauffement doivent être fixées en fonction de l'expérience acquise en service ou des essais de durée, mais ne pas dépasser 65 K.

8.2.2.2 Parties accessibles

L'échauffement des parties accessibles ne doit pas dépasser les valeurs précisées au tableau 6.

Table 4 - Temperature-rise limits for insulated coils in air

Class of insulating material	Temperature-rise limit (measured by resistance variation) K
	Coils in air
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

NOTES

1 The insulation classification is that given in clause 2 of IEC 85.

2 The temperature-rise limits given in table 4 and in 8.2.2.2 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits -5°C , $+40^{\circ}\text{C}$.

8.2.2.1 Terminals

The temperature-rise of terminals shall not exceed the values stated in table 5.

Table 5 - Temperature-rise limits of terminals

Terminal material	Temperature-rise limits K ¹⁾
Bare copper	60
Bare brass	65
Tin-plated copper or brass	65
Silver or nickel-plated copper or brass	70 ¹⁾
Other metals	²⁾
¹⁾ The terminal temperature-rise limit of 70 K is based on the connection of PVC cables. The use in service of connected conductors significantly smaller than those listed in table 15 could result in higher terminal and internal part temperatures and such conductors should not be used without the manufacturer's consent since higher temperatures could lead to contactor failure. ²⁾ Temperature-rise limits to be based on service experience or life tests but not to exceed 65 K.	

8.2.2.2 Accessible parts

The temperature-rise of accessible parts shall not exceed the values stated in table 6.

Tableau 6 - Limites d'échauffement des parties accessibles

Parties accessibles	Limites d'échauffement *
	K
Organes de commande manuelle:	
Métalliques	15
Non métalliques	25
Parties destinées à être touchées mais pas tenues à la main:	
Métalliques	30
Non métalliques	40
Parties qu'il n'est pas nécessaire de toucher en service normal:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
Parties non destinées à être touchées en service normal	
Parties extérieures d'enveloppes adjacentes à des entrées de câbles:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
* Des valeurs différentes peuvent être prescrites pour des conditions d'essai différentes et pour des appareils de petites dimensions, mais ne dépassant pas de plus de 10 K les valeurs de ce tableau	

8.2.2.3 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement figurant aux tableaux 5 et 6 ne sont applicables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites indiquées en 7.1.1.

8.2.2.4 Circuit principal

Le circuit principal d'un contacteur doit pouvoir supporter, sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées en 8.2.2.1 lorsqu'il est essayé conformément à 9.3.3.3.4:

- son courant thermique conventionnel (voir 5.3.2.1 et/ou 5.3.2.2) dans le cas d'un contacteur prévu pour un service continu.
- son courant assigné d'emploi (voir 5.3.2.3) dans le cas d'un contacteur prévu pour un service intermittent ou un service périodique.

8.2.2.5 Circuits de commande

Les circuits de commande d'un contacteur doivent permettre d'assurer le service assigné suivant 5.3.4 ainsi que d'effectuer les essais d'échauffement spécifiés en 9.3.3.3.5 sans que les échauffements dépassent les limites fixées aux tableaux 4, 5 et 6.

8.2.2.6 Enroulements des bobines et des électro-aimants

8.2.2.6.1 Enroulements pour service de 8 heures (service continu)

Le circuit principal étant parcouru par un courant égal à la valeur maximale du courant selon 8.2.2.4, les enroulements des bobines doivent supporter en régime continu et à la fréquence assignée la tension assignée d'alimentation de commande, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le tableau 4 et en 8.2.2.2.

Table 6 - Temperature-rise limits of accessible parts

Accessible parts	Temperature-rise limits * K
Manual operating means: Metallic 15 Non-metallic 25 Parts intended to be touched but not hand-held: Metallic 30 Non-metallic 40 Parts which need not be touched for normal operation: Metallic 40 Non-metallic 50 Parts not intended to be touched during normal operation Exteriors of enclosures adjacent to cable entries: Metallic 40 Non-metallic 50	
* Different values may be prescribed for different test conditions and for devices of small dimensions but not exceeding by more than 10 K the values of this table.	

8.2.2.3 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in tables 5 and 6 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in 7.1.1.

8.2.2.4 Main circuit

The main circuit of a contactor shall be capable of carrying without the temperature-rises exceeding the limits specified in 8.2.2.1 when tested in accordance with 9.3.3.3.4:

- for a contactor intended for continuous duty: its conventional thermal current (see 5.3.2.1 and/or 5.3.2.2);
- for a contactor intended for intermittent or temporary duty: the relevant rated operational current (see 5.3.2.3).

8.2.2.5 Control circuits

The control circuits of a contactor shall permit the rated duty according to 5.3.4 and also the temperature-rise tests specified in 9.3.3.3.5 to be made without the temperature-rise exceeding the limits specified in tables 4, 5 and 6.

8.2.2.6 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.6.1 Eight-hour duty (continuous duty) windings

With the maximum value of current according to 8.2.2.4 flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand under continuous load and at the rated frequency their rated control supply voltage without the temperature-rise exceeding the limits specified in table 4 and 8.2.2.2.

8.2.2.6.2 Enroulements pour service intermittent

Le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant, les enroulements des bobines doivent supporter à la fréquence assignée leur tension assignée d'alimentation de commande comme indiqué au tableau 7, suivant leur classe de service intermittent, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le tableau 4 et en 8.2.2.2.

Tableau 7 - Données pour les cycles d'essai de service intermittent

Classe de service intermittent	Un cycle de manoeuvre de fermeture-ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
1	3 600 s	Le temps de passage du courant doit normalement correspondre au facteur de marche spécifié par le constructeur
3	1 200 s	
12	300 s	
30	120 s	
300	30 s	
1 200	3 s	

8.2.2.6.3 Enroulements spéciaux (pour service temporaire ou périodique)

Les enroulements spéciaux doivent être essayés dans les conditions de fonctionnement correspondant au service le plus sévère auquel ils peuvent être destinés et leurs caractéristiques assignées doivent être précisées par le constructeur.

8.2.2.7 Circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires d'un contacteur, y compris les interrupteurs auxiliaires, doivent pouvoir supporter leur courant thermique conventionnel sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans les tableaux 5 et 6 au cours des essais conformes à 9.3.3.3.7.

NOTE - Si un circuit auxiliaire fait partie intégrante d'un contacteur, il suffit de l'essayer en même temps que le circuit principal, mais à son courant d'emploi réel.

8.2.2.8 Autres parties

Les échauffements qui ont lieu au cours de l'essai ne doivent occasionner aucun dommage aux parties transportant le courant ou aux parties adjacentes du contacteur. En ce qui concerne les matériaux isolants, en particulier, le constructeur doit démontrer la conformité à ces dispositions en se référant à l'indice de température du matériau isolant (déterminé par exemple par les méthodes de la CEI 216) ou par conformité à la CEI 85.

8.2.3 Propriétés diélectriques

8.2.3.1 Généralités

- a) Si le constructeur a déclaré une valeur de U_{imp} (voir 5.3.1.3), le 8.2.3.2 et, le cas échéant, le 8.2.3.1 c) de la présente norme sont applicables.

NOTE - Sauf spécification contraire, les dispositions de la catégorie de surtension II (voir annexe F) sont applicables.

La conformité à ces dispositions est vérifiée conformément à 9.3.3.4.1.

8.2.2.6.2 Intermittent duty windings

With no current flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand, at the rated frequency, their rated control supply voltage applied as detailed in table 7, according to their intermittent duty class, without the temperature-rise exceeding the limits specified in table 4 and 8.2.2.2.

Table 7 - Intermittent duty test cycle data

Intermittent duty class	One-close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply to the control coil is maintained
1	3 600 s	*ON* time shall normally correspond to the on-load factor specified by the manufacturer
3	1 200 s	
12	300 s	
30	120 s	
300	30 s	
1 200	3 s	

8.2.2.6.3 Specially rated (short-time and periodic duty) windings

Specially rated windings shall be tested under operating conditions corresponding to the most severe duty for which they are intended and their ratings shall be stated by the manufacturer.

8.2.2.7 Auxiliary circuits

Auxiliary circuits of a contactor including auxiliary switches shall be capable of carrying their conventional thermal current without the temperature-rise exceeding the limits specified in tables 5 and 6 when tested in accordance with 9.3.3.3.7.

NOTE - If an auxiliary circuit forms an integral part of the contactor it suffices to test it at the same time as the main circuit, but at its actual service current.

8.2.2.8 Other parts

The temperature-rises obtained during the test shall not cause damage to current-carrying parts of adjacent parts of the contactor. In particular, for insulating materials, the manufacturer shall demonstrate compliance either by reference to the insulation temperature index (determined for example by the methods of IEC 216) or by compliance with IEC 85.

8.2.3 Dielectric properties

8.2.3.1 General

- a) If the manufacturer has declared a value of U_{imp} , (see 5.3.1.3), subclauses 8.2.3.2 and, if relevant, 8.2.3.1 c) of this standard apply.

NOTE - Unless otherwise specified, the requirements of overvoltage category II (see annex F) apply.

Compliance is verified in accordance with 9.3.3.4.1.

- b) Si le constructeur n'a pas déclaré de valeurs de U_{imp} , les propriétés diélectriques sont vérifiées conformément à 9.3.3.4.2.
- c) Les contacteurs destinés à être utilisés dans des circuits TBTS doivent supporter une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 4 000 V pendant une minute entre les parties actives à la TBTS et les parties actives de tout autre circuit.
- d) Pour vérifier l'état du contacteur après des essais de fonctionnement, une tension d'essai de 1 minute à fréquence industrielle est utilisée conformément à 9.3.3.5.5 point b) et 9.3.3.6.2.

8.2.3.2 Prescriptions diélectriques

- a) Les dispositions ci-après reposent sur les principes exposés dans les CEI 664 et 664A et donnent la possibilité de coordonner l'isolement d'un contacteur avec les conditions rencontrées dans l'installation.
- b) Le contacteur doit pouvoir satisfaire aux essais diélectriques spécifiés en 9.3.3.4.1.

- c) Le contacteur doit pouvoir supporter la tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.1.3) correspondant à la catégorie de surtension figurant en annexe F.

NOTE - La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur est donnée en annexe F.

- d) La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi (voir notes 1 et 2 en 5.3.1.1) ne doit pas être inférieure à celle qui correspond en annexe F à la tension nominale et à la catégorie de surtension appropriée du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où le contacteur est destiné à être utilisé.

8.2.3.2.1 Tension de tenue aux chocs du circuit principal

- a) Les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée dans le tableau 16 (voir 9.3.3.4.1) en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- b) L'isolation solide du contacteur associée aux distances d'isolement a) doit supporter les tensions spécifiées en a).

8.2.3.2.2 Tensions de tenue aux chocs des circuits auxiliaires et des circuits de commande

- a) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui sont directement alimentés à partir du circuit principal à la tension assignée d'emploi doivent répondre aux dispositions de 8.2.3.2.1, points a) et b).
- b) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui ne sont pas alimentés à partir du circuit principal peuvent avoir une tenue aux surtensions différente de celle du circuit principal. Les distances d'isolement et l'isolation solide associée de ces circuits, alternatifs ou continus, doivent supporter la tension appropriée, conformément à l'annexe F.

8.2.3.2.3 Distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur suffisante pour permettre au matériel de supporter la tension assignée de tenue aux chocs, conformément à 8.2.3.2.1 et 8.2.3.2.2.

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur supérieure à celles du tableau 17, cas B - champ homogène (voir également 3.5.31), et être vérifiées par un essai sur prélèvement conforme à 9.3.3.4.1 point 6). Cet essai n'est pas exigé si les distances

- b) If the manufacturer has not declared a value of U_{imp} , the dielectric properties are verified in accordance with 9.3.3.4.2.
- c) Contactors intended to be used in SELV circuits shall withstand a power-frequency test voltage equal to 4 000 V between live parts at SELV and live parts of any other circuit during one minute.
- d) To verify the condition of the contactor after performance tests, the one-minute power-frequency test voltage is used in accordance with 9.3.3.5.5 item b) and 9.3.3.6.2.

8.2.3.2 Dielectric requirements

- a) The following requirements are based on the principles of IEC 664 and 664 A and provide the possibility of co-ordination of insulation of the contactor with the conditions within the installation.
- b) The contactor shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in 9.3.3.4.1.
- c) The contactor shall be capable of withstanding the rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3) in accordance with the overvoltage category given in annex F.

NOTE - The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the contactor is given in annex F.

- d) The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage (see notes 1 and 2 to 5.3.1.1) shall not be less than that corresponding in annex F to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the contactor is to be used, and the appropriate overvoltage category.

8.2.3.2.1 Impulse withstand voltage of the main circuit

- a) Clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in table 16 (see 9.3.3.4.1) appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- b) Solid insulation of the contactor associated with clearances a) shall withstand the impulse voltages specified in a).

8.2.3.2.2 Impulse withstand voltages of auxiliary and control circuits

- a) Auxiliary and control circuits which operate directly from the main circuit at the rated operational voltage shall comply with the requirements of 8.2.3.2.1 a) and b).
- b) Auxiliary and control circuits which do not operate directly from the main circuit may have an overvoltage withstand capacity different from that of the main circuit. Clearances and associated solid insulation of such circuits, whether a.c. or d.c., shall withstand the appropriate voltage in accordance with annex F.

8.2.3.2.3 Clearances

Clearances shall be sufficient to enable the contactor to withstand the rated impulse withstand voltage, according to 8.2.3.2.1 and 8.2.3.2.2.

Clearances shall be higher than the values given in table 17 for case B (homogeneous field, see 3.5.31) and verified by a sampling test according to 9.3.3.4.1 item 6). This test is

d'isolement correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs et au degré de pollution sont supérieures aux valeurs figurant au tableau 17 pour le cas A - champ non homogène.

La méthode de mesure des distances d'isolement est donnée en annexe E.

8.2.3.2.4 Lignes de fuite

a) Dimensions

Les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement associées, déterminées conformément à 8.2.3.2.3. Pour les degrés de pollution 3 et 4, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement du cas A pour réduire les risques de décharge disruptive occasionnée par des surtensions, même si ces distances d'isolement sont inférieures aux valeurs du cas A, comme le permet 8.2.3.2.3.

La méthode de mesure des lignes de fuite est donnée en annexe E.

Les lignes de fuite doivent correspondre au degré de pollution dans les conditions spécifiées en 7.1.3.2 et au groupe de matériau correspondant à la tension assignée d'isolement ou à la tension locale figurant dans le tableau 18.

Les groupes de matériau sont classés comme suit, suivant le domaine de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir paragraphe 3.5.34):

- Groupe de matériau I $600 \leq \text{IRC}$
- Groupe de matériau II $400 \leq \text{IRC} < 600$
- Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$
- Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

NOTES

1 Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux valeurs obtenues suivant la méthode A de la CEI 112 pour le matériau isolant utilisé.

2 Pour les matériaux isolants en matière non organique, par exemple le verre ou la céramique, qui ne cheminent pas, il n'est pas nécessaire que les lignes de fuite soient plus grandes que leur distance d'isolement associée; il convient toutefois de tenir compte du risque d'amorçage.

b) Emploi de nervures

Une ligne de fuite peut être réduite à 0,8 fois la valeur appropriée du tableau 18 en utilisant des nervures de 2 mm de hauteur minimale, quel que soit le nombre de nervures. La largeur minimale de la base de la nervure est déterminée par des conditions mécaniques (voir annexe E, article E.2).

La conformité doit être vérifiée par mesurage.

8.2.3.2.5 Isolation solide

Les règles de dimensionnement pour l'isolation solide sont à l'étude.

8.2.3.2.6 Espacements entre circuits distincts

Pour fixer les dimensions des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide entre des circuits distincts, il faut utiliser les tensions les plus élevées (tension assignée de tenue aux chocs pour les distances d'isolement et l'isolation solide associée et tension assignée d'isolement ou tension locale pour les lignes de fuite).

La conformité doit être vérifiée par mesurage.

not required if the clearances, related to the rated impulse withstand voltage and pollution degree, are higher than the values given in table 17 for case A (inhomogeneous field).

The method of measuring clearances is given in Appendix E.

8.2.3.2.4 Creepage distances

a) *Dimensioning*

Creepage distances shall not be less than the associated clearances selected according to 8.2.3.2.3. For pollution degrees 3 and 4, the creepage distances shall not be less than case A clearances to reduce the risk of disruptive discharge due to over-voltage, even if the clearances are smaller than the values for case A as permitted in 8.2.3.2.3.

The method of measuring creepage distances is given in annex E.

Creepage distances shall correspond to a degree of pollution as specified in 7.1.3.2 and to the corresponding material group at the rated insulation (or working) voltage given in table 18.

Material groups are classified as follows, according to the range of values of the comparative tracking index (CTI) (see 3.5.34):

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| – Material group I | $600 \leq \text{CTI}$ |
| – Material group II | $400 \leq \text{CTI} < 600$ |
| – Material group IIIa | $175 \leq \text{CTI} < 400$ |
| – Material group IIIb | $100 \leq \text{CTI} < 175$ |

NOTES

- 1 The CTI values refer to the values obtained in accordance with IEC 112, method A, for the insulating material used.
- 2 For inorganic insulating materials, which do not track, for example glass or ceramic, creepage distances need not be greater than their associated clearances. However, the risk of disruptive discharge should be considered.

b) *Use of ribs*

A creepage distance can be reduced to 0,8 of the relevant value given in table 18 by using ribs of minimum height 2 mm, irrespective of the number of ribs. The minimum base of the rib is determined by mechanical requirements (see annex E, clause E.2).

Compliance shall be verified by measurement.

8.2.3.2.5 Solid insulation

Dimensioning rules for solid insulation are under consideration.

8.2.3.2.6 Spacing between separate circuits

For dimensioning clearances, creepage distances and solid insulation between separate circuit the highest voltage ratings shall be used (rated impulse withstand voltage for clearances and associated solid insulation and rated insulation voltage or working voltage for creepage distances).

Compliance shall be verified by measurement.

8.2.4 Prescriptions de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge

Les prescriptions relatives aux caractéristiques normales de charge et de surcharge conformes à 5.3.5 sont données dans 8.2.4.1, 8.2.4.2 et 8.2.4.3 ci-après.

8.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les contacteurs doivent pouvoir établir et couper les courants sans défaillance dans les conditions précisées au tableau 8 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de manoeuvres indiquées comme le précise 9.3.3.5.

Les valeurs des durées de passage du courant et des durées de repos données aux tableaux 8 et 8a ne doivent pas être dépassées.

Tableau 8 - Pouvoirs de fermeture et de coupure - Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégorie	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varnothing$	Durée de passage du courant ¹⁾ s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	2)	50
AC-7b	8,0	1,05	0,45	0,05	2)	50

I_c est le courant établi et coupé, exprimé comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu que sa valeur réelle de crête au cours de la manoeuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique;

I_e est le courant assigné d'emploi;

U_r est la tension de rétablissement à fréquence industrielle;

U_e est la tension assignée d'emploi;

$\cos \varnothing$ est le facteur de puissance du circuit d'essai.

1) La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

2) Voir tableau 8a.

Tableau 8a - Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c A	Durée de repos s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30

La valeur de la durée de repos peut être réduite avec l'accord du constructeur.

8.2.4 Normal load and overload performance requirements

Requirements concerning normal load and overload characteristics according to 5.3.5 are given in 8.2.4.1, 8.2.4.2 and 8.2.4.3 below.

8.2.4.1 Making and breaking capacities

Contactors shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in table 8 for the required utilization categories and the number of operations indicated as specified in 9.3.3.5.

The values of off-time and on-time given in tables 8 and 8a shall not be exceeded.

Table 8 - Making and breaking capacities. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories

Category	Making and breaking conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varnothing$	On-time ¹⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	2)	50
AC-7b	8,0	1,05	0,45	0,05	2)	50

I_c is the current made and broken, expressed in r.m.s symmetrical values, but it is understood that the actual value peak in the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value;

I_e is the rated operational current;

U_r is the power frequency recovery voltage;

U_e is the rated operational voltage;

$\cos \varnothing$ is the power factor of the test circuit.

1) Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

2) See table 8a.

Table 8a - Relationship between current broken I_c and off-time for the verification of rated making and breaking capacities

Current broken I_c A	Off-time s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30

The values of off-time may be reduced if agreed by the manufacturer.

8.2.4.2 Fonctionnement conventionnel en service

Les essais relatifs au fonctionnement en service d'un contacteur sont destinés à vérifier que le contacteur est capable d'établir, de transporter et de couper sans défaillance les courants traversant son circuit principal dans les conditions correspondant à la catégorie d'emploi spécifiée, s'il y a lieu.

Les contacteurs doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au tableau 9, pour la catégorie d'emploi prescrite, et le nombre de cycles de manoeuvres indiqué, dans les conditions définies en 9.3.3.6.

Tableau 9 - Fonctionnement conventionnel en service. Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégorie	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varnothing$	Durée de passage du courant ¹⁾ s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	2)	30.000
AC-7b	4)	3)	0,45	0,05	2)	30.000

I_c est le courant établi et coupé, exprimé comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu que sa valeur réelle décrite au cours de la manoeuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique;

I_e est le courant assigné d'emploi;

U_r est la tension de rétablissement à fréquence industrielle;

U_e est la tension assignée d'emploi.

1) La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant recouverture.

2) Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du tableau 8a.

3) $U_r/U_e = 1,0$ pour l'établissement et $U_r/U_e = 0,17$ pour la coupure.

4) $I_c/I_e = 6,0$ pour l'établissement et $I_c/I_e = 1,0$ pour la coupure.

8.2.4.3 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Les contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b doivent supporter les courants de surcharge figurant au tableau 10, comme indiqué en 9.3.5.

Tableau 10 - Prescriptions de tenue aux courants de surcharge

Courant d'essai	Durée de l'essai
$8 \times I_e \text{ max/AC-7b}$	10 s

8.2.4.2 Conventional operational performance

Tests concerning the operational performance of a contactor are intended to verify that the contactor is capable of making, carrying and breaking without failure the currents flowing in its main circuit under conditions corresponding to the specified utilization category, where relevant.

Contactors shall be capable of making and breaking currents without failure under the conventional conditions stated in table 9 for the required utilization categories and the number of operations indicated as specified in 9.3.3.6.

Table 9 - Conventional operational performance. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories

Category	Making and breaking conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varnothing$	On-time ¹⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	2)	30.000
AC-7b	4)	3)	0,45	0,05	2)	30.000

I_c is the current made or broken, expressed in r.m.s. symmetrical values, but it is understood that the actual peak value in the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value;

I_e is the rated operational current;

U_r is the power frequency recovery voltage;

U_e is the rated operational voltage.

1) Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

2) These OFF times shall be not greater than the values specified in table 8a.

3) $U_r/U_e = 1,0$ for making and $U_r/U_e = 0,17$ for breaking.

4) $I_c/I_e = 6,0$ for making and $I_c/I_e = 1,0$ for breaking.

8.2.4.3 Ability to withstand overload currents

Contactors with utilization category AC-7b shall withstand the overload currents given in table 10 as specified in 9.3.5.

Table 10 - Overload current withstand requirements

Test current	Duration of test
$8 \times I_e \text{ max/AC-7b}$	10 s

8.2.5 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

Fonctionnement en condition de court-circuit (courant assigné de court-circuit conditionnel)

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des contacteurs protégés par un (des) dispositif(s) de protection contre les courts-circuits (DPCC) doit être vérifié par des essais de court-circuit comme le spécifie 9.3.4. Ces essais doivent être faits:

- a) à la valeur appropriée du courant présumé indiquée au tableau 21 (courant d'essai I_t) et
- b) au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q , s'il est supérieur au courant d'essai I_t .

Les caractéristiques assignées du DPCC doivent convenir à toute valeur donnée du courant assigné d'emploi, de la tension assignée d'emploi et à la catégorie d'emploi correspondante.

Les conditions d'essais figurent en 9.3.4.2.

La coordination demande, qu'en condition de court-circuit, le contacteur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations. Il est admis qu'il ne soit plus en mesure de fonctionner.

NOTE - L'emploi d'un DPCC non conforme aux recommandations du constructeur peut annuler la coordination.

8.2.6 Surtensions de manoeuvre

Les contacteurs pour lesquels le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} ne doivent pas créer de surtensions de manoeuvre supérieures à leur tension assignée de tenue aux chocs et il ne faut pas les soumettre à des surtensions de manoeuvre supérieures à leur tension assignée de tenue aux chocs.

Les circuits d'essais et les méthodes de mesure appropriés sont à l'étude.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Les essais doivent être effectués pour vérifier la conformité aux prescriptions de la présente norme. Pour la certification, voir les séquences d'essais de l'annexe B.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des contacteurs à la présente norme. Ils comprennent les vérifications suivantes:

- a) limites d'échauffement (voir 9.3.3.3);
- b) propriétés diélectriques (voir 9.3.3.4);
- c) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 9.3.3.5);

8.2.5 Co-ordination with short-circuit protective devices

Performance under short-circuit conditions (rated conditional short-circuit current)

The rated conditional short-circuit current of contactors backed up by short-circuit protective device(s) (SCPDs) shall be verified by short-circuit tests as specified in 9.3.4. These tests shall be made:

- a) at the appropriate value of prospective current shown in table 21 (test current I_r) and
- b) at the rated conditional short-circuit current I_q , if higher than test current I_r .

The rating of the SCPD shall be adequate for any given rated operational current, rated operational voltage and the corresponding utilization category.

Test conditions are given in 9.3.4.2.

Co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor shall cause no danger to persons or installations. It is permissible that it is not suitable for further use.

NOTE - Use of an SCPD not in compliance with the manufacturer's recommendations may invalidate the co-ordination.

8.2.6 Switching overvoltages

Contactors for which the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand voltage U_{imp} shall not generate switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage and shall not be submitted to switching overvoltages higher than the rated impulse withstand voltage.

Suitable test circuits and measuring methods are under consideration.

9 Tests

9.1 Types of test

9.1.1 General

Tests shall be made to prove compliance with the requirements laid down in this standard. For certification purposes, see test sequences in annex B.

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance of the contactor's design with this standard. They comprise the verification of:

- a) temperature-rise limits (see 9.3.3.3);
- b) dielectric properties (see 9.3.3.4);
- c) rated making and breaking capacities (see 9.3.3.5);

- d) fonctionnement conventionnel en service (voir 9.3.3.6);
- e) fonctionnement et limites de fonctionnement (voir 9.3.3.1 et 9.3.3.2);
- f) aptitude à supporter les courants de surcharge (voir 9.3.5);
- g) fonctionnement en condition de court-circuit (voir 9.3.4);
- h) propriétés mécaniques des bornes (voir 9.2.4);
- i) degrés de protection des contacteurs sous enveloppe (voir 9.2.3);
- j) résistance au vieillissement (voir 9.2.1.1);
- k) résistance à l'humidité (voir 9.2.1.2);
- l) résistance à la chaleur (voir 9.2.1.3);
- m) résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu (voir 9.2.1.4);
- n) résistance à la rouille (voir 9.2.1.5);
- o) résistance au cheminement (voir 9.2.1.6);
- p) vis ou écrous autres que ceux de bornes et prévus pour être manoeuvrés au cours de l'installation ou de l'entretien (voir 9.2.2);
- q) résistance aux impacts (voir 9.2.5);
- r) durabilité des marquages (voir 9.2.6).

Pour la certification, les essais de type sont groupés en séquences d'essais.

Les séquences d'essais, le nombre d'échantillons et les résultats à obtenir sont indiqués en annexe B.

Sauf spécification contraire, chaque essai (ou séquence d'essais) est effectué sur un échantillon neuf et propre.

Sauf spécification contraire, les contacteurs sont essayés à une température de l'air ambiant de $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

9.1.3 Essais individuels

Les essais individuels sont destinés à déceler les défauts des matériaux et de la réalisation ainsi qu'à vérifier le fonctionnement correct du contacteur. Ils doivent être effectués sur chaque contacteur dans des conditions identiques ou équivalentes à celles spécifiées pour des essais de type (voir 9.3.6.1).

Les essais individuels des contacteurs comprennent:

- le fonctionnement et les limites de fonctionnement (voir 9.3.6.2);
- les essais diélectriques (voir 9.3.6.3).

9.1.4 Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

Les essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement sont effectués conformément à 9.3.3.4.1 point 6). Les plans d'échantillonnage et les procédures d'essai sont à l'étude.

- d) conventional operational performance (see 9.3.3.6);
- e) operation and operating limits (see 9.3.3.1 and 9.3.3.2);
- f) overload current withstand capability (see 9.3.5);
- g) performance under short-circuit conditions (see 9.3.4);
- h) mechanical properties of terminals (see 9.2.4);
- i) degrees of protection of enclosed contactors (see 9.2.3);
- j) resistance to ageing (see 9.2.1.1);
- k) resistance to humidity (see 9.2.1.2);
- l) resistance to heat (see 9.2.1.3);
- m) resistance to abnormal heat and fire (see 9.2.1.4);
- n) resistance to rusting (see 9.2.1.5);
- o) resistance to tracking (see 9.2.1.6);
- p) screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance (see 9.2.2);
- q) resistance to impact (see 9.2.5);
- r) durability of marking (see 9.2.6).

For certification purposes, type tests are grouped in test sequences.

Test sequences, number of samples and results to be obtained are indicated in annex B.

Unless otherwise specified, each test (or test sequence) is performed on a new sample in clean condition.

Unless otherwise specified, the contactors are tested at an ambient air temperature of $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

9.1.3 Routine tests

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship and to ascertain proper functioning of the contactor. They shall be made on each individual contactor under the same or equivalent conditions as those specified for type tests (see 9.3.6.1).

Routine tests for contactors comprise:

- operation and operating limits (see 9.3.6.2);
- dielectric tests (see 9.3.6.3).

9.1.4 Sampling tests for clearance verification

Sampling tests for clearance verification are made according to 9.3.3.4.1 item 6). Sampling plans and test procedures are under consideration.

9.2 Conformité aux dispositions constructives

La vérification de la conformité aux dispositions constructives définies en 8.1 concerne par exemple:

- les matériaux;
- le contacteur;
- le degré de protection des contacteurs sous enveloppe;
- les propriétés mécaniques des bornes;
- l'organe de commande;
- l'indicateur de position (voir 3.3.16).

9.2.1 Matériaux

9.2.1.1 Essai de résistance au vieillissement

Les contacteurs ayant des joints séparés, des presse-étoupe à vis, des membranes et pièces constituées de caoutchouc, p.v.c. ou matériaux thermoplastiques similaires, sont soumis à un essai dans une étuve dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et est ventilée par circulation naturelle, les joints, presse-étoupe et membranes étant en suspension libre.

La température dans l'enceinte est de $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Les échantillons doivent être gardés dans l'étuve pendant sept jours (168 h). L'emploi d'une étuve chauffée électriquement est recommandé. La circulation naturelle de l'air peut être réalisée par des trous dans les parois de l'étuve.

Après le traitement, les échantillons doivent être retirés de l'étuve et gardés à la température du laboratoire avec une humidité relative comprise entre 45 % et 55 % pendant au moins quatre jours (96 h).

Sous vision normale ou corrigée sans autre grossissement, les échantillons ne doivent présenter ni craquelure ni rétrécissement compromettant leur utilisation ultérieure, et le matériau ne doit pas devenir collant ou gras, ceci étant jugé de la façon suivante:

- avec l'index enveloppé d'un chiffon sec en tissu à grosse trame, on appuie sur l'échantillon avec une force de 5 N.

La force 5 N peut être obtenue de la façon suivante:

- l'échantillon est placé sur un plateau d'une balance, l'autre plateau étant chargé avec une masse égale à la masse de l'échantillon +500 g. L'équilibre est alors rétabli en appuyant sur l'échantillon avec l'index enveloppé du chiffon sec en tissu à grosse trame.

Aucune trace de tissu ne doit être marquée sur l'échantillon et le matériau de l'échantillon ne doit pas coller au tissu.

9.2.1.2 Essais de résistance à l'humidité

La résistance à l'humidité du contacteur doit être vérifiée par l'essai Ca: chaleur humide, non cyclique, conformément à la CEI 68-2-3, dans les conditions d'essai suivantes:

9.2 Compliance with constructional requirements

Verification of compliance with the constructional requirements stated in 8.1 concerns, for example:

- the materials;
- the contactor;
- the degree of protection of enclosed contactors;
- the mechanical properties of terminals;
- the actuator;
- the position indicating device (see 3.3.16).

9.2.1 Materials

9.2.1.1 Test of resistance to ageing

Contactors incorporating separate gaskets, screwed glands, membranes and parts manufactured from rubber, p.v.c. or similar thermoplastic materials are subjected to a test in a heating cabinet with an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air and ventilated by natural circulation, gaskets, glands and membranes being suspended freely.

The temperature in the cabinet is $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

The samples shall be kept in the cabinet for seven days (168 h). The use of an electrically heated cabinet is recommended. Natural air circulation may be provided by holes in the walls of the cabinet.

After treatment, the samples shall be removed from the cabinet and kept at room temperature and relative humidity between 45 % and 55 % for at least four days (96 h).

The samples shall show, with normal or corrected vision without further magnification, neither surface crack nor shrinkage impairing their further use, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows:

- with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth the sample shall be pressed with a force of 5 N.

The force of 5 N can be obtained in the following way:

- the sample is placed on one of the pans of a balance and the other pan is loaded with a mass equal to the mass of the sample plus 500 g. Equilibrium is then restored by pressing the sample with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth.

No trace of the cloth shall remain on the sample and the material of the sample shall not stick to the cloth.

9.2.1.2 Test of resistance to humidity

The contactor resistance to humidity shall be verified by test Ca: damp heat, steady state of IEC 68-2-3 under the following conditions:

Les ouvertures, s'il en existe, doivent être laissées ouvertes: si des parties défonçables sont prévues, l'une d'elles doit être ouverte. Les parties démontables sans l'aide d'un outil doivent être enlevées et soumises à l'essai d'humidité avec la partie principale: les caches des ressorts doivent être ouverts pendant l'essai.

Avant d'être placés dans l'enceinte d'épreuve, les échantillons doivent être portés à la température du laboratoire pendant au moins quatre heures. La durée de l'essai est de quatre jours.

Après cette période, le contacteur est retiré de la chambre d'épreuve, les pièces démontées doivent être remontées et le couvercle fermé. Le matériel est ensuite soumis pendant 1 min à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à $2 U_e$ avec un minimum de 1 000 V entre ses différentes parties comme spécifié en 9.3.3.4.2.

9.2.1.3 Essai de résistance à la chaleur

9.2.1.3.1 Essais sur le contacteur

a) Les parties en matériau isolant, s'il y a lieu, nécessaires au maintien en position des pièces transportant du courant et des pièces du circuit de terre, doivent être soumises à un essai de pression à la bille à $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, à l'exception des parties de l'enveloppe nécessaire à maintenir en position la borne de terre, le cas échéant, qui doivent être essayées comme il est spécifié au point b) ci-après.

L'appareil d'essai à la bille est décrit dans la figure 3.

La surface de la partie à essayer doit être placée en position horizontale et soutenue par une plaque d'acier d'au moins 5 mm d'épaisseur et une bille d'acier de 5 mm de diamètre doit être pressée contre cette surface avec une force de 20 N.

L'essai doit être fait dans une étuve à la température de $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Après une heure, la bille doit être enlevée de l'échantillon qui doit ensuite être refroidi à la température du laboratoire, en moins de 10 s, par immersion dans l'eau froide.

Le diamètre de l'empreinte causée par la bille doit être mesuré et il ne doit pas excéder 2 mm.

Lorsqu'il est impossible d'effectuer l'essai sur un produit complet, l'essai doit être conduit sur une partie convenable ayant au moins 2 mm d'épaisseur, prélevée sur le produit.

NOTE - L'épaisseur de 2 mm peut être obtenue en utilisant plusieurs couches.

b) Les parties externes en matériau isolant non nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant et des pièces du circuit de terre, même si elles peuvent être en contact avec elles, doivent être soumises à l'essai à la bille conformément au point a) ci-dessus, sauf que l'essai est effectué à la plus élevée des deux températures suivantes: $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ou $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus la valeur d'échauffement la plus élevée déterminée pour la pièce concernée lors de l'essai d'échauffement.

c) Avant d'être placé dans l'étuve d'essai, le contacteur soumis à l'essai doit être conservé à la température du laboratoire pendant au moins quatre heures avant l'essai.

Le contacteur doit être maintenu dans l'étuve à une température de $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant un temps suffisant pour que l'équilibre thermique soit obtenu, mais pas moins d'une heure.

Inlet openings, if any, shall be left open; if knock-outs are provided, one of them shall be opened. Parts which can be removed without the aid of a tool shall be removed and subjected to the humidity treatment with the main parts: spring lids shall be open during this treatment.

Before being placed in the test chamber, the samples shall be stored at room temperature for at least 4 h before the test. The test duration shall be four days.

After this period, the contactor is removed from the test chamber, the removed parts are reinstalled and the lid closed. The contactor is then submitted for 1 min, to a power frequency test voltage of $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V, between the different parts as specified in 9.3.3.4.2.

9.2.1.3 Test of resistance to heat

9.2.1.3.1 Test on contactor

a) Parts of insulating material, if any, necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit shall be subjected to a ball pressure test at $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, except that insulating parts of an enclosure necessary to retain in position the earthing terminal, if any, shall be tested as specified in item b) hereafter.

The ball-pressure apparatus is shown in figure 3.

The surface of the part to be tested shall be placed in a horizontal position and supported by a steel plate of at least 5 mm thickness and a steel ball of 5 mm diameter shall be pressed against this surface with a force of 20 N.

The test shall be made in a heating cabinet at a temperature of $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

After 1 h, the ball shall be removed from the sample which shall then be cooled within 10 s to approximately room temperature by immersion in cold water.

The diameter of the impression caused by the ball shall be measured and shall not exceed 2 mm.

When it is not possible to make the test on the complete sample, the test shall be carried out on a suitable part of it of at least 2 mm thickness.

NOTE - The thickness of 2 mm can be obtained by using several layers.

b) External parts of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit even though they may be in contact with them, shall be subjected to a ball-pressure test in accordance with item a) above, except that the test is made at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ or $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus the highest temperature-rise determined for the relevant part during the temperature-rise test, whichever is the higher.

c) Before being placed in the heating cabinet, the contactor under test shall be stored at room temperature for at least 4 h before the test.

The contactor shall be kept for the time sufficient to reach thermal equilibrium, but not less than 1 hour in the heating cabinet at a temperature of $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

L'échantillon doit ensuite être laissé refroidir jusqu'à approximativement la température du laboratoire.

Le doigt d'épreuve normalisé (voir figure 10) doit être alors appliqué sur les surfaces externes qui sont accessibles en service normal avec une force n'excédant pas 5 N et il ne doit y avoir aucun accès aux parties actives lorsque le matériel est monté comme en usage normal. Après l'essai, le marquage doit rester lisible.

9.2.1.3.2 Essai sur les matériaux

Un échantillon du matériau, d'au moins 2 mm d'épaisseur, est soumis aux essais décrits en 9.2.1.3.1 point a) et/ou b).

NOTE - Le constructeur peut fournir des données obtenues du fabricant de matériau isolant (ou d'une autre source crédible) pour démontrer la conformité à ces exigences.

9.2.1.4 Essai de résistance à la chaleur anormale et au feu

9.2.1.4.1 Essai sur des pièces du contacteur

L'essai à effectuer pour la vérification de la résistance à la chaleur anormale et au feu est l'essai au fil incandescent, qui simule en effet, les contraintes produites par les sources de chaleur ou d'inflammation dans le but de simuler les risques du feu.

L'essai au fil incandescent doit être effectué conformément aux articles 4 à 10 de la CEI 695-2-1, dans les conditions suivantes:

- pour les parties en matériaux isolants, nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant, par l'essai effectué à une température de 850 °C, pour cet essai un conducteur de protection, s'il en existe, n'est pas considéré comme pièce transportant le courant,
- pour les parties en matériau isolant non nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant et des pièces du circuit de terre, même si elles peuvent être en contact avec elles, par l'essai effectué à la température de 650 °C.

9.2.1.4.2 Essai sur les matériaux

Des échantillons adéquats du matériau doivent être soumis aux essais suivants:

NOTE - Le constructeur peut fournir des données obtenues du fabricant du matériau isolant (ou d'une autre source crédible) pour démontrer la conformité aux prescriptions de 8.1.1.4.

- a) Essai de classification d'inflammabilité, en conformité avec la CEI 707.
- b) Essai d'inflammation par le fil chauffant (HWI), tel que décrit dans l'annexe G.

9.2.1.5 Essai de résistance à la rouille

Toute graisse doit être enlevée des pièces à essayer, par immersion de celles-ci pendant 10 min dans un dégraissant chimique à froid tel que le pétrole raffiné.

Les pièces sont ensuite immergées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau maintenue à une température de 20 °C ± 5 °C.

Sans séchage, mais après qu'on ait secoué les gouttes éventuelles, les pièces sont placées pendant 10 min dans une atmosphère saturée d'humidité à une température de 20 °C ± 5 °C.

The sample shall then be allowed to cool to approximately room temperature.

The standard test finger (see figure 10) shall be applied to the external surfaces which are accessible during normal service with a force not exceeding 5 N, and there shall be no access to live parts when the contactor is mounted as in normal use. After the test, markings shall still be legible.

9.2.1.3.2 Tests on materials

A sample of the material, of at least 2 mm thickness, is subjected to the test(s) of 9.2.1.3.1, a) and/or b).

NOTE - The manufacturer may provide data from the insulating material manufacturer (or other reliable source) to demonstrate compliance with these requirements.

9.2.1.4 Test of resistance to abnormal heat and fire

9.2.1.4.1 Test on parts of the contactor

The test to be performed for the verification of resistance to abnormal heat and fire is the glow-wire test, which simulates the thermal stresses produced by sources of heat or ignition in order to simulate fire hazard.

The glow-wire test shall be made according to clauses 4 to 10 of IEC 695-2-1 under the following conditions:

- for parts of insulating material, necessary to retain in position current-carrying parts by the test made at a temperature of 850 °C, for the purpose of this test a protective conductor, if any, is not considered as a current-carrying part,
- for parts of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit, if any, even though they may be in contact with them, by the test made at a temperature of 650 °C.

9.2.1.4.2 Tests on materials

Suitable specimens of the material shall be subjected to the following tests:

NOTE - The manufacturer may provide data from the insulating material manufacturer (or other reliable source) to demonstrate compliance with the requirements of 8.1.1.4.

- a) flammability classification test, in accordance with IEC 707.
- b) hot wire ignition (HWI) test, as described in annex G.

9.2.1.5 Test of resistance to rusting

All grease shall be removed from the parts to be tested, by immersion and agitation for 10 min in a cold chemical degreaser such as refined petrol.

The parts shall then be immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts shall then be placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

Après avoir été séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, les pièces ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces.

Des traces de rouille sur les arêtes ou un voile jaune disparaissant par simple frottement ne doivent pas être pris en compte.

Pour de petits ressorts et organes similaires, et pour les pièces inaccessibles exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut constituer une protection suffisante contre la rouille.

De telles pièces ne doivent être soumises à l'essai que s'il y a doute au sujet de la couche de graisse, et l'essai doit alors être effectué sans dégraissage préalable.

NOTE - Une révision de cet essai est à l'étude.

9.2.1.6 Essai de résistance au cheminement

Cet essai doit être effectué sur une partie convenable prélevée sur le contacteur ou, si cela est accepté pour des raisons pratiques, sur un spécimen convenable du matériau isolant, conformément à la CEI 112, Solution A.

9.2.2 Essai des vis ou écrous autres que ceux des bornes et prévus pour être manoeuvrés pendant l'installation ou l'entretien

Les vis ou les écrous sont serré(e)s et desserré(e)s.

- 10 fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un taraudage en matière isolante,
- 5 fois dans les autres cas.

Les vis ou écrous, s'engageant dans un taraudage en matière isolante sont à chaque fois retirés complètement et engagés à nouveau.

L'essai doit être effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clé appropriée appliquant un couple de torsion donné dans le tableau 11 ou spécifié par le constructeur.

Les vis et écrous doivent être serrés sans secousse.

Lorsqu'une vis à tête hexagonale comporte une fente pour être serrée à l'aide d'un tournevis, que le tableau 11 est utilisé et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai doit être effectué deux fois:

- d'abord en appliquant le couple de torsion spécifié dans la colonne III pour la clé,
- ensuite, sur un nouvel échantillon, en appliquant le couple de torsion spécifié dans la colonne II pour le tournevis.

Si les valeurs des colonnes II et III sont identiques, seul l'essai avec le tournevis doit être effectué.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas être desserrées et il ne doit pas y avoir de dommage, telle que rupture des vis, ou détérioration de la fente de tête, des filets, des rondelles ou des étriers, ou de détérioration des enveloppes et couvercles qui compromettent l'utilisation ultérieure du contacteur.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, their surface shall show no signs of rust.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing shall be ignored.

For small springs and the like, and for inaccessible parts exposed to abrasion, a layer of grease may provide sufficient protection against rusting.

Such parts shall only be subjected to the test if there is doubt about the effectiveness of the grease film, the test shall then be made without previous removal of the grease.

NOTE - A revision of this test is under consideration.

9.2.1.6 *Test of resistance to tracking*

This test shall be made on a suitable part taken from the contactor or, if agreed for practical reasons, on a suitable specimen of the insulating material, according to IEC 112, Solution A.

9.2.2 *Test on screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance*

The screws or nuts shall be tightened and loosened:

- 10 times when in engagement with a thread of insulating material,
- 5 times in all other cases.

Screws or nuts in engagement with a thread of insulating material shall be completely removed and reinserted each time.

The test shall be made with a suitable screwdriver or spanner, applying a torque as given in table 11 or as specified by the manufacturer.

The screws or nuts shall be tightened without jerks.

When a screw has a hexagonal head with a slot for tightening with a screwdriver and when table 11 is used and the values in columns II and III are different, the test shall be made twice:

- first applying to the hexagonal head the torque specified in column III by means of the spanner,
- then, on a new sample, applying the torque specified in column II by means of the screwdriver.

If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver shall be made.

During the test, the screwed connections shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, or damage to enclosures and covers, that will impair the further use of the contactor.

9.2.3 *Vérification du degré de protection des contacteurs sous enveloppe*

La procédure d'essai est à l'étude.

Après l'essai du second chiffre caractéristique, les propriétés diélectriques du contacteur doivent être vérifiées par un essai diélectrique avec une tension d'essai à fréquence industrielle égale à $2 U_e$, avec un minimum de 1 000 V. Cette tension d'essai doit être appliquée pendant une minute comme indiqué en 9.3.3.4.2, point a).

9.2.4 *Propriétés mécaniques des bornes*

Ce paragraphe ne s'applique pas aux bornes en aluminium ni à celles destinées au raccordement de conducteurs en aluminium.

9.2.4.1 *Conditions générales pour les essais*

Sauf indication contraire du constructeur, chaque essai doit être effectué sur des bornes à l'état neuf et propre.

Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs ronds en cuivre, le cuivre de ceux-ci doit être conforme à la CEI 28.

9.2.4.2 *Essais de résistance mécanique des bornes*

Les essais doivent être effectués avec le type de conducteur approprié, de section maximale.

Le conducteur doit être connecté et déconnecté cinq fois.

Pour les bornes à vis, le couple de serrage doit avoir la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur conforme au tableau 11 ou 110 % du couple spécifié par le constructeur.

Cet essai doit être effectué sur deux organes de serrage distincts.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale susceptible d'être serrée par tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple défini à la colonne III, ensuite, sur un autre jeu d'échantillons, en appliquant, au moyen d'un tournevis, le couple défini à la colonne II.

Si les valeurs des colonnes II et III sont les mêmes, seul l'essai au moyen du tournevis est effectué.

Chaque fois que la vis ou l'écrou de fixation est desserré, on doit utiliser un conducteur neuf pour chaque essai de serrage.

Pendant l'essai, les organes de serrage et les bornes ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit se produire aucun dommage, tel que rupture des vis ou détérioration des fentes des têtes de vis, des filetages ou taraudages, des rondelles ou étriers, qui nuirait à l'emploi ultérieur des raccordements à vis.

9.2.3 *Verification of the degrees of protection of enclosed contactors*

The test procedure is under consideration.

After the test of the second characteristic numeral, the dielectric properties of the contactor shall be verified by a dielectric test using a power-frequency test voltage of $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V. This test voltage shall be applied for one minute, as indicated in 9.3.3.4.2, item a).

9.2.4 *Mechanical properties of terminals*

This subclause does not apply to aluminium terminals or to terminals for the connection of aluminium conductors.

9.2.4.1 *General conditions for tests*

Unless otherwise stated by the manufacturer, each test shall be made on terminals in a clean and new condition.

When tests are made with round copper conductors, the copper shall be according to IEC 28.

9.2.4.2 *Tests of mechanical strength of terminals*

Tests shall be made with the appropriate type of conductor having the maximum cross-sectional area.

The conductor shall be connected and disconnected five times.

For screw-type terminals, the tightening torque shall be in accordance with table 11 or 110 % of the torque specified by the manufacturer, whichever is the greater.

The test shall be conducted on two separate clamping units.

When a screw has a hexagonal head with means for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column III, and then, on another set of samples, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver.

If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver is made.

Each time the clamping screw or nut is loosened, a new conductor shall be used for each tightening test.

During the test, clamping units and terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups that will impair the further use of the screwed connections.

Tableau 11 - Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre de la vis mm		Couple de serrage N.m		
Valeurs normales du système métrique	Gamme de diamètre	I	II	III
2,5	≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 jusqu'à 3,0 inclusivement	0,25	0,5	0,5
–	> 3,0 jusqu'à 3,2 inclusivement	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 jusqu'à 3,6 inclusivement	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 jusqu'à 4,1 inclusivement	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 jusqu'à 4,7 inclusivement	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 jusqu'à 5,3 inclusivement	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 jusqu'à 6,0 inclusivement	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 jusqu'à 8,0 inclusivement	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 jusqu'à 10,0 inclusivement	–	4,0	10,0
La colonne I s'applique aux vis sans tête qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas leur logement et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre à fond de filet de la vis. La colonne II s'applique aux écrous et aux vis serrés au moyen d'un tournevis. La colonne III s'applique aux écrous et aux vis qui peuvent être serrés par des moyens autres qu'un tournevis.				

9.2.4.3 Essais de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs (essai de flexion)

Cet essai est applicable aux bornes destinées au raccordement de conducteurs ronds en cuivre, non préparés, et dont le nombre, la section et le type (souple et/ou rigide [à âme massive et/ou câblée]) sont spécifiés par le constructeur.

Les essais suivants doivent être effectués sur deux échantillons à l'état neuf avec:

- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus petite raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus grande raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section raccordés ensemble à la borne.

Les bornes destinées au raccordement, soit de conducteurs souples, soit de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être essayées avec chaque type de conducteur avec des jeux d'échantillons différents.

Les bornes destinées au raccordement simultané de conducteurs souples et de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être essayées comme indiqué en c) ci-dessus.

Table 11 - Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Diameter of thread mm		Tightening torque N.m		
Metric standard values	Range of diameter	I	II	III
2,5	≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
–	> 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 up to and including 10,0	–	4,0	10,0
Column I	applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the root diameter of the screw.			
Column II	applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver.			
Column III	applies to nuts and screws which can be tightened by means other than a screwdriver.			

9.2.4.3 Test for damage to and accidental loosening of conductors (flexion test)

The test applies to terminals for the connection of unprepared round copper conductors, of number, cross-section and type (flexible and/or rigid [stranded and/or solid]), specified by the manufacturer.

The following tests shall be carried out using two new samples with:

- the maximum number of conductors of the smallest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the largest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the smallest and largest cross-sections connected to the terminal.

Terminals intended for connection of either flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors shall be tested with each type of conductor with different sets of samples.

Terminals intended for connection of both flexible and rigid (solid and/or stranded) conductors simultaneously shall be tested as stated in c) above.

L'essai est à effectuer avec un dispositif d'essai convenable. Le nombre spécifié de conducteurs doit être raccordé à la borne. Il est recommandé que la longueur des conducteurs d'essai soit supérieure de 75 mm à la hauteur H spécifiée au tableau 12. Les vis de serrage doivent être serrées avec un couple de valeur conforme au tableau 11 ou le couple précisé par le constructeur. L'appareil en essai doit être fixé comme le montre la figure 4.

Tableau 12 - Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre

Section du conducteur		Diamètre de perçage du manchon*	Hauteur $H \pm 13$ mm	Masse	Effort de traction
mm ²	AWG/MCM				
0,2	24	6,4	260	0,3	10
–	22	6,4	260	0,3	20
0,5	20	6,4	260	0,3	30
0,75	18	6,4	260	0,4	30
1,0	–	6,4	260	0,4	35
1,5	16	6,4	260	0,4	40
2,5	14	9,5	279	0,7	50
4,0	12	9,5	279	0,9	60
6,0	10	9,5	279	1,4	80
10	8	9,5	279	2,0	90
16	6	12,7	298	2,9	100
25	4	12,7	298	4,5	135
–	3	14,3	318	5,9	156
35	2	14,3	318	6,8	190

* Si un manchon de diamètre de perçage donné ne permet pas de recevoir le conducteur sans le coincer, on peut utiliser un manchon de diamètre de perçage immédiatement supérieur.

Chaque conducteur est soumis à des mouvements circulaires, conformément à la procédure suivante.

L'extrémité du conducteur à l'essai doit passer par un manchon de taille appropriée dans un plateau, situé sous la borne du contacteur, à une hauteur H donnée au tableau 12. Les autres conducteurs doivent être ployés pour ne pas influencer le résultat de l'essai. Le manchon doit être positionné dans le plateau horizontal ayant le même axe que le conducteur. Le manchon doit être déplacé de manière que son axe décrive un cercle de 75 mm de diamètre autour de son axe à $10 \text{ tr/min} \pm 2 \text{ tr/min}$. La distance entre l'entrée de la borne et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur $H \pm 13$ mm du tableau 12. Le manchon doit être lubrifié pour éviter de coincer, tordre ou faire tourner le conducteur isolé. Une masse de valeur spécifiée au tableau 12 doit être suspendue à l'extrémité du conducteur. L'essai doit comporter 135 rotations continues.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

Immédiatement après l'essai de flexion, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai décrit en 9.2.4.4 (essai de traction), dans le dispositif d'essai.

The test should be carried out with suitable test equipment. The specified number of conductors shall be connected to the terminal. The length of the test conductors should be 75 mm longer than the height H specified in table 12. The clamping screws shall be tightened with a torque in accordance with table 11 or with the torque specified by the manufacturer. The device tested shall be secured as shown in figure 4.

Table 12 - Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole *	Height $H \pm 13$ mm	Mass	Pulling force
mm ²	AWG/MCM				
0,2	24	6,4	260	0,3	10
–	22	6,4	260	0,3	20
0,5	20	6,4	260	0,3	30
0,75	18	6,4	260	0,4	30
1,0	–	6,4	260	0,4	35
1,5	16	6,4	260	0,4	40
2,5	14	9,5	279	0,7	50
4,0	12	9,5	279	0,9	60
6,0	10	9,5	279	1,4	80
10	8	9,5	279	2,0	90
16	6	12,7	298	2,9	100
25	4	12,7	298	4,5	135
–	3	14,3	318	5,9	156
35	2	14,3	318	6,8	190

* If a bushing with the hole diameter given is not adequate to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole may be used.

Each conductor is subjected to circular motions according to the following procedure:

The end of the conductor under test shall be passed through an appropriate size bushing in a platen positioned at a height H below the contactor terminal, as given in table 12. The other conductors shall be bent in order not to influence the result of the test. The bushing shall be positioned in the horizontal platen concentric with the conductor. The bushing shall be moved so that its centre-line describes a circle of 75 mm diameter about its centre in the horizontal plane at 10 r.p.m. $\pm$ 2 r.p.m. The distance between the mouth of the terminal and the upper surface of the bushing shall be within 13 mm of the height H in table 12. The bushing is to be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass as specified in table 12 is to be suspended from the end of the conductor. The test shall consist of 135 continuous revolutions.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

Immediately after the flexion test, each conductor under test shall be submitted in the test equipment to the test of 9.2.4.4 (pull-out test).

9.2.4.4 Essai de traction pour conducteurs ronds en cuivre

Après l'essai décrit en 9.2.4.3, un effort de traction conforme au tableau 12 doit être appliqué au conducteur essayé suivant 9.2.4.3.

Les vis de serrage ne doivent pas être serrées à nouveau pour cet essai.

Cet effort doit être appliqué sans secousses pendant une minute.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

9.2.4.5 Essai des conducteurs ronds en cuivre non préparés de la section maximale spécifiée

9.2.4.5.1 Modalités de l'essai

L'essai doit être effectué avec les gabarits spécifiés au tableau 13. Le tampon de mesure du gabarit doit pouvoir pénétrer dans l'ouverture de la borne sous l'effet du poids du gabarit, jusqu'à occuper toute la profondeur de la borne (voir également la note du tableau 13).

Tableau 13 - Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants

Section des conducteurs		Gabarits (voir figure 5)			
Souples mm ²	Rigides (âmes massive ou câblée) mm ²	Forme et désignation	Diamètre <i>a</i> mm	Largeur <i>b</i> mm	Tolérances admissibles pour <i>a</i> et <i>b</i> mm
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	0 -0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,2	
2,5	4	A3	2,8	2,4	
4	6	A4	3,6	3,1	0 -0,06
6	10	A5	4,3	4,0	
10	16	B6	5,3	—	
16	25	B7	6,9	—	0 -0,07
25	35	B8	8,7	—	
35	50	B9	10,0	—	

NOTE - Pour les sections de conducteurs autres que celles qui figurent à ce tableau, on peut utiliser comme gabarit un conducteur non préparé de section appropriée avec une force d'insertion inférieure ou égale à 5 N.

9.2.4.5.2 Réalisation des gabarits

La réalisation des gabarits est représentée dans la figure 5.

Les dimensions *a* et *b* et les tolérances admissibles sont indiquées dans le tableau 13. Le tampon de mesure du gabarit doit être en acier à calibre.

9.2.4.4 Pull-out test for round copper conductors

Following the test of 9.2.4.3, the pulling force given in table 12 shall be applied to the conductor tested in accordance with 9.2.4.3.

The clamping screws shall not be tightened again for this test.

The force shall be applied without jerks for one minute.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

9.2.4.5 Test for insertability of unprepared round copper conductors having the maximum specified cross-section

9.2.4.5.1 Test procedure

The test shall be carried out with the gauges specified in table 13. The measuring section of the gauge shall be able to penetrate into the terminal aperture under the weight of the gauge to the full depth of the terminal (see also note to table 13).

Table 13 - Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges

Conductor cross-section		Gauge (see figure 5)			
Flexible conductors mm ²	Rigid conductors (solid or stranded) mm ²	Form and marking	Diameter <i>a</i> mm	Width <i>b</i> mm	Permissible deviations for <i>a</i> and <i>b</i> mm
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	0 -0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,2	
2,5	4	A3	2,8	2,4	
4	6	A4	3,6	3,1	0 -0,06
6	10	A5	4,3	4,0	
10	16	B6	5,3	—	
16	25	B7	6,9	—	0 -0,07
25	35	B8	8,7	—	
35	50	B9	10,0	—	

NOTE - For conductor cross-sections other than those given in the table, an unprepared conductor of appropriate cross-section may be used as the gauge, the force of insertion being not greater than 5 N.

9.2.4.5.2 Construction of gauges

The construction of the gauges is shown in figure 5.

Details of dimensions *a* and *b* and their permissible deviations are shown in table 13. The measuring section of the gauge shall be made from gauge steel.

9.2.5 Essai de résistance aux impacts

9.2.5.1 Procédure d'essai

Les contacteurs sans enveloppe, les masses des contacteurs partiellement sous enveloppe, les couvercles et panneaux des contacteurs doivent être essayés avec l'appareil d'essai à pendule (voir 9.2.5.2.1) avec une énergie de choc de 0,5 J.

Les enveloppes conçues et dimensionnées pour contenir un contacteur doivent être essayées avec l'appareil d'essai à la sphère (voir 9.2.5.2.2) avec une énergie de choc de 2 J.

La température de l'air ambiant doit être $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

L'échantillon avec couvercle, ou l'enveloppe, si elle existe, doit être fixé comme en usage normal sur un support rigide.

Les entrées de câbles qui ne sont pas équipées de prédécoupes doivent être laissées ouvertes. Si elles sont équipées de prédécoupes, deux de celles-ci doivent être ouvertes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des embases, couvercles et similaires, doivent être serrées avec un couple égal au deux-tiers de ceux spécifiés au tableau 11.

On applique aux échantillons dix coups qui sont régulièrement répartis sur l'échantillon. Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables, aux pièces fragiles telles que fenêtres, voyants lumineux, etc.

En général, cinq de ces coups sont appliqués comme suit:

- pour les contacteurs du type encastré, un coup au centre, un à chaque extrémité en bordure du logement du bloc et les deux autres à peu près à mi-distance entre les coups précédents, de préférence sur la collerette éventuelle, l'échantillon étant déplacé horizontalement;
- pour les autres contacteurs et pour les boîtes de montage, un coup au centre, un coup sur chaque face latérale de l'échantillon après qu'on l'ait fait tourner autour d'un axe vertical autant que cela est possible, mais pas au-delà de 60 ° , et les deux autres à peu près à mi-distance entre les coups précédents, de préférence sur la collerette éventuelle.

Le reste des coups est alors appliqué de la même façon après avoir fait tourner l'échantillon de 90 ° autour de son axe perpendiculaire au contre-plaqué.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage au sens de la présente norme.

En particulier, les couvercles qui, cassés, rendent les parties actives accessibles ou compromettent l'usage ultérieur du contacteur, les organes de manoeuvre, les obstacles et barrières en matériaux isolants et autres parties similaires, ne doivent pas présenter de tels dommages.

En cas de doute, il est vérifié que le démontage et le remplacement des parties externes, telles que les enveloppes et couvercles est possible sans que ces parties ou leur revêtement soit endommagés.

9.2.5 *Test of resistance to impact*

9.2.5.1 *Test procedure*

Unenclosed contactors, exposed parts of partially enclosed contactors, covers and cover plates of contactors shall be tested with the pendulum hammer test apparatus (see 9.2.5.2.1) with a shock energy of 0,5 J.

Enclosures designed and dimensioned to contain a contactor shall be tested with the sphere test apparatus (see 9.2.5.2.2) with a shock energy of 2 J.

The ambient air temperature shall be $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

The sample with cover, or the enclosure, if any, shall be fixed as in normal use or placed against a rigid support.

Cable entries which are not provided with knock-outs shall be left open. If they are provided with knock-outs, two of them shall be opened.

Before applying the blows, fixing screws of bases, covers and the like shall be tightened with a torque equal to two thirds of that specified in table 11.

The samples are subjected to ten blows, which are evenly distributed over the sample. The blows are not applied to knock-outs, fragile parts such as windows, pilot lights, etc.

In general, five of the blows are applied as follows:

- for flush-type contactors, one blow in the centre, one at each extremity of the area over the recess in the block, and the other two approximatively midway between the previous blows, preferably on the ridge, if any, the sample being moved horizontally;
- for other contactors and for mounting boxes, one blow in the centre, one at each side of the sample after it has been turned as far as possible, but not through more than 60° , about a vertical axis, and the other two approximatively midway between the previous blows, preferably on the ridge, if any.

The remaining blows are then applied in the same way, after the sample has been turned through 90° about its axis perpendicular to the plywood.

After the test, the sample shall show no damage within the meaning of this standard.

In particular, covers which when broken make live parts accessible or impair the further use of the contactor, operating means, and linings and barriers of insulating materials and the like, shall not show such damage.

In case of doubt, it is verified that removal and replacement of external parts, such as enclosures and covers, is possible without these parts or their lining being damaged.

Une détérioration de l'aspect, de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances dans l'air au-dessous des valeurs spécifiées en 8.1.3 et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre les chocs électriques ne doivent pas être retenus.

9.2.5.2 Appareils d'essai

9.2.5.2.1 Appareil d'essai au pendule (essai à 0,5 J)

L'appareil d'essai représenté aux figures 6, 7 et 8 doit être utilisé.

La conception de l'appareil d'essai doit être telle que:

- l'échantillon puisse être déplacé horizontalement et puisse tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contre-plaqué;
- le contre-plaqué puisse tourner autour d'un axe vertical.

La pièce de frappe, ayant une masse de 0,25 kg, doit être lâchée d'une hauteur de 0,20 m sur les surfaces qui sont exposées quand le contacteur est monté comme dans les conditions normales d'emploi, de façon que le point d'impact soit situé dans le plan vertical passant par l'axe du pivot du pendule.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position du point de contrôle quand le pendule est libéré et la position de ce point au moment de l'impact. Le point de contrôle doit être repéré sur la surface de la pièce de frappe, là où la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculaire au plan des deux axes, entre en contact avec la surface.

La tête de la pièce de frappe doit avoir une forme hémisphérique de 10 mm de rayon et être en polyamide de dureté Rockwell R 100. La pièce de frappe est rigidement fixée à l'extrémité basse d'un tube d'acier, ayant un diamètre extérieur de 9 mm et une épaisseur de paroi de 0,5 mm qui doit pivoter à son extrémité haute de telle façon que son déplacement soit seulement dans un plan vertical.

L'axe du pivot doit être situé à $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

Pour la détermination de la dureté Rockwell du polyamide de la tête de la pièce de frappe, les conditions suivantes s'appliquent:

- diamètre de la bille: $12,7\text{ mm} \pm 0,0025\text{ mm}$,
- charge initiale: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$,
- surcharge: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

Des informations complémentaires concernant la détermination de la dureté Rockwell des plastiques sont données dans ISO 2039-2. Les contacteurs pour montage en saillie doivent être montés sur une plaque de contre-plaqué de 8 mm d'épaisseur et de 175 mm de côté, fixée à ses bords supérieurs et inférieurs au support rigide de montage représenté dans la figure 7.

Le support de montage doit avoir une masse de $10\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$ et être monté sur un châssis rigide par l'intermédiaire de pivots.

Damage to the appearance, for example surface cracks, small dents which do not reduce the creepage distances or clearances below the values specified in 8.1.3, and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock shall be neglected.

9.2.5.2 *Test apparatus*

9.2.5.2.1 *Pendulum hammer test apparatus (0,5 J test)*

The test apparatus shown in figures 6, 7 and 8 shall be used.

The design of the test apparatus shall be such that:

- the sample can be moved horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood;
- the plywood can be turned about a vertical axis.

The striking element, having a mass of 0,25 kg, shall be allowed to fall from a height of 0,20 m on to surfaces which are exposed when the contactor is mounted as in normal conditions of use so that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot of the pendulum.

The height of fall shall be the vertical distance between the position of a checking point when the pendulum is released and the position of that point at the moment of impact. The checking point shall be marked on the surface of the striking element where the line through the point of intersection of the axis of the steel tube of the pendulum and that of the striking element, and perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

The head of the striking element shall have a hemispherical face of radius 10 mm and shall be of polyamide having a Rockwell hardness of R 100. The striking element is rigidly fixed to the lower end of a steel tube with an external diameter of 9 mm and a wall thickness of 0,5 mm, which shall be pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

The axis of the pivot shall be $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, above the axis of the striking element.

For determining the Rockwell hardness of the polyamide of the head of the striking element, the following conditions shall apply:

- diameter of the ball: $12,7\text{ mm} \pm 0,0025\text{ mm}$,
- initial load: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$,
- overload: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ISO 2039-2. Surface-mounting contactors shall be mounted on a sheet of plywood, 8 mm thick and 175 mm square, secured at its top and bottom edges to a rigid bracket, which shall be part of the mounting support as shown in figure 7.

The mounting support shall have a mass of $10\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$ and shall be mounted on a rigid frame by means of pivots.

9.2.5.2.2 Appareil d'essai à la sphère (essai à 2 J) (voir figure 9)

L'impact doit être produit par la chute ou le ballant d'une sphère d'acier de 50 mm de diamètre pesant 0,5 kg d'une hauteur de 0,4 m, comme représenté dans la figure 9.

H indique la distance verticale que doit parcourir la sphère pour produire l'impact désiré. La sphère doit entrer en contact avec l'échantillon quand le fil est en position verticale.

Le fil doit avoir une masse négligeable par rapport à celle de la sphère.

La surface du support doit être constituée par une couche de plancher de chêne monté à tenon et mortaise sur deux couches de contre-plaqué de 19 mm d'épaisseur.

Le plancher de chêne doit avoir une épaisseur nominale de 19 mm. L'assemblage doit être installé sur un plancher en béton. Une surface support non élastique équivalente peut être employée.

Le support latéral doit être constitué par un contre-plaqué de 19 mm posé sur une surface rigide de béton.

Un support latéral non élastique équivalent peut être employé.

9.2.6 Essai de durabilité du marquage

La conformité aux prescriptions du paragraphe 8.1.12 est vérifiée par inspection et aussi en frottant légèrement pendant 15 s les marques à la main avec un morceau de tissu imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'essence de pétrole.

Il est recommandé d'utiliser comme essence de pétrole, un hexane aliphatique avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse spécifique d'environ 0,68 g/cm³.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

Le marquage doit être également facilement lisible après la totalité des essais de la présente norme.

Les marquages par empreinte, moulage, pression ou gravure ne sont pas soumis à cet essai.

9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Les séquences d'essais pour la certification et les échantillons correspondants sont indiqués en annexe B.

9.2.5.2.2 *Sphere test apparatus (2 J test) (see figure 9)*

The impact shall be produced by dropping or swinging a steel sphere 50 mm in diameter and weighing 0,5 kg from a height of 0,4 m as shown in figure 9.

H indicates the vertical distance the sphere must travel to produce the desired impact. The sphere is to contact the test sample when the wire is in the vertical position.

The wire shall have a negligible mass in comparison with the sphere.

The supporting surface shall consist of a layer of tongue-and-groove oak flooring mounted on two layers of 19 mm plywood.

The oak flooring shall be nominally 19 mm thick. The assembly shall rest on a concrete floor. An equivalent non-resilient supporting surface may be used.

The backing support shall consist of 19 mm plywood over a rigid surface of concrete.

An equivalent non-resilient backing support may be used.

9.2.6 *Test of durability of marking*

Compliance with the requirements of 8.1.12 is checked by inspection, also by lightly rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

Petroleum spirit used in the test should consist of aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 % by volume, a kauributanol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry-point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³.

After this test the marking shall be easily legible. It shall not be easily possible to remove labels and these shall show no curling.

The marking shall also remain easily legible after all the tests of this standard.

Marking made by impression, moulding, pressing or engraving is not subjected to this test.

9.3 *Compliance with performance requirements*

9.3.1 *Test sequences*

For certification purposes, the sequence of tests and the corresponding samples are indicated in annex B.

9.3.2 Conditions générales pour les essais

9.3.2.1 Prescriptions générales

Les contacteurs à essayer doivent être conformes dans tous leurs détails essentiels, aux plans du type qu'ils représentent.

Sauf indication contraire des prescriptions d'essais, les essais doivent être effectués avec la même sorte de courant (et, avec la même fréquence assignée et avec le même nombre de phases) que celui du service prévu.

Si, pour faciliter un essai, il apparaît souhaitable d'en augmenter la sévérité (par exemple adopter une cadence de manoeuvres plus élevée en vue de réduire la durée de l'essai), l'accord préalable du constructeur est nécessaire.

Les contacteurs à essayer doivent être montés complets sur leur propre support ou un support équivalent et raccordés comme en service normal, conformément aux instructions du constructeur et aux conditions ambiantes définies en 7.1.

Les contacteurs sous enveloppe doivent être montés complets et toutes les ouvertures normalement fermées en service doivent être fermées pour les essais. Les contacteurs destinés à être utilisés dans une enveloppe individuelle doivent être essayés dans la plus petite de ces enveloppes précisée par le constructeur.

NOTE - Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir un seul contacteur.

Les contacteurs qui ne sont pas prévus pour être utilisés dans une enveloppe individuelle doivent être essayés à l'air libre. Dans ce cas, sauf spécification contraire des dispositions d'essais de la présente norme, pour les essais relatifs aux pouvoirs de fermeture et de coupure et au fonctionnement en condition de court-circuit, un écran en grillage métallique doit être placé aux endroits susceptibles d'être le siège de manifestations extérieures pouvant provoquer un amorçage, en respectant les dispositions et les distances spécifiées par le constructeur. Les détails de ce montage, y compris les distances du contacteur en essai au grillage métallique, doivent figurer au compte rendu d'essai.

L'entretien ou le remplacement de pièces n'est pas autorisé, sauf prescription contraire de la présente norme.

Avant de commencer un essai, le contacteur peut être manoeuvré à vide.

Pour les essais, le mécanisme transmetteur, s'il existe, doit être actionné comme pour l'usage auquel il est destiné, suivant les indications du constructeur et aux valeurs assignées des grandeurs de commande (telle que tension), sauf spécification contraire de la présente norme.

9.3.2.2 Grandeurs d'essai

9.3.2.2.1 Valeurs des grandeurs d'essai

Tous les essais doivent être effectués avec les valeurs de grandeurs d'essai correspondant aux caractéristiques assignées fixées par le constructeur, conformément aux tableaux et données correspondants de la présente norme.

9.3.2 *General test conditions*

9.3.2.1 *General requirements*

The contactors to be tested shall agree in all their essential details with the design of the type which they represent.

Unless otherwise stated in the relevant test clauses, the tests shall be made with the same kind of current (and, at the rated frequency and with the same number of phases) as in the intended service.

If, for convenience of testing, it appears desirable to increase the severity of a test (e.g. to adopt a higher rate of operation in order to reduce the duration of the test), this may be done only with the consent of the manufacturer.

The contactor under test shall be mounted complete on its own support or an equivalent support and connected as in normal service, in accordance with the manufacturer's instructions and under the ambient conditions stated in 7.1.

Enclosed contactors shall be mounted complete and any opening normally closed in service shall be closed for tests. Contactors intended for use in an individual enclosure shall be tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer.

NOTE - An individual enclosure is an enclosure designed and dimensioned to contain one contactor only.

Contactors not intended to be used in an individual enclosure shall be tested in free air. In this case, unless otherwise specified in the relevant test clauses of this standard, for tests concerning making and breaking capacities and performance under short-circuit conditions, a wire mesh shall be placed at all points of the contactor likely to be a source of external phenomena capable of producing a breakdown, in accordance with the arrangements and distances specified by the manufacturer. Details, including distances from the contactor under test to the wire-mesh, shall be stated in the test report.

Maintenance or replacement of parts is not permitted, unless otherwise specified in this standard.

The contactor may be operated without load prior to beginning a test.

For the tests, the actuating system, if any, shall be operated as for the intended use in service stated by the manufacturer and at the rated values of control quantities (such as voltage), unless otherwise specified in this standard.

9.3.2.2 *Test quantities*

9.3.2.2.1 *Values of test quantities*

All the tests shall be made with the values of test quantities corresponding to the ratings assigned by the manufacturer, in accordance with the relevant tables and data of this standard.

9.3.2.2.2 Tolérances sur les grandeurs d'essai

Les valeurs consignées dans le compte rendu d'essai doivent être dans les tolérances indiquées au tableau 14, sauf spécification contraire des paragraphes correspondants. Toutefois, avec l'accord du constructeur, les essais peuvent être effectués dans des conditions plus sévères que celles spécifiées.

Tableau 14 - Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous essais	Essais à vide et en conditions normales de charge et surcharge	Essais en conditions de court-circuit
– courant: $\begin{matrix} +5\% \\ 0 \end{matrix}$	– facteur de puissance: $\pm 0,05$	– facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
– tension: $\begin{matrix} +5\% \\ 0 \end{matrix}$		
(y compris la tension de rétablissement à fréquence industrielle)	– fréquence: $\pm 5\%$	– fréquence: $\pm 5\%$

NOTES

- 1 Les tolérances ci-dessus ne s'appliquent pas lorsque des limites minimales et/ou maximales de fonctionnement sont précisées dans cette norme.
- 2 Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais effectués à 50 Hz peuvent être acceptés pour un fonctionnement à 60 Hz et vice versa.

9.3.2.2.3 Tension de rétablissement

a) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

Pour tous les essais de pouvoir de coupure et de pouvoir de coupure en court-circuit, la valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être 1,05 fois la valeur de la tension assignée d'emploi.

NOTES

- 1 La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi est réputée compenser les effets des variations de la tension du réseau dans les conditions normales de service.
- 2 Ceci peut demander d'augmenter la tension appliquée mais la tolérance sur la valeur maximale de crête du courant établi présumé ne doit normalement pas être dépassée sans l'accord du constructeur.
- 3 La limite supérieure de la tension de rétablissement à fréquence industrielle peut être augmentée avec l'accord du constructeur (voir paragraphe 9.3.2.2.2).

b) Tension transitoire de rétablissement

Les tensions transitoires de rétablissement, lorsqu'elles sont mentionnées dans la présente norme, sont déterminées conformément à 9.3.3.5.3.

9.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

Le comportement du contacteur au cours des essais et son état après les essais doivent être spécifiés dans les dispositions d'essais de la présente norme.

9.3.2.2.2 Tolerances on test quantities

The test recorded in the test report shall be within the tolerances given in table 14, unless otherwise specified in the relevant subclauses. However, with the agreement of the manufacturer, the tests may be made under more severe conditions than those specified.

Table 14 - Tolerances on test quantities

All tests	Tests under no load, normal load and overload conditions	Tests under short-circuit conditions
– current: $\begin{matrix} +5 \% \\ 0 \end{matrix}$	– power factor : $\pm 0,05$	– power factor: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
– voltage $\begin{matrix} +5 \% \\ 0 \end{matrix}$ (including power frequency recovery voltage)	– frequency: $\pm 5 \%$	– frequency: $\pm 5 \%$

NOTES

- 1 Where maximum and/or minimum operating limits are stated in this standard, the above tolerances do not apply.
- 2 By agreement between manufacturer and user, tests made at 50 Hz may be accepted for operation at 60 Hz and vice-versa.

9.3.2.2.3 Recovery voltage

a) Power-frequency recovery voltage

For all breaking capacity and short-circuit breaking capacity tests, the value of the power-frequency recovery voltage shall be 1,05 times the value of the rated operational voltage.

NOTES

- 1 The value of 1,05 times the rated operational voltage for the power-frequency recovery voltage is deemed to cover the effects of the variations of the system voltage under normal service conditions.
- 2 This may require that the applied voltage be increased but the prospective peak-making current should not be exceeded without the consent of the manufacturer.
- 3 The upper limit of the power-frequency recovery voltage may be increased with the approval of the manufacturer (see 9.3.2.2.2).

b) Transient recovery voltage

Transient recovery voltages, where required in this standard, are determined according to 9.3.3.5.3.

9.3.2.3 Evaluation of test results

The behaviour of the contactor during the tests and its condition after the tests are specified in the relevant test clauses of this standard.

9.3.2.4 *Comptes rendus d'essais*

Le constructeur doit être prêt à communiquer les comptes rendus écrits des essais de type prouvant la conformité à la présente norme. Les détails des dispositions d'essai, tels que le type et la taille de l'enveloppe, s'il y a lieu, les dimensions des conducteurs, les distances des parties actives à l'enveloppe ou aux parties normalement reliées à la terre en service et la méthode utilisée pour actionner le mécanisme transmetteur, etc., doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

Les valeurs et paramètres d'essai doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

9.3.3 *Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge*

9.3.3.1 *Manoeuvre*

Il faut vérifier que la manoeuvre des contacteurs soit conforme aux prescriptions de 8.2.1.1.

9.3.3.2 *Limites de fonctionnement*

Les contacteurs doivent être essayés, pour vérifier leur fonctionnement, conformément aux prescriptions de 8.2.1.2.

9.3.3.3 *Echauffement*

9.3.3.3.1 *Température de l'air ambiante*

La température de l'air ambiant doit être enregistrée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux capteurs de température, par exemple thermomètres ou couples thermo-électriques, disposés régulièrement autour du contacteur à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du contacteur. Les capteurs de température doivent être protégés contre les courants d'air, les radiations de chaleur et les erreurs d'indication dues à des variations brusques de température.

Au cours des essais, la température de l'air ambiant doit être comprise entre +10 °C et +40 °C et ne doit pas varier de plus de 10 K.

9.3.3.3.2 *Mesure de la température des organes*

Pour les organes autres que les bobines, la température des différents organes doit être mesurée, au moyen de capteurs de température appropriés, aux points les plus susceptibles d'atteindre la température maximale; ces points doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

Les capteurs de température ne doivent pas influencer l'échauffement de façon notable.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre les capteurs de température et la surface de l'organe en essai.

Pour les bobines des électro-aimants, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit généralement être employée. L'emploi d'autres méthodes n'est admis que s'il est pratiquement impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

9.3.2.4 *Test reports*

Written reports on type tests proving compliance with this standard shall be made available by the manufacturer. The details of test arrangements such as type and size of the enclosure, if any, size of conductors, distance from the live parts to the enclosure or to parts normally earthed in service, method of operation of the actuating system, etc., shall be given in the test report.

Test values and parameters shall form part of the test report.

9.3.3 *Performance under no load, normal load and overload conditions*

9.3.3.1 *Operation*

It shall be verified that contactors operate according to the requirements of 8.2.1.1.

9.3.3.2 *Operating limits*

Contactors shall be tested to verify the performance according to the requirements given in 8.2.1.2.

9.3.3.3 *Temperature-rise*

9.3.3.3.1 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be recorded during the last quarter of the test period by at least two temperature sensing means, e.g. thermometers or thermocouples, equally distributed around the contactor at about half its height and at a distance of about 1 m from the contactor. The temperature sensing means shall be protected against air currents, heat radiation and indicating errors due to rapid temperature changes.

During the tests, the ambient air temperature shall be between +10 °C and +40 °C and not vary by more than 10 K.

9.3.3.3.2 *Measurement of the temperature of parts*

For parts other than coils, the temperature of the different parts shall be measured by suitable temperature sensing means at those points most likely to attain the maximum temperature; these points shall be stated in the test report.

The temperature sensing means shall not significantly affect the temperature-rise.

Good thermal conductivity between the temperature sensing means and the surface of the part under test shall be ensured.

For electromagnet coils, the method of measuring the temperature by variation of resistance shall generally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

La température des bobines avant le début de l'essai ne doit pas différer de plus de 3 K de celle du milieu environnant.

Pour les conducteurs en cuivre, la valeur de la température à chaud T_2 peut être déduite de celle de la température à froid T_1 au moyen de la formule suivante, en fonction du rapport de la résistance à chaud R_2 à la résistance à froid R_1 :

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

où:

T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi, mais ne dépassant pas 8 h. Un régime est supposé être établi lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure.

9.3.3.3.3 *Echauffement d'un organe*

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément à 9.3.3.3.2, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à 9.3.3.3.1.

9.3.3.3.4 *Echauffement du circuit principal*

Le contacteur doit être monté comme spécifié en 9.3.2.1 et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux venant de l'extérieur.

Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.4.

Tous les circuits auxiliaires parcourus normalement par du courant doivent être alimentés à la valeur maximale de leur courant assigné d'emploi (voir 5.6) et les circuits de commande doivent être alimentés à leur tension assignée.

Les contacteurs munis d'une enveloppe intégrée et les contacteurs destinés à fonctionner avec une enveloppe d'un type spécifié doivent être essayés dans leur enveloppe pour l'essai de courant thermique conventionnel. Il ne doit exister aucune ouverture donnant une ventilation n'existant pas en service.

Les contacteurs destinés à être utilisés avec plusieurs types d'enveloppes doivent être essayés, soit dans la plus petite enveloppe déclarée convenable par le constructeur, soit sans enveloppe. Si le contacteur est essayé sans enveloppe, le constructeur doit être en mesure de préciser une valeur de courant thermique conventionnel sous enveloppe (voir 5.3.2.2).

Pour les essais en courant polyphasé, le courant doit être équilibré dans chaque phase à $\pm 5\%$ et la moyenne de ces courants ne doit pas être inférieure au courant d'essai approprié.

Sauf spécification contraire de la présente norme, l'essai d'échauffement du circuit principal est effectué à l'un des deux courants thermiques conventionnels définis en 5.3.2.1 et 5.3.2.2 et peut être effectué sous toute tension convenable.

The temperature of the coils before beginning the test shall not differ from that of the surrounding medium by more than 3 K.

For copper conductors, the value of the hot temperature T_2 may be obtained from the value of the cold temperature T_1 as a function of the ratio of the hot resistance R_2 to the cold resistance R_1 by the following formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

where:

T_1 and T_2 are expressed in degrees Celsius.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature-rise to reach a steady-state value, but not exceeding 8 h. It is assumed that a steady-state is reached when the variation does not exceed 1 K per hour.

9.3.3.3.3 *Temperature-rise of a part*

The temperature-rise of a part is the difference between the temperature of that part measured in accordance with 9.3.3.3.2 and the ambient air temperature measured in accordance with 9.3.3.3.1.

9.3.3.3.4 *Temperature-rise of the main circuit*

The contactor shall be mounted as specified in 9.3.2.1 and shall be protected against abnormal external heating or cooling.

The main circuit shall be loaded as stated in 8.2.2.4.

All auxiliary circuits which normally carry current shall be loaded at their maximum rated operational current (see 5.6) and the control circuits shall be energized at their rated voltage.

Contactors having an integral enclosure and contactors only intended for use with a specified type of enclosure shall be tested in their enclosure for the conventional thermal current test. No opening giving false ventilation shall be allowed.

Contactors intended for use with more than one type of enclosure shall be tested either in the smallest enclosure stated by the manufacturer to be suitable or tested without an enclosure. If tested without an enclosure the manufacturer shall be prepared to state a value of conventional enclosed thermal current (see 5.3.2.2).

For tests with multiphase currents, the current shall be balanced in each phase within ± 5 %, and the average of these currents shall be not less than the appropriate test current.

Unless otherwise specified in this standard, the temperature-rise test of the main circuit is made at one or both of the conventional thermal currents, as defined in 5.3.2.1 and 5.3.2.2 and may be made at any convenient voltage.

Lorsque les échanges thermiques entre le circuit principal, le circuit de commande et les circuits auxiliaires peuvent être notables, les essais d'échauffement précisés en 9.3.3.3.4, 9.3.3.3.5, 9.3.3.3.6 et 9.3.3.3.7 doivent être effectués simultanément.

Dans le cas de contacteurs multipolaires, sous réserve de l'accord du constructeur, l'essai peut être effectué en courant monophasé, tous les pôles étant reliés en série.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs figurant aux tableaux 5 et 6.

Les dispositions suivantes doivent être utilisées pour les connexions d'essai:

- Les connexions doivent être des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au polychlorure de vinyle, dont les sections sont données au tableau 15.
- Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne à une autre borne, ou à la source ou à un point commun en montage étoile, doit être 1 m.

Tableau 15 - Conducteurs d'essai en cuivre

Domaine du courant d'essai ¹⁾		Taille du conducteur ^{2),3)}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4

¹⁾ La valeur du courant d'essai doit être supérieure à la première valeur figurant dans la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.
²⁾ Pour faciliter l'essai et avec l'accord du constructeur, on peut utiliser des conducteurs de section plus faible que celle indiquée pour un courant d'essai déterminé.
³⁾ Le tableau donne, en variante, les dimensions des conducteurs dans les systèmes métriques et AWG/MCM.

9.3.3.3.5 Echauffement des circuits de commande

L'échauffement des circuits de commande doit être mesuré au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4.

Les essais d'échauffement des circuits de commande doivent être effectués au courant spécifié et à la fréquence assignée. Les circuits de commande doivent être essayés à leur tension assignée.

When the heat exchange between the main circuit, the control circuit and the auxiliary circuits may be of significance, the temperature-rise tests stated in 9.3.3.3.4, 9.3.3.3.5, 9.3.3.3.6 and 9.3.3.3.7 shall be made simultaneously.

In the case of multipole contactors, the test may be carried out but, subject to the manufacturer's agreement, with single-phase current with all poles connected in series.

At the end of the test, the temperature-rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values given in tables 5 and 6.

The following test connection arrangements shall be used:

- a) The connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper conductors with cross-sections as given in table 15.
- b) The connections shall be in free air, and spaced at approximately the distance existing between the terminals.
- c) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection from a terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be 1 m.

Table 15 - Test copper conductors

Range of test current ¹⁾		Conductor size ^{2), 3)}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4

1) The value of the test current shall be greater than the first value in the first column and less than or equal to the second value in that column.

2) For convenience of testing and with the manufacturer's consent, smaller conductors than those given for a stated test current may be used.

3) The table gives alternative sizes for conductors in the metric and AWG/MCM systems.

9.3.3.3.5 Temperature-rise of control circuits

The temperature-rise of control circuits shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

The temperature-rise tests of control circuits shall be made with the specified current and at the rated frequency. Control circuits shall be tested at their rated voltage.

Les circuits prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.2.5.

9.3.3.3.6 *Echauffement des bobines des électro-aimants*

Les bobines et les électro-aimants doivent être essayés dans les conditions prévues en 8.2.2.6.

Ils doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint, aussi bien dans le circuit principal que dans la bobine de l'électro-aimant.

Les bobines et les électro-aimants des contacteurs doivent être essayés comme suit:

- a) Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service de 8 h ne doivent être soumis qu'à l'essai prescrit en 8.2.2.6.1, le circuit principal étant parcouru par le courant assigné correspondant pendant toute la durée de l'essai. L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4.
- b) Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service intermittent doivent être soumis à l'essai indiqué ci-dessus, ainsi qu'à l'essai prescrit pour leur classe de service en 8.2.2.6.2, en l'absence de courant dans le circuit principal.
- c) Les enroulements spéciaux (pour services temporaire et périodique) doivent être essayés comme indiqué en 8.2.2.6.3, le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.2.6.

9.3.3.3.7 *Echauffement des circuits auxiliaires*

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires doivent être effectués au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4. dans les mêmes conditions que celles prévues en 9.3.3.3.5, mais peuvent être effectués sous toute tension convenable.

A la fin de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas excéder les valeurs spécifiées en 8.2.2.7.

9.3.3.4 *Propriétés diélectriques*

L'essai doit être effectué:

- a) conformément au paragraphe 9.3.3.4.1 si le constructeur a déclaré une valeur de tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} (voir 5.3.1.3);
- b) conformément au paragraphe 9.3.3.4.2, si aucune valeur de U_{imp} n'a été déclarée.

Dans ce cas, les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être vérifiées par mesurage (voir annexe E).

Circuits intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts of the control circuits shall not exceed the values specified in 8.2.2.5.

9.3.3.3.6 *Temperature-rise of coils of electromagnets*

Coils and electromagnets shall be tested according to the conditions given in 8.2.2.6.

They shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the coil of the electromagnet.

Coils and electromagnets of contactors shall be tested as follows:

- a) Electromagnets of contactors intended for a duty period of 8 h (continuous duty) shall be subjected only to the test prescribed in 8.2.2.6.1, with the corresponding rated current flowing through the main circuit for the duration of the test. The temperature-rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.
- b) Electromagnets of contactors intended for intermittent duty shall be subjected to the test as stated above, and also to the test prescribed in 8.2.2.6.2 dealing with their duty class, with no current flowing through the main circuit.
- c) Specially rated (short-time and periodic duty) windings shall be tested as stated in 8.2.2.6.3 without current in the main circuit.

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts shall not exceed the values specified in 8.2.2.6.

9.3.3.3.7 *Temperature-rise of auxiliary circuits*

The temperature-rise tests of auxiliary circuits shall be made during the test of 9.3.3.3.4 under the same conditions as those specified in 9.3.3.3.5, but may be carried out at any convenient voltage.

At the end of these tests the temperature-rise of the auxiliary circuits shall not exceed the values specified in 8.2.2.7.

9.3.3.4 *Dielectric properties*

The test shall be made:

- a) in accordance with 9.3.3.4.1 if the manufacturer has declared a value of the rated impulse withstand U_{imp} (see 5.3.1.3);
- b) in accordance with 9.3.3.4.2 if no value of U_{imp} has been declared.

In this case clearances and creepage distances shall be verified by measurement (see annex E).

9.3.3.4.1 Essai des propriétés diélectriques à la tension de choc

1) Conditions générales

Le contacteur à essayer doit satisfaire aux prescriptions générales du paragraphe 9.3.2.1. En outre, s'il est prévu pour être utilisé sans enveloppe, il doit être monté sur une embase métallique et toutes les masses reliées à la terre en service normal (bâti, etc.) doivent être reliées à cette embase métallique.

Tout organe de commande en matériau isolant et toute enveloppe intégrée non métallique d'un contacteur destiné à être utilisé sans enveloppe supplémentaire doivent être revêtus d'une feuille métallique reliée au bâti ou à l'embase métallique. La feuille doit être appliquée sur toutes les surfaces là où celles-ci peuvent être touchées par le doigt d'épreuve normalisé (voir figure 10).

2) Vérification des tensions de tenue aux chocs (distances d'isolement et isolation solide associée)

Le matériel doit satisfaire aux prescriptions de 8.2.3.1 et 8.2.3.2.

La vérification des distances d'isolement et de l'isolation solide associée est effectuée par un essai à la tension assignée de tenue aux chocs (voir tableau 16).

Les distances d'isolement égales ou supérieures aux valeurs du cas A du tableau 17 peuvent être vérifiées par un mesurage suivant la méthode décrite en annexe E.

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive non provoquée au cours des essais.

NOTES

1 Il faut faire exception d'une décharge disruptive provoquée intentionnellement, par exemple par les dispositifs de suppression des surtensions transitoires.

2 Le terme «décharge disruptive» s'applique aux phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous une contrainte électrique durant lesquels la décharge court-circuite complètement l'isolation en essai, réduisant la tension appliquée entre les électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

3 Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

4 Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive apparaît le long de la surface d'un diélectrique immergé dans un milieu gazeux ou liquide.

5 Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

6 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte permanente de la rigidité diélectrique de l'objet; dans un diélectrique liquide ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée.

3) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle spécifiée en 8.2.3.1 et 8.2.3.2.

L'énergie du courant d'essai ne doit pas être supérieure à la valeur d'énergie assignée aux dispositifs de suppression des surtensions.

NOTE - Les caractéristiques assignées des dispositifs de suppression doivent convenir à l'utilisation envisagée. Ces caractéristiques assignées sont à l'étude.

La tension de choc de 1,2/50 μ s doit être appliquée trois fois pour chaque polarité à des intervalles d'au moins 1 s.

9.3.3.4.1 *Test of dielectric properties with impulse voltage*

1) *General conditions*

The contactor to be tested shall comply with the general requirements of 9.3.2.1. Moreover, if it is to be used without an enclosure, it shall be mounted on a metal plate and all exposed conductive parts (frame, etc.) which are earthed in normal service shall be connected to the metal plate.

Any actuator of insulating material and any integral non-metallic enclosure of contactors intended to be used without additional enclosure shall be covered by a metal foil and connected to the frame or the mounting plate. The foil shall be applied to all surfaces where these can be touched with the standard test finger (see figure 10).

2) *Verification of impulse withstand voltages (clearances and associated solid insulation)*

Contactors shall comply with the requirements stated in 8.2.3.1 and 8.2.3.2.

The verification of clearances and associated solid insulation is made by a test at the rated impulse withstand voltage (see table 16).

Clearances equal to or larger than the values of case A of table 17 may be verified by measurement, according to the method described in annex E.

There shall be no unintentional disruptive discharge during the tests.

NOTES

- 1 An exception is an intentional disruptive discharge, e.g. by transient overvoltage suppressing means.
- 2 The term "disruptive discharge" relates to phenomena associated with the failure of insulation under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly zero.
- 3 The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.
- 4 The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a dielectric in a gaseous or liquid medium.
- 5 The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.
- 6 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength; in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary.

3) *Test voltage*

The test voltage shall be that specified in 8.2.3.1 and 8.2.3.2.

The energy content of the test voltage shall not exceed the energy rating of the over-voltage suppressing means, if any.

NOTE - The rating of the suppressing means should be suitable for the application. Such ratings are under consideration.

The 1,2/50 μ s impulse voltage shall be applied three times for each polarity at intervals of 1 s minimum.

Tableau 16 - Tensions d'essai de choc et altitudes correspondantes

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	$U_{1,2/50}$ choc kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4
6	7,4	7,2	7	6,7	6
8	9,8	9,6	9,3	9	8
12	14,8	14,5	14	13,3	12

4) Application de la tension d'essai

Le contacteur étant monté et préparé comme spécifié au point 1) ci-dessus, la tension d'essai est appliquée comme suit:

a) entre tous les pôles du circuit principal reliés entre eux (y compris les circuits de commande et auxiliaires reliés au circuit principal) et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;

b) entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles reliés entre eux et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;

c) entre chaque circuit de commande et chaque circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal et:

- le circuit principal,
- les autres circuits,
- les masses,
- l'enveloppe ou l'embase de montage,

qui, dans les cas appropriés, peuvent être reliés entre eux.

Table 16 - Impulse test voltages and corresponding altitudes

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	$U_{1,2/50}$ impulse kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4
6	7,4	7,2	7	6,7	6
8	9,8	9,6	9,3	9	8
12	14,8	14,5	14	13,3	12

4) Application of the test voltage

With the contactor mounted and prepared as specified in item 1) above, the test voltage is applied as follows:

a) between all the terminals of the main circuit connected together (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;

b) between each pole of the main circuit and the other poles connected together and to the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;

c) between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit and:

- the main circuit,
- the other circuits,
- the exposed conductive parts,
- the enclosure or mounting plate,

which, wherever appropriate, may be connected together.

Tableau 17 - Distances minimales d'isolement dans l'air

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Distances d'isolement minimales mm							
	Cas A Conditions de champ non homogène (voir 3.5.32)				Cas B Champ homogène conditions idéales (voir 3.5.31)			
	Degré de pollution				Degré de pollution			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE - Les valeurs des distances minimales d'isolement sont basées sur des tensions de choc de 1,2/50 μ s à une pression barométrique de 80 kPa, équivalant à la pression atmosphérique normale à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer.

5) Vérification des lignes de fuite

Les lignes de fuite les plus courtes entre phases, conducteurs de circuits à des tensions différentes et masses doivent être mesurées. La ligne de fuite mesurée doit satisfaire aux prescriptions décrites en 8.2.3.2.4 pour le groupe de matériau et le degré de pollution correspondants.

6) Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

Ces essais sont destinés à vérifier le maintien de la conformité des distances d'isolement sur le plan de la conception et ne s'appliquent qu'aux matériels ayant des distances d'isolement plus petites que celles du tableau 17, cas A. La tension d'essai doit être celle qui correspond à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les plans et les règles d'échantillonnage sont à l'étude.

La tension d'essai doit être appliquée comme précisé au point 4) sauf qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer la feuille métallique sur l'organe de commande ou l'enveloppe.

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours de ces essais.

Table 17 - Minimum clearances in air

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Minimum clearances mm							
	Case A Inhomogeneous-field conditions (see 3.5.32)				Case B Homogeneous-field ideal conditions (see 3.5.31)			
	Pollution degree				Pollution degree			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

NOTE - The values of minimum clearances in air are based on 1,2/50 μ s impulse voltages, for barometric pressure of 80 kPa equivalent to normal atmospheric pressure at 2 000 m above sea level.

5) Verification of creepage distances

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages and live and exposed conductive parts shall be measured. The measured creepage distance with respect to the material group and pollution degree shall comply with the requirements of 8.2.3.2.4.

6) Sampling tests for verification of clearances

These tests are intended to verify the upkeep of design conformity regarding clearances and are only applicable to equipment with clearances smaller than those corresponding to table 17, case A. The test voltage shall be that corresponding to the rated impulse withstand voltage.

Sampling plans and procedure are under consideration.

The application of the test voltage shall be as given in item 4) except that the metal foil need not be applied to the actuator or the enclosure.

There shall be no disruptive discharge during the tests.

Tableau 18 - Lignes de fuite minimales

Tension assignée d'isolement ou tension locale en valeur efficace ou courant continu V ⁵⁾	Lignes de fuite pour les matériels sujets à des contraintes de longue durée mm														
	Degré de pollution			Degré de pollution				Degré de pollution				Degré de pollution			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	Groupe de matériau			Groupe de matériau				Groupe de matériau				Groupe de matériau			
	2)	3)	2)	I ¹⁾	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3	3	3	3
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2	2,5	3,2	3,2	3,2	3,2
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2	2,1	2,6	3,4	3,4	3,4	3,4
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6	3,6	3,6	3,6
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2	2,4	3,0	3,8	3,8	3,8	3,8
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4	4	4	4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5	3,2	4	5	5	5	5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2	4	5	6,3	6,3	6,3	6,3
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	5	6,3	8	8	8	8
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	6,3	8	10	10	10	10
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3	8	10	12,5	12,5	12,5	12,5
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8,0	10	12,5	16	16	16	16
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	12,5	16	20	20	20	20

4)

1) Groupe de matériau I ou groupes de matériaux II, IIIa, IIIb où les risques de cheminement sont réduits par suite des conditions du paragraphe 10.8 de la CEI 664-A.

2) Groupes de matériaux I, II, IIIa, IIIb.

3) Groupes de matériaux I, II, IIIa.

4) Les valeurs des lignes de fuite n'ont pas été déterminées pour cette zone. Il n'est généralement pas recommandé d'utiliser le groupe de matériau IIIb pour le degré de pollution 4.

5) On peut utiliser, pour les tensions 127, 208, 415 et 440 V, les valeurs de lignes de fuite correspondant respectivement à 125, 200, 400 V.

6) Les valeurs indiquées dans ces deux colonnes s'appliquent aux lignes de fuite des matériaux pour circuits imprimés.

NOTES

1 Il est à noter que le cheminement ou l'érosion n'apparaît pas sur une isolation soumise à des tensions locales inférieures ou égales à 32 V. Cependant, on doit prendre en considération la possibilité de corrosion électrolytique et pour cette raison les lignes de fuite minimales ont été spécifiées.

2 Les valeurs de la tension sont choisies conformément à la série R10.

9.3.3.4.2 Essai des propriétés diélectriques à fréquence industrielle

1) Etat du contacteur pour les essais

Les essais diélectriques doivent être faits sur des contacteurs à l'état propre et sec montés comme dans les conditions de service, avec leur câblage interne.

Table 18 - Minimum creepage distances

Rated insulation voltage of equipment or working voltage a.c., r.m.s. or d.c. V ⁵⁾	Creepage distances for equipment subject to long-term stress mm														
	Pollution degree			Pollution degree				Pollution degree				Pollution degree			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	Material group			Material group				Material group				Material group			
	2)	3)	2)	I ¹⁾	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3	3	3	3
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2	2,5	3,2	3,2	3,2	3,2
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2	2,1	2,6	3,4	3,4	3,4	3,4
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6	3,6	3,6	3,6
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2	2,4	3,0	3,8	3,8	3,8	3,8
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4	4	4	4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5	3,2	4	5	5	5	5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2	4	5	6,3	6,3	6,3	6,3
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	5	6,3	8	8	8	8
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	6,3	8	10	10	10	10
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3	8	10	12,5	12,5	12,5	12,5
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8,0	10	12,5	16	16	16	16
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	12,5	16	20	20	20	20

4)

1) Material group I or material groups II, IIIa, IIIb where likelihood to track is reduced due to the conditions of 10.8 of IEC 664-A.

2) Material groups I, II, IIIa, IIIb.

3) Material groups I, II, IIIa.

4) Values of creepage distances in this area have not been established. Material group IIIb is in general not recommended for application in pollution degree 4.

5) As an exception, for rated insulation voltages 127, 208, 415 and 440 V, creepage distances corresponding to the lower values 125, 200, 400 V respectively may be used.

6) The values given in these two columns apply to creepage distances of printed wiring materials.

NOTES

1 It is appreciated that tracking or erosion will not occur on insulation subjected to working voltages of 32 V and below. However, the possibility of electrolytic corrosion has to be considered and for this reason minimum creepage distances have been specified.

2 Voltage values are selected in accordance with the R10 series.

9.3.3.4.2 Test of dielectric properties with power frequency test voltage

1) Condition of the contactor for tests

Dielectric tests shall be made on clean, dry contactors mounted as for service, including internal wiring.

Dans le cas où le socle du contacteur est en matière isolante, des pièces métalliques doivent être placées à tous les points de fixation suivant les conditions normales d'installation du contacteur, et ces pièces sont considérées comme faisant partie du bâti du contacteur. Lorsque le contacteur est placé dans une enveloppe isolante, celle-ci doit être recouverte extérieurement d'une feuille métallique reliée au bâti.

Lorsque la rigidité diélectrique du contacteur dépend d'un enrubannage des conducteurs ou de l'emploi d'une isolation spéciale, cet enrubannage ou cette isolation spéciale doivent être également utilisés au cours des essais.

2) Application de la tension d'essai

Si les circuits d'un contacteur contiennent des appareils tels que moteurs, instruments, interrupteurs à déclenchement brusque et des appareils statiques qui, conformément à leurs spécifications, ont été soumis à des tensions d'essai diélectriques inférieures à celles spécifiées au point 3) ci-après, ces appareils peuvent, au gré du constructeur, être débranchés avant de faire subir l'essai prescrit au contacteur.

a) Circuit principal

Pour ces essais, tout circuit de commande et tout circuit auxiliaire qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

1) Les contacts principaux étant fermés:

- entre toutes les parties actives de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du contacteur;
- entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du contacteur.

2) Les contacts principaux étant ouverts:

- entre toutes les parties actives de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du contacteur;
- entre les bornes d'un côté, réunies entre elles, et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

b) Circuit de commande et circuits auxiliaires

Pour ces essais, le circuit principal doit être raccordé au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- 1) entre l'ensemble des circuits de commande et des circuits auxiliaires qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal réunis entre eux, et le bâti du contacteur;
- 2) s'il y a lieu, entre chacune des parties des circuits de commande et des circuits auxiliaires pouvant se trouver isolées des autres en service normal et l'ensemble des autres parties réunies entre elles.

3) Valeur de la tension d'essai

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale; sa fréquence doit être comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

La source de la tension d'essai doit être capable de fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A pour le réglage correspondant à la tension d'essai mesurée à vide, côté essai. Le dispositif de déclenchement, s'il existe, ne doit pas déclencher à moins de 0,1 A.

La valeur de la tension d'essai d'une minute à sec doit être la suivante:

- a) Pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe b) ci-après, conforme au tableau 19.

When the base of the contactor is of insulating material, metallic parts shall be placed at all the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the contactor and these parts shall be considered as part of the frame of the contactor. When the contactor is in an insulating enclosure, the latter shall be covered externally by a metal foil connected to the frame.

When the dielectric strength of the contactor is dependent upon the taping of leads or the use of special insulation, such taping or special insulation shall also be used during the tests.

2) *Application of the test voltage*

When the circuits of a contactor include devices such as motors, instruments, snap switches and solid state devices which, according to their relevant specifications, have been subjected to dielectric test voltages lower than those specified in item 3) hereafter, such devices may, at the discretion of the manufacturer, be disconnected before subjecting the contactor to the required test.

a) *Main circuit*

For these tests, any control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

1) *With the main contacts closed:*

- between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor;
- between each pole and all the other poles connected to the frame of the contactor.

2) *With the main contacts open:*

- between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor;
- between the terminals of one side connected together, and the terminals of the other side connected together.

b) *Control and auxiliary circuits*

For these tests, the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- 1) between all the control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit, connected together, and the frame of the contactor;

- 2) where appropriate, between each part of the control and auxiliary circuits which may be isolated from the other parts during normal operation and all the other parts connected together.

3) *Value of the test voltage*

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The source of the test voltage shall be capable of supplying a short-circuit current of at least 0,2 A, when adjusted according to the test voltage measured off load on the test side. The tripping device, if any, shall not trip at less than 0,1 A.

The value of the dry one-minute test voltage shall be as follows:

- a) for the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by paragraph b) below: in accordance with table 19.

Tableau 19 - Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500

b) Pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés au circuit principal:

- lorsque la tension assignée d'isolement U_i n'excède pas 60 V: 1 000 V.
- lorsque la tension assignée d'isolement U_i est supérieure à 60 V: $2 U_i + 1 000$ V avec un minimum de 1 500 V.

c) Pour les contacteurs destinés à être utilisés en circuits TBTS, la tension d'essai entre les parties actives des circuits de très basse tension de sécurité et tout autre circuit doit être au moins 4 000 V.

4) Résultats à obtenir

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas de décharge disruptive (voir note en 9.3.3.4.1, point 2).

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

9.3.3.5.1 Conditions générales pour les essais

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués suivant les conditions générales d'essai définies en 9.3.2.1.

Les contacteurs tétrapolaires doivent être essayés comme les contacteurs tripolaires, le pôle inutilisé qui, dans le cas des contacteurs pourvus d'un pôle neutre, est le pôle neutre, étant relié au bâti. Un essai sur trois pôles adjacents est suffisant.

Les essais doivent être effectués sans défaillance dans les conditions de fonctionnement indiquées au tableau 8 (voir 9.3.3.5.5 b)).

La tension d'alimentation de commande doit être 110 % de U_s pour la moitié du nombre de cycles de manoeuvres et 85 % de U_s pour l'autre moitié.

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand le contacteur est en service. En cas de nécessité ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et auxiliaires et, en particulier la bobine du contacteur, peuvent être alimentés par une source indépendante. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles spécifiées pour les conditions d'utilisation.

Table 19 - Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage

Rated insulation voltage U_i V	Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500

b) for control circuits and auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for connection to the main circuit:

- where the rated insulation voltage U_i does not exceed 60 V: 1 000 V.
- where the rated insulation voltage U_i exceeds 60 V: $2 U_i + 1 000$ V with a minimum of 1 500 V.

c) for contactors to be used in SELV circuits the test voltage between live parts of safety extra-low voltage circuits and any other circuit shall be at least 4 000 V.

4) Results to be obtained

The test is considered to have been passed if there is no disruptive discharge (see note of 9.3.3.4.1, item 2).

9.3.3.5 Making and breaking capacities

9.3.3.5.1 General test conditions

Tests for verification of making and breaking capacities shall be made according to the general test conditions stated in 9.3.2.1.

Four-pole contactors shall be tested as three-pole contactors with the unused pole, which in the case of contactors provided with a neutral pole is the neutral pole, connected to the frame. One test on three adjacent poles is sufficient.

The tests shall be made under the operating conditions stated in table 8 without failure (see 9.3.3.5.5 b)).

The control supply voltage shall be 110 % U_s for half the number of operating cycles and 85 % U_s for the other half.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor is in service. If necessary, or for convenience, the control and auxiliary circuits, and in particular the magnet coil of the contactor, may be supplied by an independent source. Such a source shall deliver the same kind of current and the same voltage as specified for service conditions.

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

a) Les figures 11, 12, 13 et 14 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais concernant:

- un contacteur unipolaire en courant monophasé (figure 11);
- un contacteur bipolaire en courant monophasé (figure 12);
- un contacteur tripolaire ou trois contacteurs unipolaires en courant triphasé (figure 13);
- un contacteur tétrapolaire en courant triphasé sur un circuit à quatre conducteurs (figure 14).

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

b) Le courant présumé aux bornes amont du matériel doit être au moins égal à 10 fois le courant d'essai.

c) Le circuit d'essai comprend la source d'alimentation, le contacteur en essai D et le circuit de charge.

d) Le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série avec des réactances sans fer. Les réactances sans fer dans chaque phase doivent être shuntées par des résistances absorbant environ 0,6 % du courant traversant la réactance.

Toutefois, lorsqu'une tension transitoire de rétablissement est spécifiée, des résistances et des condensateurs doivent être mis en parallèle sur la charge, au lieu des résistances shunt 0,6 %, la figure 16 représentant le circuit de charge complet.

e) Les charges doivent être réglées de façon à obtenir, à la tension spécifiée:

- les valeurs du courant, du facteur de puissance et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiées au tableau 8;
- lorsqu'elles sont spécifiées, la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement et la valeur du facteur γ .

Le facteur γ est le rapport de la valeur U_1 de la crête maximale de la tension transitoire de rétablissement à la valeur instantanée U_2 , à l'instant du zéro de courant, de la composante de la tension de rétablissement à la fréquence utilisée (voir figure 15).

f) Le circuit d'essai doit être mis à la terre en un point et un seul; le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.

g) Toutes les parties du matériel normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées comme indiqué dans les figures 11, 12, 13 ou 14.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf dans les cas indiqués dans les notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

9.3.3.5.2 Test circuit

a) Figures 11, 12, 13 and 14 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- single-pole contactors on single-phase a.c. (figure 11);
- two-pole contactors on single-phase a.c. (figure 12);
- three-pole contactors or three single-phase contactors on three-phase a.c. (figure 13);
- four-pole contactors on three-phase four wire a.c. (figure 14).

A detailed diagram of the circuit used for the test shall be given in the test report.

b) The prospective current at the supply terminals of the contactor shall be not less than 10 times the test current.

c) The test circuit comprises the supply source, the contactor D under test and the load circuit.

d) The load circuit shall consist of resistors and air-cored reactors in series. Air-cored reactors in any phase shall be shunted by resistors taking approximately 0,6 % of the current through the reactor.

However, where a transient recovery voltage is specified, instead of the 0,6 % shunt resistors, parallel resistors and capacitors shall be included across the load, the complete load circuit being as shown in figure 16.

e) The loads shall be adjusted to obtain, at the specified voltage:

- the value of current, power-factor and power frequency recovery voltage specified in table 8;
- when specified, the oscillatory frequency of the transient recovery voltage and the value of the factor γ .

The factor γ is the ratio of the value U_1 of the highest peak of the transient recovery voltage to the instantaneous value U_2 , at the instant of current zero, of the component of the recovery voltage at power frequency (see figure 15).

f) The test circuit shall be earthed at one point and the position of this point shall be stated in the test report.

g) All parts of the contactor normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected as indicated in figures 11, 12, 13 or 14.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0,8 mm in diameter and at least 50 mm long, or an equivalent fusible element, for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible-element circuit shall be $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, except as stated in notes 2 and 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

NOTES

- 1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fondra à 1 500 A en une demi-période environ à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz.
- 2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.
- 3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être accepté, sous réserve de l'accord du constructeur, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.
- 4 Il est recommandé que la relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre soit conforme au tableau ci-dessous:

Diamètre du fil de cuivre	Courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Les prescriptions suivantes sont applicables aux contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b.

Pour simuler les conditions dans les circuits comprenant des charges constituées par des moteurs (charges inductives), la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement doit être réglée à la valeur:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

où:

f est la fréquence d'oscillation, en kilohertz

I_c est le courant coupé, en ampères

U_e est la tension assignée d'emploi du matériel, en volts

Le facteur γ doit être réglé à la valeur:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05.$$

On peut obtenir la valeur de la réactance nécessaire à l'essai en montant plusieurs réactances en parallèle, à condition que la tension transitoire de rétablissement puisse encore être considérée comme n'ayant qu'une fréquence d'oscillation. Ceci est généralement le cas lorsque les réactances ont à peu près la même constante de temps.

Les connexions entre les bornes aval du contacteur et les bornes du circuit de charge une fois réglé doivent être aussi courtes que possible. Il convient d'effectuer le réglage avec ces connexions en place.

NOTES

- 1 A copper wire of 0,8 mm in diameter will melt at 1 500 A in approximately half a cycle at a frequency between 45 Hz to 67 Hz.
- 2 The prospective fault current may be less than 1 500 A, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.
- 3 In the case of a supply having an artificial neutral, a lower prospective fault current may be accepted, subject to the agreement of the manufacturer, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.
- 4 The relationship between the prospective fault current in the fusible element circuit and the diameter of the copper wire should be in accordance with the table below:

Diameter of copper wire	Prospective fault current in the fusible element circuit
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.3.5.3 *Characteristics of transient recovery voltage*

The following requirements apply to contactors of utilization category AC-7b.

To simulate the conditions in circuits including individual motor loads (inductive loads), the oscillatory frequency of the load circuit shall be adjusted to the value:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

where:

f is the oscillatory frequency, in kilohertz

I_c is the breaking current, in amperes

U_e is the rated operational voltage of the equipment, in volts

The factor γ shall be adjusted to the value:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05.$$

The value of reactance necessary for the test may be obtained by coupling several reactors in parallel on condition that the transient recovery voltage can still be considered as having only one oscillatory frequency. This is generally the case when the reactors have practically the same time-constant.

The load terminals of the contactor shall be connected as closely as possible to the terminals of the adjusted load circuit. The adjustment should be made with these connections in place.

Le réglage de la tension transitoire de rétablissement doit être effectué sur l'ensemble du circuit de charge et, en particulier, le point de mise à la terre ne doit pas être déplacé entre le réglage et l'essai.

Une procédure de réglage du circuit de charge est donnée à l'annexe C.

9.3.3.5.4 *Surtensions de manoeuvre*

La vérification des surtensions de manoeuvre doit être effectuée au cours des essais de pouvoirs de fermeture et de coupure.

Les surtensions de manoeuvre doivent être vérifiées côté charge et entre phases pour les contacteurs multipolaires et aux bornes de la charge pour les contacteurs unipolaires.

Les modalités d'essai sont à l'étude.

9.3.3.5.5 *Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure*

a) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des contacteurs

Un contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manoeuvres indiqué au tableau 8.

b) Comportement et état du contacteur pendant et après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure

Au cours des essais effectués dans les limites des pouvoirs de coupure et de fermeture spécifiés en 9.3.3.5 et pendant la vérification du fonctionnement en service spécifiée en 9.3.3.6.1, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.3.5.2), ni soudure des contacts.

Après les essais, les propriétés diélectriques du contacteur doivent être vérifiées par un essai diélectrique avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi U_g avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant une minute comme spécifié en 9.3.3.4.2, 2) point a)1).

Les contacts doivent fonctionner lorsque le contacteur est manoeuvré par le mode de commande convenable.

9.3.3.6 *Aptitude au fonctionnement en service*

Les essais relatifs à la vérification du fonctionnement conventionnel en service sont destinés à vérifier qu'un contacteur est capable de répondre aux prescriptions du tableau 9.

Les connexions du circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le contacteur est en service.

Le circuit d'essai mentionné en 9.3.3.5.2 est applicable et la charge est à accorder conformément à 9.3.3.5.3.

La tension de commande doit être 100 % de la tension assignée d'alimentation de commande.

Adjustment of the transient recovery voltage shall be made on the whole load circuit and, in particular, the earth point shall not be moved between the adjustment and the test.

A procedure for adjusting the load circuit is given in annex C.

9.3.3.5.4 *Switching overvoltages*

The verification of switching overvoltages shall be made during the tests of making and breaking capacities.

The switching overvoltages shall be verified on the load side between phases for multipole and across the load for single pole devices.

The test procedure is under consideration.

9.3.3.5.5 *Rated making and breaking capacities*

a) Rated making and breaking capacities of contactors

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in table 8.

b) Behaviour of the contactor during and condition after the making and breaking capacity tests

During the tests within the limits of the specified making and breaking capacities of 9.3.3.5 and the verification of conventional operational performance of 9.3.3.6.1, there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fusible element in the earth circuit (see 9.3.3.5.2) and no welding of the contacts.

After the tests, the dielectric properties of the contactor shall be verified by a dielectric test using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e with a minimum of 1 000 V. The test voltage shall be applied for one minute as specified in 9.3.3.4.2.2) item a)1).

The contacts shall operate when the contactor is switched by the applicable method of control.

9.3.3.6 *Operational performance capability*

Tests concerning the verification of conventional operational performance are intended to verify that a contactor is capable of fulfilling the requirements given in table 9.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor is in service.

The test circuit given in 9.3.3.5.2 is applicable and the load is to be tuned according to 9.3.3.5.3.

The control voltage shall be 100 % of the rated control supply voltage.

9.3.3.6.1 *Fonctionnement conventionnel en service des contacteurs*

Le contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manoeuvres indiqué au tableau 9.

9.3.3.6.2 *Comportement des contacteurs pendant et après les essais de fonctionnement conventionnel en service*

Il convient de satisfaire aux prescriptions de 9.3.3.5.5, point b), et les propriétés diélectriques du contacteur doivent être vérifiées par un essai diélectrique avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi U_g avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min comme spécifié en 9.3.3.4.2, 2), point a)1).

9.3.4 *Fonctionnement en condition de court-circuit*

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour vérifier la conformité aux prescriptions données en 8.2.5. Les prescriptions particulières concernant les modalités d'essai, les séquences de manoeuvres et d'essais, l'état du contacteur après les essais, sont données en 9.3.4.1 et 9.3.4.2.

9.3.4.1 *Conditions générales pour les essais de court-circuit*

9.3.4.1.1 *Prescriptions générales pour les essais de court-circuit*

Les prescriptions générales de 9.3.2.1 sont applicables. Le contacteur doit être manoeuvré dans les conditions spécifiées en 8.2.1. On doit vérifier que le contacteur fonctionne correctement à vide lorsqu'il est manoeuvré dans les conditions ci-dessus.

9.3.4.1.2 *Circuit d'essai*

a) Les figures 17, 18, 19 et 20 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais:

- d'un contacteur unipolaire en courant monophasé (figure 17);
- d'un contacteur bipolaire en courant monophasé (figure 18);
- d'un contacteur tripolaire en courant triphasé (figure 19);
- d'un contacteur tétrapolaire en courant triphasé dans un circuit à quatre conducteurs (figure 20).

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

b) La source S alimente un circuit comprenant des résistances R_1 , des réactances X et le contacteur en essai D.

Elle doit, dans tous les cas, avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées par le constructeur.

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances X doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances R_1 et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série de réactances élémentaires; le couplage en parallèle de réactances est admis lorsque ces réactances ont pratiquement la même constante de temps.

9.3.3.6.1 *Conventional operational performance of contactors*

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in table 9.

9.3.3.6.2 *Behaviour of the contactor during and condition after the conventional operational performance tests*

The requirement of 9.3.3.5.5, item b), should be fulfilled and the dielectric properties of the contactor shall be verified by a dielectric test using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e with a minimum of 1 000 V. The test voltage shall be applied for 1 min as specified in 9.3.3.4.2, item a)1).

9.3.4 *Performance under short-circuit conditions*

This subclause specifies test conditions for verification of compliance with the requirements of 8.2.5. Specific requirements regarding test procedure, test sequence, condition of contactor after the test are given in 9.3.4.1 and 9.3.4.2.

9.3.4.1 *General conditions for short-circuit tests*

9.3.4.1.1 *General requirements for short-circuit tests*

The general requirements of 9.3.2.1 apply. The contactor shall be operated under the conditions specified in 8.2.1. It shall be verified that the contactor operates correctly on no-load when it is operated under the above conditions.

9.3.4.1.2 *Test circuit*

a) Figures 17, 18, 19 and 20 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- single-pole contactors on single-phase a.c. (figure 17);
- two-pole contactors on single-phase a.c. (figure 18);
- three-pole contactors on three-phase a.c. (figure 19);
- four-pole contactors on three-phase four wire a.c. (figure 20).

A detailed diagram of the circuit used for the test shall be given in the test report.

b) The supply S feeds a circuit including resistors R_1 , reactors X and the contactor D under test.

In all cases the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given by the manufacturer.

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors X shall be air-cored. They shall be connected in series with the resistors R_1 , and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant des réactances sans fer de valeur élevée ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la réactance sans fer dans chaque phase doit être shuntée par une résistance absorbant environ 0,6 % du courant traversant la réactance, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

c) Dans chacun des circuits d'essai (figures 17, 18, 19 et 20), les résistances et les réactances sont placées entre la source d'alimentation S et le contacteur en essai D. Les positions de l'appareil de fermeture A et des dispositifs d'enregistrement des courants (I_1 , I_2 , I_3) peuvent être différentes. Le raccordement du contacteur en essai au circuit d'essai doit être précisé dans le compte rendu d'essai.

Lorsque les essais sont effectués avec un courant inférieur à sa valeur assignée, les impédances supplémentaires prescrites doivent normalement être insérées en aval du contacteur, entre celui-ci et le court-circuit; elles peuvent cependant être insérées en amont; dans ce cas, le compte rendu d'essai doit le mentionner.

Sauf accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur dont les détails doivent figurer dans le compte rendu d'essai, le schéma du circuit d'essai doit être conforme aux figures.

Il ne doit y avoir qu'un point et un seul du circuit d'essai raccordé à la terre; ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable, mais la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

d) Toutes les parties du contacteur normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées à un point comme indiqué aux figures 17, 18, 19 et 20.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf dans les cas indiqués dans les notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

NOTES

1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fondra à 1 500 A en une demi-période environ à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz.

2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.

3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être accepté, sous réserve de l'accord du constructeur, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la note 1.

4 Il est recommandé que la relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre soit conforme au tableau ci-dessous:

Diamètre du fil de cuivre	Courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

Since the transient recovery voltage characteristics of the test circuits including large air-cored reactors are not representative of usual service conditions, the air-cored reactor in each phase shall be shunted by a resistor taking approximately 0,6 % of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

c) In each test circuit (figures 17, 18, 19 and 20), the resistors are inserted between the supply source S and the contactor D under test. The positions of the closing device A and the current sensing devices (I_1 , I_2 , I_3) may be different. The connection of the contactor under test to the test circuit shall be stated in the test report.

When tests are made with current less than the rated value, the additional impedances required shall normally be inserted on the load side of the contactor between it and the short-circuit; they may, however, be inserted on the line side, in which case this shall be stated in the test report.

Unless a special agreement has been drawn up between manufacturer and user and details noted in the test report, the diagram of the test circuit shall be in accordance with the figures.

There shall be one and only one point of the test circuit which is earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point, but the method of earthing shall be stated in the test report.

d) All parts of the contactor normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected to a point, as indicated in figures 17, 18, 19 and 20.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0,8 mm in diameter and at least 50 mm long, or of an equivalent fusible element for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible element circuit shall be 1 500 A $\pm$ 10 %, except as stated in notes 2 and 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

NOTES

1 A copper wire of 0,8 mm in diameter will melt at 1 500 A in approximately half a cycle at a frequency between 45 Hz to 67 Hz.

2 The prospective fault current may be less than 1 500 A, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.

3 In the case of a supply having an artificial neutral, a lower prospective fault current may be accepted, subject to the agreement of the manufacturer, with a smaller diameter copper wire (see note 4) corresponding to the same melting time as in note 1.

4 The relationship between the prospective fault current in the fusible element circuit and the diameter of the copper wire should be in accordance with the table below:

Diameter of copper wire	Prospective fault current in the fusible element circuit
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.4.1.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

Il est recommandé que le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai soit déterminé suivant une méthode reconnue, qui doit être mentionnée dans le compte rendu d'essai.

Deux exemples sont donnés en annexe D.

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la valeur moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Le facteur de puissance doit être comme indiqué au tableau 20.

La différence entre cette valeur moyenne et les valeurs maximales et minimales des facteurs de puissance dans les différentes phases doit rester dans les tolérances $\pm 0,05$.

Tableau 20 - Valeurs des facteurs de puissance correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant

Courant d'essai A	Facteur de puissance	n
$I \leq 1\,500$	0,95	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	1,53

9.3.4.1.4 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions provisoires B d'impédance négligeable aussi près qu'il est possible de le faire des bornes destinées au raccordement du contacteur en essai.

Les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant égal au pouvoir assigné de coupure en court-circuit ainsi que le facteur de puissance indiqué en 9.3.4.1.3.

Pour déterminer le pouvoir de fermeture en court-circuit du contacteur en essai à partir de l'oscillogramme d'étalonnage, il faut étalonner le circuit de manière à s'assurer que le courant établi présumé est établi sur l'une des phases.

NOTE - La tension appliquée est la tension à circuit ouvert nécessaire à l'obtention de la tension spécifiée de rétablissement à fréquence industrielle (mais voir aussi la note 1 en 9.3.2.2.3).

Le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et l'on enregistre la courbe du courant pendant une durée d'au moins 0,1 s.

9.3.4.1.5 Procédure d'essai

Après étalonnage du circuit d'essai conformément à 9.3.4.1.4, les connexions provisoires sont remplacées par le contacteur en essai et ses câbles de raccordement, s'il y a lieu.

9.3.4.1.3 Power-factor of the test circuit

The power-factor of each phase of the test circuit should be determined according to an established method which shall be stated in the test report.

Two examples are given in annex D.

The power-factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power-factors of each phase.

The power-factor shall be in accordance with table 20.

The difference between the mean value and the maximum and minimum values of the power-factors in the different phases shall remain within $\pm 0,05$.

Table 20 - Values of power-factors corresponding to test currents and ratio n between peak and r.m.s. values of current

Test current I A	Power-factor	n
$I \leq 1\,500$	0,95	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	1,53

9.3.4.1.4 Calibration of the test circuit

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections B of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

Resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the power-factor indicated in 9.3.4.1.3.

In order to determine the short-circuit making capacity of the contactor under test from the calibration oscillogram, it is necessary to calibrate the circuit so as to ensure that the prospective making current is achieved in one of the phases.

NOTE - The applied voltage is the open circuit voltage necessary to produce the specified power frequency recovery voltage (but see also note 1 of 9.3.2.2.3).

The test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded for a duration of at least 0,1 s.

9.3.4.1.5 Test procedure

After calibration of the test circuit in accordance with 9.3.4.1.4, the temporary connections are replaced by the contactor under test, and its connecting cables, if any.

Le contacteur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Ils doivent être reliés au circuit d'essai par un câble (correspondant au courant d'emploi) d'une longueur maximale de 2,4 m pour chaque circuit principal.

On estime que les essais en courant triphasé sont valables pour les emplois en courant monophasé.

9.3.4.1.6 Interprétation des enregistrements

a) Détermination de la tension appliquée et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension appliquée et la tension de rétablissement à fréquence industrielle sont déterminées d'après l'enregistrement correspondant à l'essai de coupure effectué avec le contacteur en essai et évaluées comme indiqué dans la figure 21.

La tension côté alimentation doit être mesurée au cours de la première période complète après l'extinction de l'arc sur tous les pôles et l'atténuation des phénomènes à haute fréquence (voir figure 21).

b) Détermination du courant coupé présumé

Cette détermination s'effectue en comparant les courbes de courant relevées à l'enregistreur lors de l'étalonnage du circuit et celles relevées lors de l'essai de coupure du contacteur (voir figure 21).

En courant alternatif, la composante périodique du courant coupé présumé est prise égale à la valeur efficace de la composante périodique du courant d'étalonnage à l'instant correspondant à la séparation des contacts d'arc (valeur correspondant à $A_2/2\sqrt{2}$ de la figure 21, point a)). Le courant coupé présumé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases; la différence entre la moyenne de ces courants et la valeur du courant présumé dans n'importe quelle phase ne doit pas dépasser 10 % de sa valeur moyenne.

c) Détermination de la valeur de crête du courant établi présumé

La valeur de crête du courant établi présumé est déterminée d'après l'enregistrement d'étalonnage et sa valeur doit être prise à celle correspondant à A_1 de la figure 21, point a). Dans le cas d'un essai triphasé, sa valeur doit être prise égale à la plus grande des trois valeurs A_1 obtenues d'après l'enregistrement.

NOTE - Dans le cas d'essais sur un contacteur unipolaire, la valeur de crête du courant établi présumé, déterminée d'après l'enregistrement de l'étalonnage, peut être différente de la valeur réelle du courant établi correspondant à l'essai, suivant l'instant d'établissement.

9.3.4.2 Courant de court-circuit conditionnel

Le contacteur et le DPCC associé doivent être soumis aux essais décrits en 9.3.4.2.1 et 9.3.4.2.2. Les essais doivent être effectués de manière à obtenir les valeurs maximales de I_e et de U_e .

Pour un contacteur à commande électromagnétique, l'électro-aimant doit être maintenu fermé par une alimentation électrique distincte, à la tension de commande spécifiée. Le DPCC utilisé doit être comme précisé en 8.2.5. Si le DPCC est un disjoncteur à courant de réglage ajustable, l'essai doit être effectué avec les valeurs de réglage maximales du disjoncteur.

Au cours de l'essai, toutes les ouvertures de l'enveloppe doivent être fermées comme en service normal et la porte ou le panneau fermé avec les dispositifs prévus.

The contactor and its associated SCPD shall be mounted and connected as in normal use. They shall be connected to the circuit using a maximum of 2,4 m of cable (corresponding to the operational current) for each main circuit.

Three phase tests are considered to cover single-phase applications.

9.3.4.1.6 Interpretation of records

a) *Determination of the applied voltage and power-frequency recovery voltage*

The applied voltage and the power-frequency recovery voltage are determined from the record corresponding to the break test made with the contactor under test, and evaluated as indicated in figure 21.

The voltage on the supply side shall be measured during the first complete cycle after arc extinction in all poles and after high frequency phenomena have subsided (see figure 21).

b) *Determination of the prospective breaking current*

This determination is made by comparing the current curves recorded during the calibration of the circuit with those recorded during the break test of the contactor (see figure 21).

The a.c. component of the prospective breaking current is taken as being equal to the r.m.s. value of the a.c. component of the calibration current at the instant which corresponds to the separation of the arcing contacts (value corresponding to $A_2/2\sqrt{2}$ of figure 21, item a)). The prospective breaking current shall be the average of the prospective currents in all phases; the prospective current in any phase shall not vary from the average by more than 10 % of the average.

c) *Determination of the prospective peak making current*

The prospective peak making current is determined from the calibration record and its value shall be taken as being that corresponding to A_1 of figure 21, item a). In the case of a three-phase test it shall be taken as the highest of the three A_1 values obtained from the record.

NOTE - For tests on single-pole contactors, the prospective peak making current determined from the calibration record may differ from the value of the actual making current corresponding to the test, depending on the instant of making.

9.3.4.2 Conditional short-circuit current

The contactor and the associated SCPD shall be subjected to the tests given in 9.3.4.2.1 and 9.3.4.2.2. The tests shall be so conducted that conditions of maximum I_g and of maximum U_g are covered.

For a magnetically operated contactor, the magnet shall be held closed by a separate electrical supply at the specified control voltage. The SCPD used shall be as stated in 8.2.5. If the SCPD is a circuit-breaker with an adjustable current setting, the test shall be made with the circuit-breaker adjusted to the maximum setting.

During the test, all openings of the enclosure shall be closed as in normal service and the door or cover secured by the means provided.

Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque manoeuvre des séquences d'essais aux courants présumés I_r et I_q .

9.3.4.2.1 Essai au courant présumé I_r

Le circuit doit être réglé au courant présumé d'essai correspondant au courant assigné d'emploi I_e conformément au tableau 21.

Le contacteur et le DPCC associé doivent ensuite être reliés au circuit. La séquence de manoeuvres suivante doit être effectuée:

- 1) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, le DPCC et le contacteur étant fermés avant l'essai.
- 2) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur sur le court-circuit.

Tableau 21 - Valeurs du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi

Courant assigné d'emploi I_e A	Courant présumé I_r kA
$0 < I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3

Le facteur de puissance doit être conforme au tableau 20 du 9.3.4.1.4.

9.3.4.2.2 Essai au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q

Cet essai est effectué si le courant I_q est supérieur au courant I_r .

Le circuit doit être réglé au courant de court-circuit présumé I_q égal au courant assigné de court-circuit conditionnel.

Si le DPCC est un fusible et si le courant d'essai se situe dans le domaine de limitation de courant du fusible, le fusible doit alors être, si possible, choisi pour admettre les valeurs maximales de I_p et de I^2t .

Le contacteur et le DPCC associé doivent ensuite être raccordés au circuit.

La séquence de manoeuvre suivante doit être effectuée:

- 1) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, le DPCC et le contacteur étant fermés avant l'essai.
- 2) Une manoeuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur sur le court-circuit.

9.3.4.2.3 Résultats à obtenir

Le contacteur doit être considéré comme ayant satisfait aux essais au courant présumé I_r et, le cas échéant, au courant présumé I_q si les conditions suivantes sont remplies:

A new sample may be used for each operation of the test sequences at prospective currents I_r and I_q .

9.3.4.2.1 Test at the prospective current I_r

The circuit shall be adjusted to the prospective test current corresponding to the rated operational current I_e according to table 21.

The contactor and the associated SCPD shall then be connected to the circuit. The following sequence of operations shall be performed:

- 1) One breaking operation of the SCPD shall be performed with SCPD and the contactor closed prior to the test.
- 2) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor on to the short-circuit.

Table 21 - Value of the prospective test current according to the rated operational current

Rated operational current I_e A	Prospective current I_r kA
$0 < I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3

The power factor shall be according to table 20 of 9.3.4.1.4.

9.3.4.2.2 Test at the rated conditional short-circuit I_q

This test is done if the current I_q is higher than the current I_r .

The circuit shall be adjusted to the prospective short-circuit I_q equal to the rated conditional short-circuit current.

If the SCPD is a fuse and the test current is within the current-limiting range of the fuse then, if possible, the fuse shall be selected to permit the maximum let through peak current I_p and I^2t .

The contactor and the associated SCPD shall then be connected to the circuit.

The following sequence of operations shall be performed:

- 1) One breaking operation of the SCPD shall be performed with SCPD and the contactor closed prior to the test.
- 2) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor on to the short-circuit.

9.3.4.2.3 Results to be obtained

The contactor shall be considered to have passed the tests at the prospective current I_r and, where applicable, the prospective current I_q if the following conditions are met:

- A Le courant de défaut a été interrompu de façon satisfaisante par le DPCC et le fusible ou l'élément fusible ou le raccordement solide placé entre l'enveloppe et l'alimentation ne doit pas avoir fondu.
- B La porte ou le couvercle de l'enveloppe, n'a pas été ouvert(e) par soufflage et il est possible de l'ouvrir. Cependant, on peut admettre une déformation de l'enveloppe pourvu que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas inférieur à IP2X.
- C Aucun dommage n'a été causé aux conducteurs ou aux bornes et aucun conducteur n'a été arraché de sa borne.
- D Aucune craquelure ou cassure d'un socle isolant susceptible d'affecter l'intégrité du montage d'une partie active ne s'est produite.
- E Aucune projection n'a eu lieu au-delà de l'enveloppe. Les dommages causés au contacteur sont admis et le contacteur peut ne plus être en mesure de fonctionner.

9.3.5 *Aptitude à supporter les courants de surcharge*

Pour cet essai, le contacteur doit être monté, raccordé et manoeuvré comme spécifié en 9.3.2.

Tous les pôles du contacteur sont soumis simultanément à un essai, avec les valeurs de courant de surcharge et de durée spécifiées en 8.2.4.3. L'essai est effectué à toute tension convenable et commencé avec le contacteur à la température du local.

Après l'essai, le contacteur doit se trouver pratiquement dans les mêmes conditions qu'avant l'essai. Ceci est vérifié par un examen visuel.

NOTE - La valeur de I^2t (intégrale de Joule) calculée d'après cet essai ne peut être utilisée pour estimer les performances du contacteur dans les conditions de court-circuit.

9.3.6 *Essais individuels*

Les essais individuels sont des essais auxquels est soumis tout contacteur pris séparément pendant ou après sa fabrication pour s'assurer qu'il répond aux prescriptions fixées.

9.3.6.1 *Généralités*

Les essais individuels doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles spécifiées pour les essais de type décrits en 9.1.2. Cependant les limites de fonctionnement données en 9.3.3.2 peuvent être vérifiées à la température prédominante de l'air ambiant mais une correction peut être nécessaire pour se ramener aux conditions normales d'ambiance.

9.3.6.2 *Fonctionnement et limites de fonctionnement*

Des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement dans les limites spécifiées en 8.2.1.2.

NOTE - Il n'est pas nécessaire d'atteindre l'équilibre thermique au cours de ces essais.

- A The fault current has been successfully interrupted by the SCPD and the fuse or fuse element or solid connection between the enclosure and supply shall not have melted.
- B The door or cover of the enclosure has not been blown open, and it is possible to open the door or cover. Deformation of enclosure is considered acceptable provided that the degree of protection by the enclosure is not less than IP2X.
- C There is no damage to the conductors or terminals and no conductor has been separated from the terminals.
- D There is no cracking or breaking of an insulating base to the extent that the integrity of mounting of a live part is impaired.
- E There has been no discharge of parts beyond the enclosure. Damage to the contactor is acceptable and the contactor may be unsuitable for further use.

9.3.5 Overload current withstand capability

For the test, the contactor shall be mounted, wired and operated as specified in 9.3.2.

All poles of the contactor are simultaneously subjected to one test with the overload current and duration values stated in 8.2.4.3. The test is performed at any convenient voltage and it starts with the contactor at room temperature.

After the test, the contactor shall be substantially in the same condition as before the test. This is verified by visual inspection.

NOTE - The I^2t value (Joule integral) calculated from this test cannot be used to estimate the performance of the contactor under short-circuit conditions.

9.3.6 Routine tests

Routine tests are tests to which each individual contactor is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with the stated requirements.

9.3.6.1 General

Routine tests shall be carried out under the same or equivalent conditions to those specified for type tests in the relevant parts of 9.1.2. However, the limits of operation in 9.3.3.2 may be verified at the prevailing ambient air temperature but a correction may be necessary to allow for the normal ambient conditions.

9.3.6.2 Operation and operating limits

Tests are carried out to verify operation within the limits specified in 8.2.1.2.

NOTE - In these tests it is not necessary to reach thermal equilibrium.

9.3.6.3 Essais diélectriques

Les essais doivent être effectués sur des contacteurs secs et propres. La valeur de la tension d'essai doit être conforme à 9.3.3.4.2, point 3).

La durée de chaque essai peut être réduite à 1 s.

La tension d'essai doit être appliquée dans les conditions suivantes:

- a) entre les pôles, les contacts principaux étant fermés (les contacts principaux étant ouverts s'il existe un circuit en dérivation entre les pôles);
- b) entre les pôles et le bâti du contacteur, les contacts principaux étant fermés. Lorsque le contacteur est entièrement sous une enveloppe en matériau isolant, il doit être monté sur une embase métallique comme en service normal, et la tension d'essai doit être appliquée entre les pôles et l'embase métallique;
- c) entre les bornes de chaque pôle, les contacts principaux étant ouverts;
- d) aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué en 9.3.3.4.2, point 2 b).

L'usage d'une feuille métallique, mentionné en 9.3.3.4.1 n'est pas nécessaire.

L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions de 9.3.3.4.2, point 4) sont remplies.

9.3.6.3 *Dielectric tests*

The tests shall be carried out on dry and clean contactors. The value of the test voltage shall be in accordance with 9.3.3.4.2, item 3).

The duration of each test may be reduced to 1 s.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles with the main contacts closed (with the main contacts open if there is a shunt circuit between poles);
- b) between poles and the frame of the contactor with the main contacts closed. Where the contactor is totally enclosed by insulating material, it shall be mounted on a metal base as in normal service, and the test voltage shall be applied between the poles and the metal base;
- c) across the terminals of each pole with the main contacts open;
- d) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in 9.3.3.4.2, item 2 b).

The use of a metal foil, as specified in 9.3.3.4.1, is unnecessary.

The test is considered to have been passed if the conditions given in 9.3.3.4.2, item 4) have been satisfied.

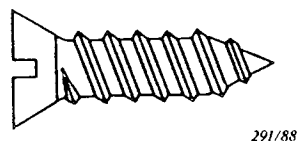


Figure 1 - Vis autotaraudeuse par déformation

Thread-forming tapping screw

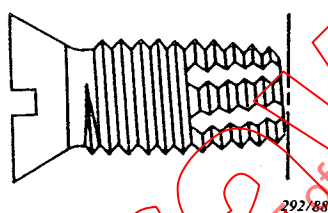


Figure 2 - Vis autotaraudeuse à découpe

Thread-cutting tapping screw

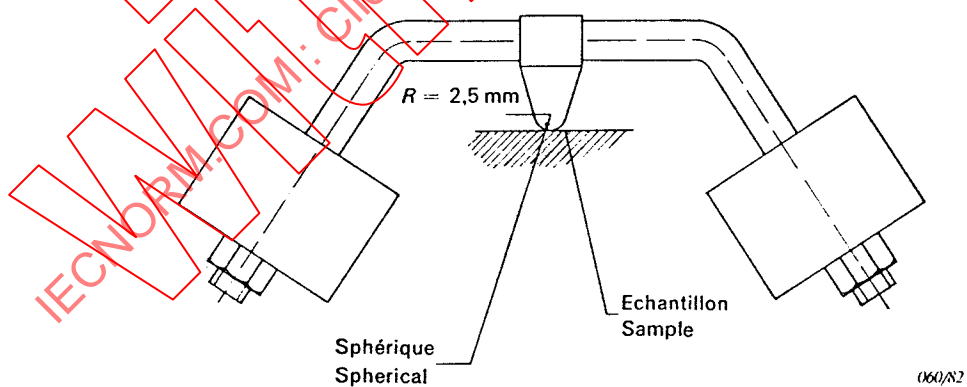


Figure 3 - Appareil pour l'essai à la bille (voir 9.2.1.3.1)

Ball-pressure test apparatus (see 9.2.1.3.1)

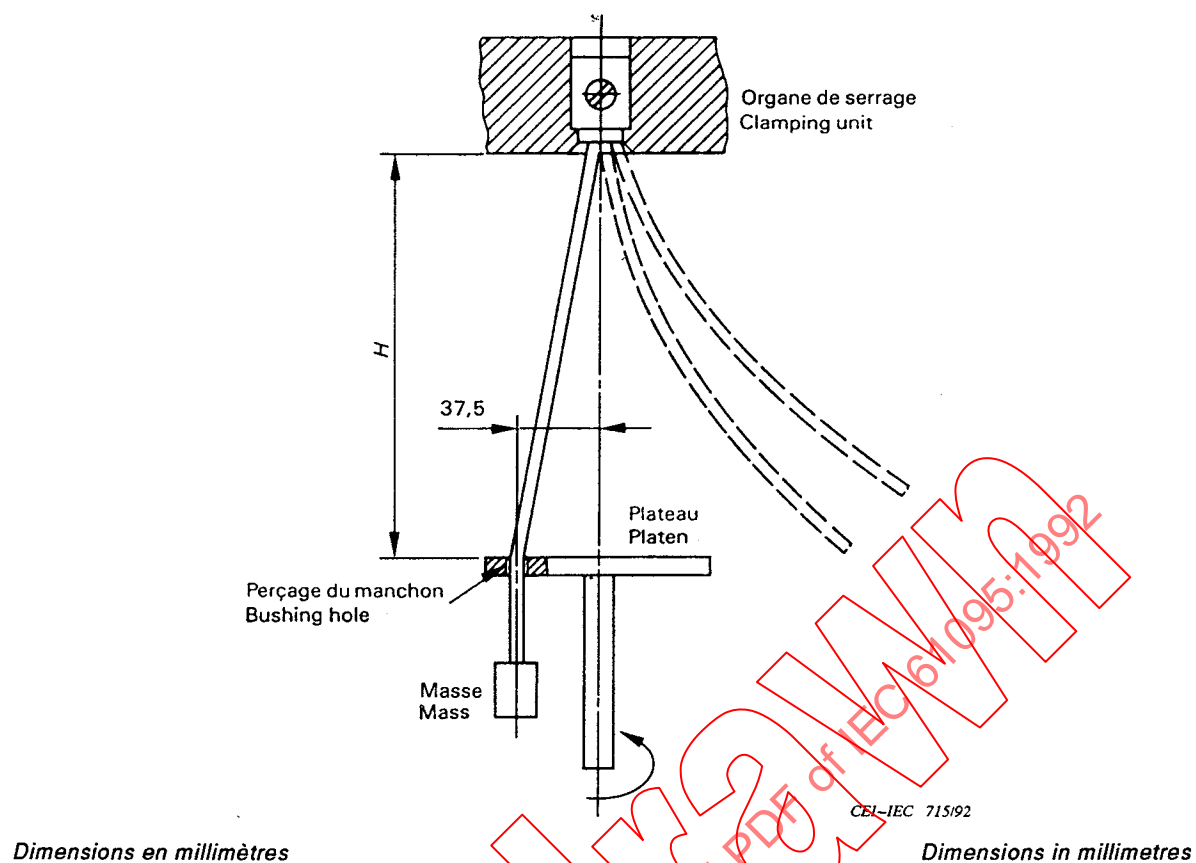


Figure 4 - Dispositifs d'essai pour l'essai de flexion (voir 9.2.4.3)

Test equipment for flexion test (see 9.2.4.3)

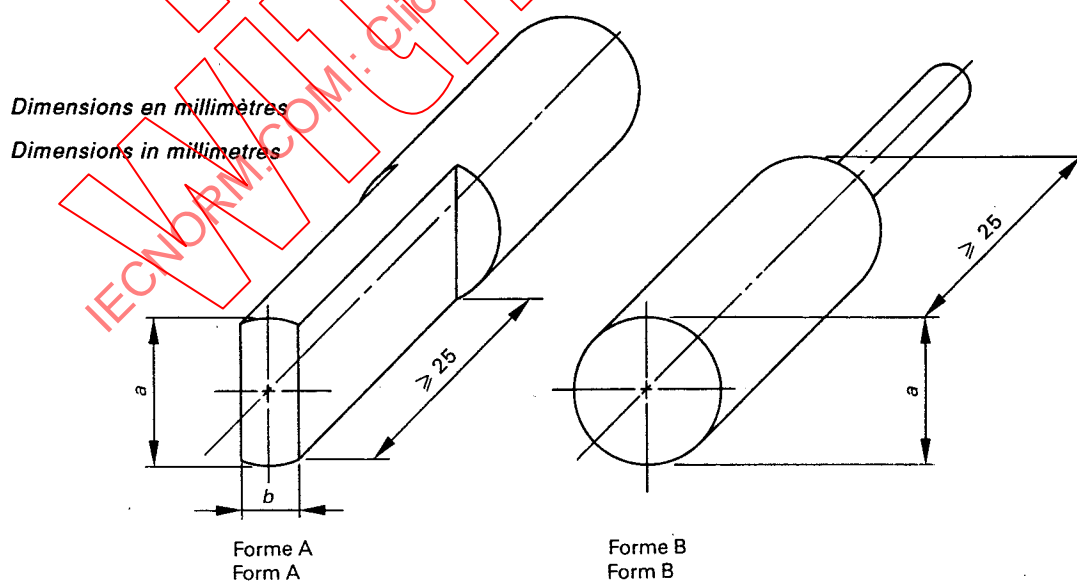
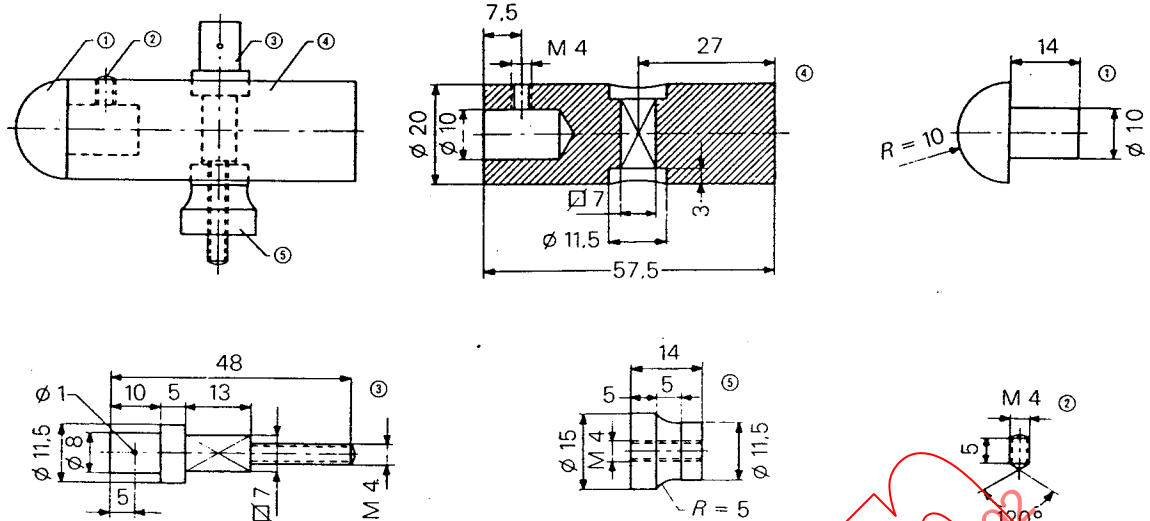


Figure 5 - Gabarits de forme A et de forme B (voir 9.2.4.5)

Gauges of form A and form B (see 9.2.4.5)



Matière des parties:

①: polyamide

② ③ ④ ⑤: acier Fe 360

Dimensions en millimètres

Material of the parts:

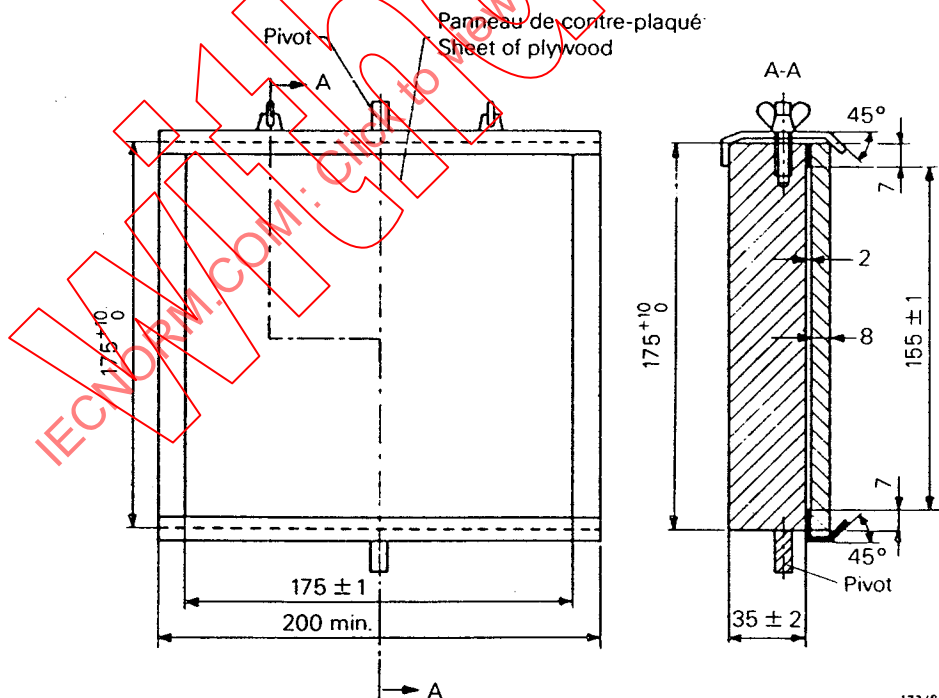
①: polyamide

② ③ ④ ⑤: steel Fe 360

Dimensions in millimetres

Figure 6 - Pendule d'essai de choc mécanique (pièce de frappe)
(voir 9.2.5.2.1)

Pendulum for mechanical impact test apparatus
(striking element) (see 9.2.5.2.1)



Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure 7 - Support de montage pour l'échantillon, pour l'essai de choc mécanique
(voir 9.2.5.2.1)

Mounting support for sample, for mechanical impact test (see 9.2.5.2.1)

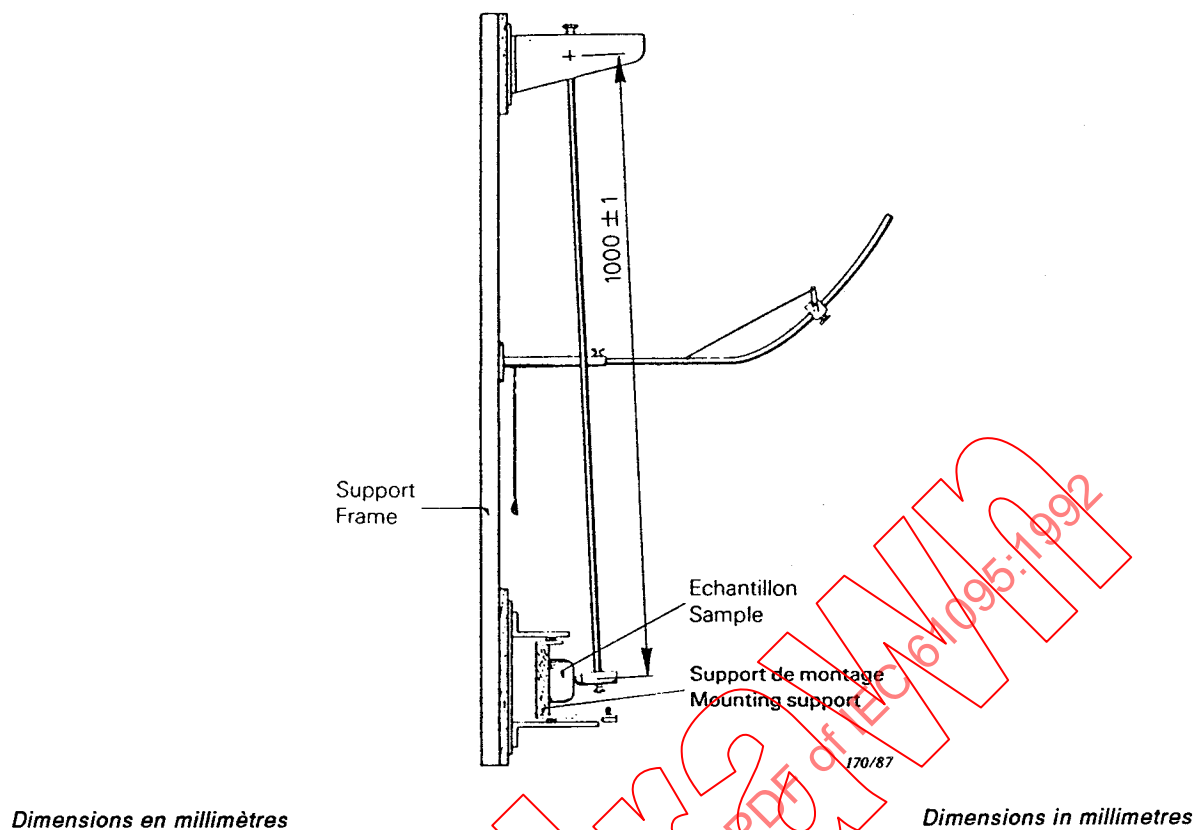
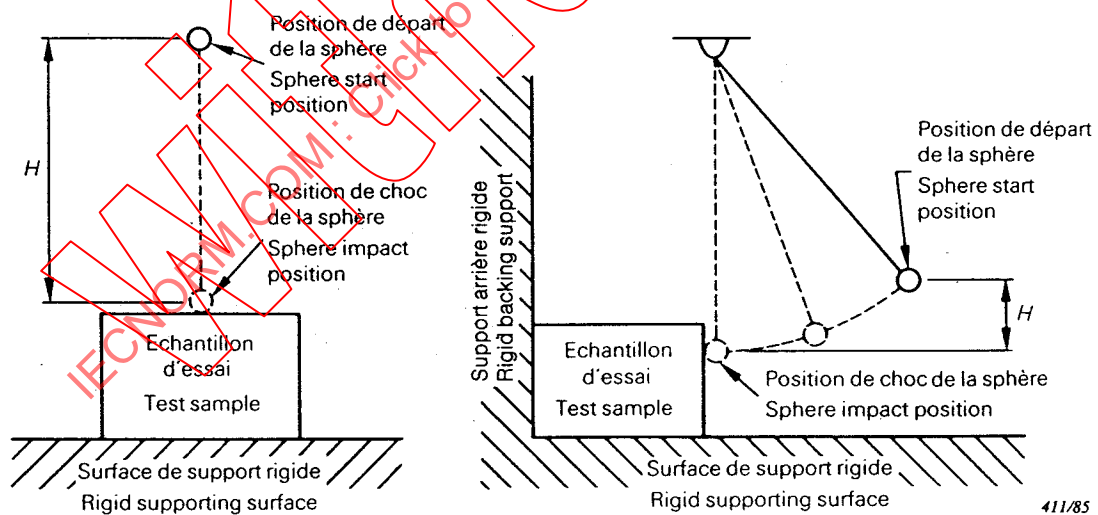


Figure 8 - Appareil d'essai au pendule (voir 9.2.5.2.1)

Pendulum hammer test apparatus (see 9.2.5.2.1)

NOTE - $H = 1\,300\text{ mm}$.

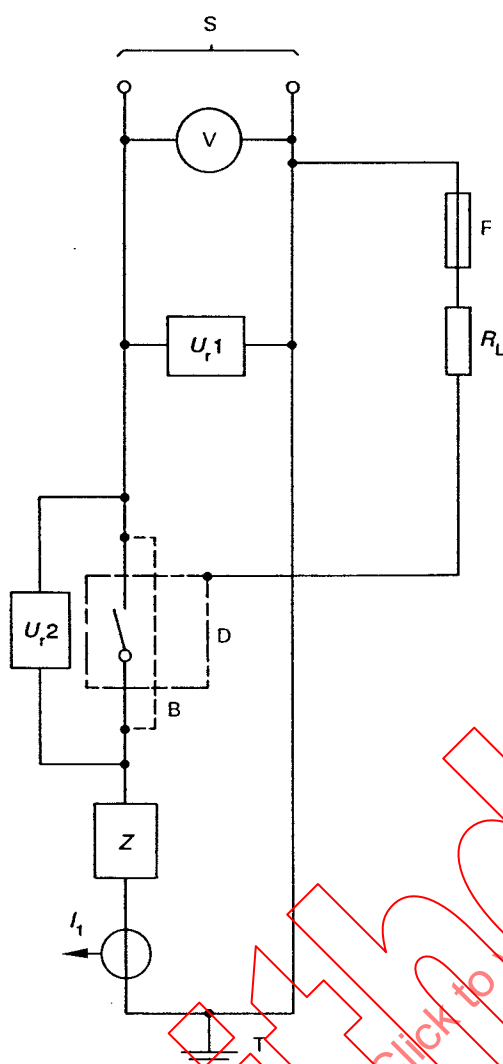
Pour l'essai de choc mécanique avec la bille balancée comme un pendule, la sphère doit toucher l'échantillon d'essai quand la corde est dans la position verticale indiquée.

NOTE - $H = 1\,300\text{ mm}$.

For the ball pendulum impact test, the sphere must contact the test sample when the cord is in the vertical position as shown.

Figure 9 - Appareil d'essai à la sphère (voir 9.2.5.2.2)

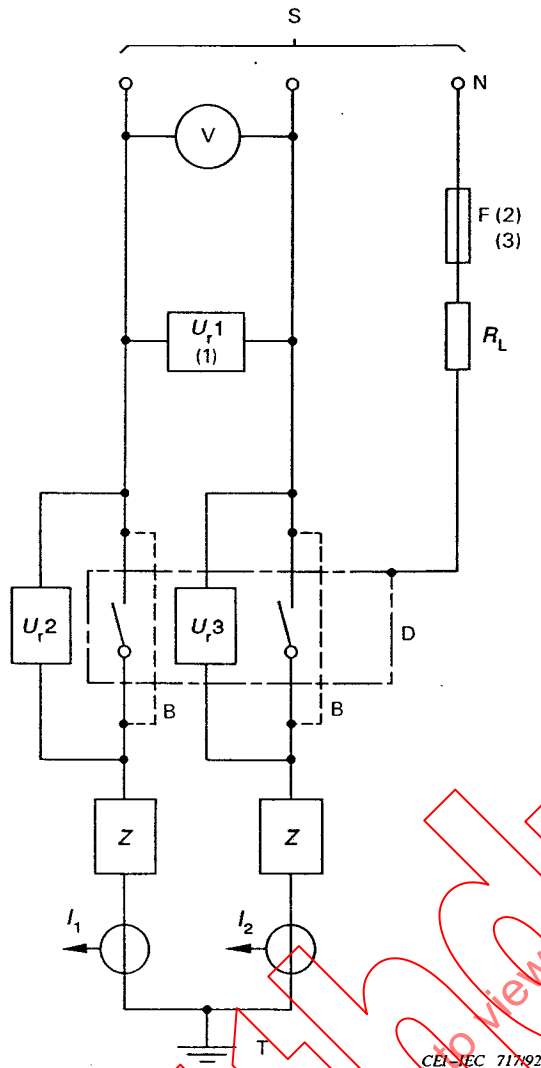
Sphere test apparatus (see 9.2.5.2.2)



- S = Source
Supply
- U_{r1}, U_{r2} = Capteurs de tension
Voltage measuring device
- F = Élément fusible (voir 9.3.3.5.2, g))
Fusible element (see 9.3.3.5.2, g))
- Z = Circuit de charge (voir figure 16)
Load circuit (see figure 16)
- R_L = Résistance de limitation du courant
de défaut
Fault current limiting resistor
- D = Contacteur en essai (avec câbles
de raccordement)
Contactor under test (including
connecting cables)
- B = Connexion provisoire d'étalonnage
Temporary connection for calibration
- I_1 = Capteur de courant
Current sensor
- T = Terre - Un seul point de terre
(côté charge ou côté source)
Earth - One earthing point only
(load side or supply side)

Figure 11 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur unipolaire en courant monophasé

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.



S	= Source Supply
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	= Capteurs de tension Voltage sensors
V	= Dispositif de mesure de tension Voltage measuring device
N	= Neutre de la source (ou neutre artificiel) Neutral of supply (or artificial neutral)
F	= Élément fusible (voir 9.3.3.5.2. g)) Fusible element (see 9.3.3.5.2. g))
Z	= Circuit de charge (voir figure 16) Load circuit (see figure 16)
R_L	= Résistance de limitation du courant de défaut Fault current limiting resistor
D	= Contacteur en essai (avec câbles de raccordement) Contactor under test (including connecting cables)
B	= Connexions provisoires d'étalonnage Temporary connections for calibration
I_1, I_2	= Capteurs de courant Current sensors
T	= Terre - Un seul point de terre (côté charge ou côté source) Earth - One earthing point only (load side or supply side)

NOTES

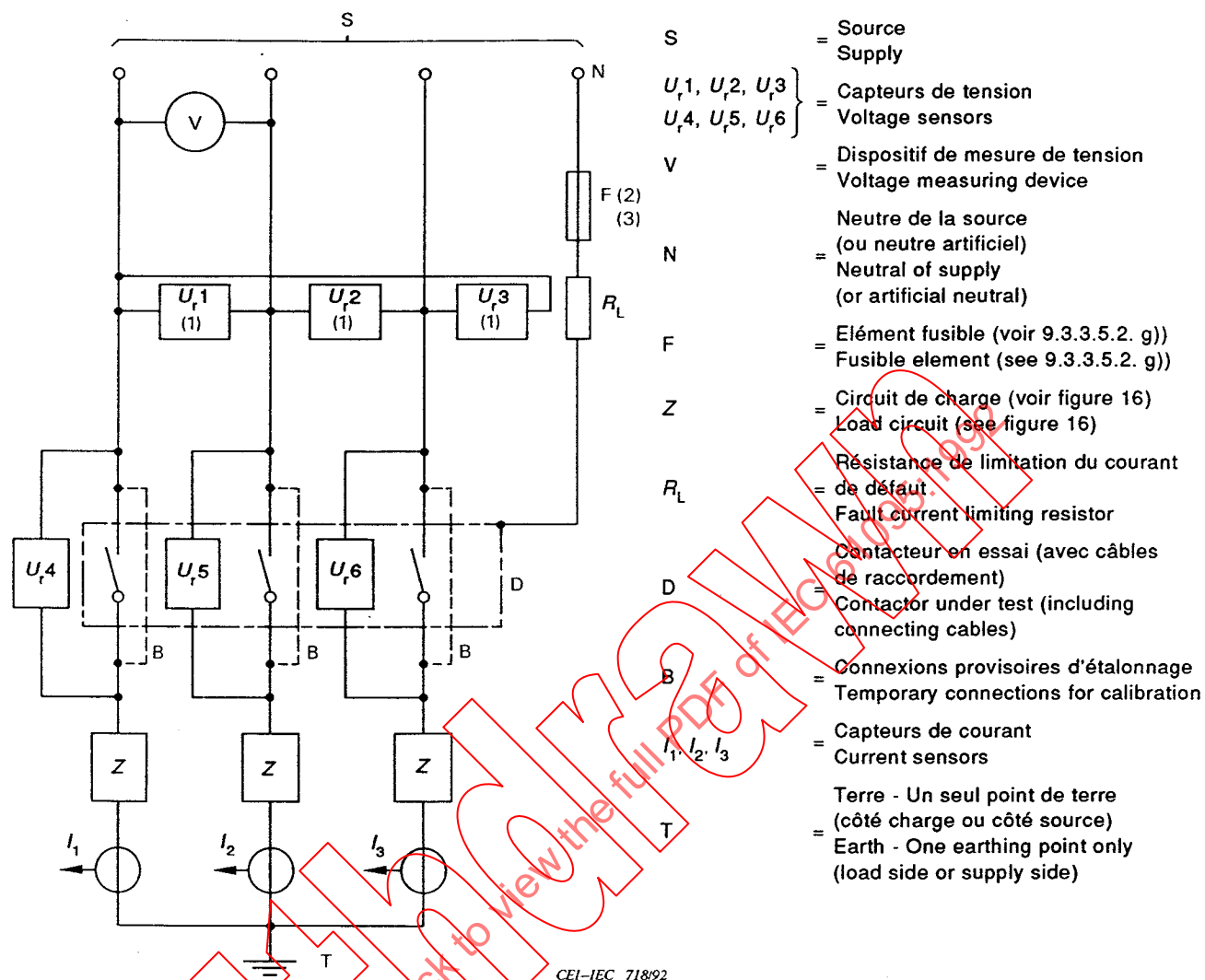
- 1 U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.
- 2 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
- 3 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_0 .
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_0 (voir note du 6.2).

NOTES

- 1 U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 2 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.
- 3) In the USA and Canada, F shall be connected:
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_0 .
 - to the neutral for equipment marked with a twin voltage (see note 6.2).

Figure 12 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur bipolaire en courant monophasé

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.



NOTES

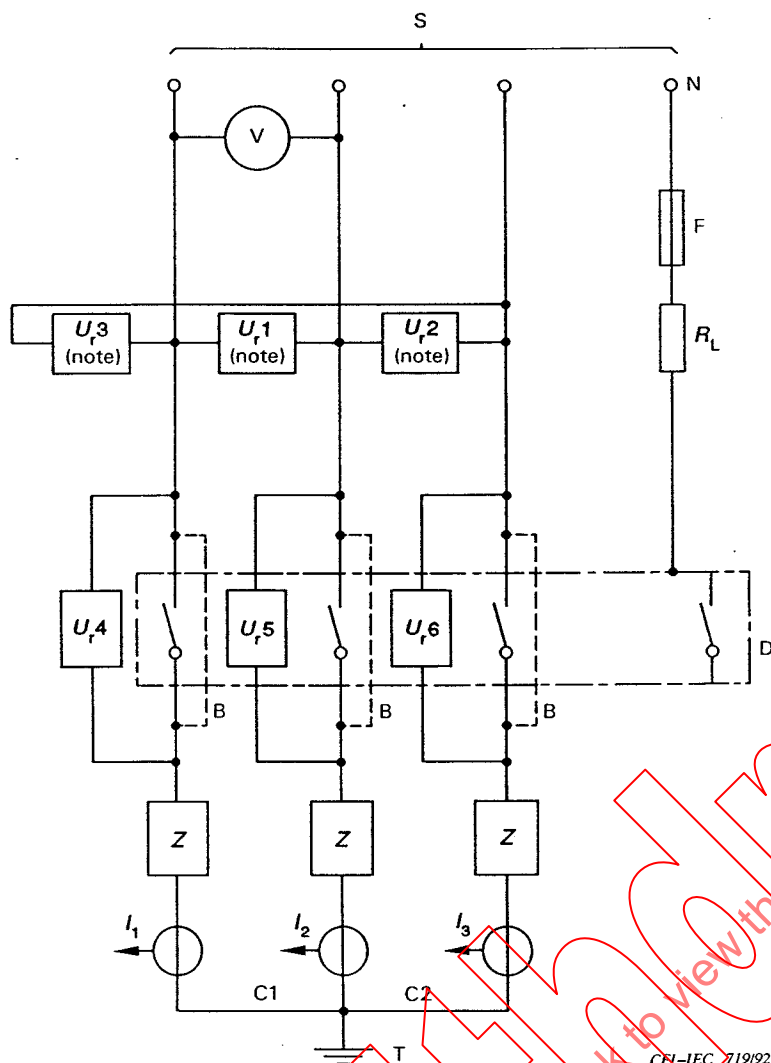
- 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.
- 2 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
- 3 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_0 .
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_0 (voir note du 6.2).

NOTES

- 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 2 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.
- 3) In the USA and Canada, F shall be connected:
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_0 .
 - to the neutral for equipment marked with a twin voltage (see note 6.2).

Figure 13 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur tripolaire

Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole contactor



- S = Source
Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} } = Capteurs de tension
 U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} } = Voltage sensors
- V = Dispositif de mesure de tension
Voltage measuring device
- N = Neutre de la source
(ou neutre artificiel)
Neutral of supply
(or artificial neutral)
- F = Élément fusible (voir 9.3.3.5.2. g))
Fusible element (see 9.3.3.5.2. g))
- Z = Circuit de charge (voir figure 16)
Load circuit (see figure 16)
- R_L = Résistance de limitation du courant
de défaut
Fault current limiting resistor
- D = Contacteur en essai (avec câbles
de raccordement)
Contactor under test (including
connecting cables)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
Temporary connections for calibration
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant
Current sensors
- T = Terre - Un seul point de terre
(côté charge ou côté source)
Earth - One earthing point only
(load side or supply side)

NOTE - U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être rac-
cordés entre phase et neutre.

NOTE - U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connec-
ted between phase and neutral.

Figure 14 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture
et de coupure d'un contacteur tétrapolaire

Diagram of the test circuit for the verification of making and
breaking capacities of a four-pole contactor

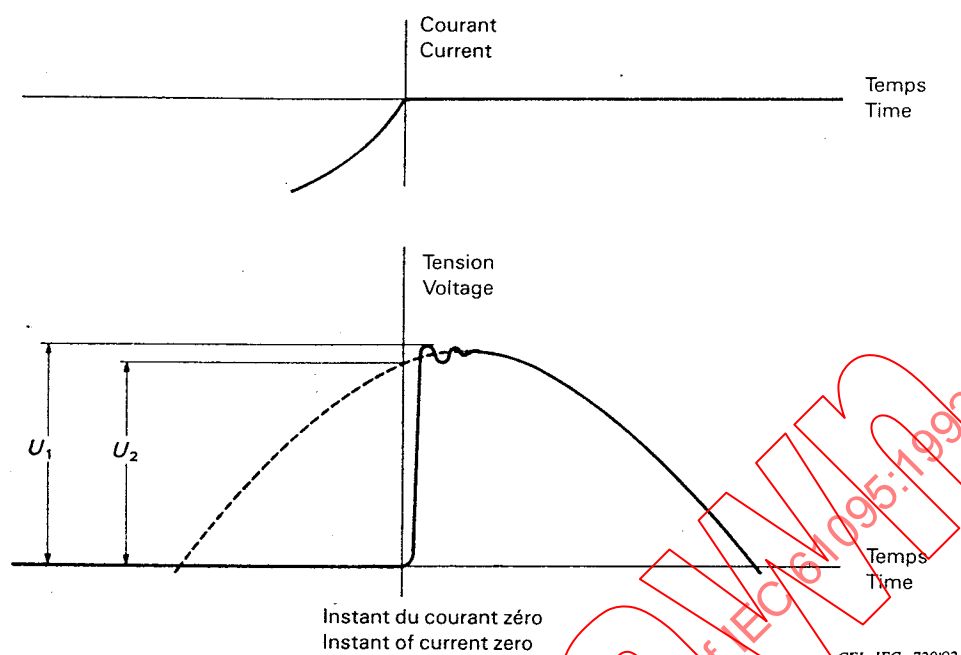
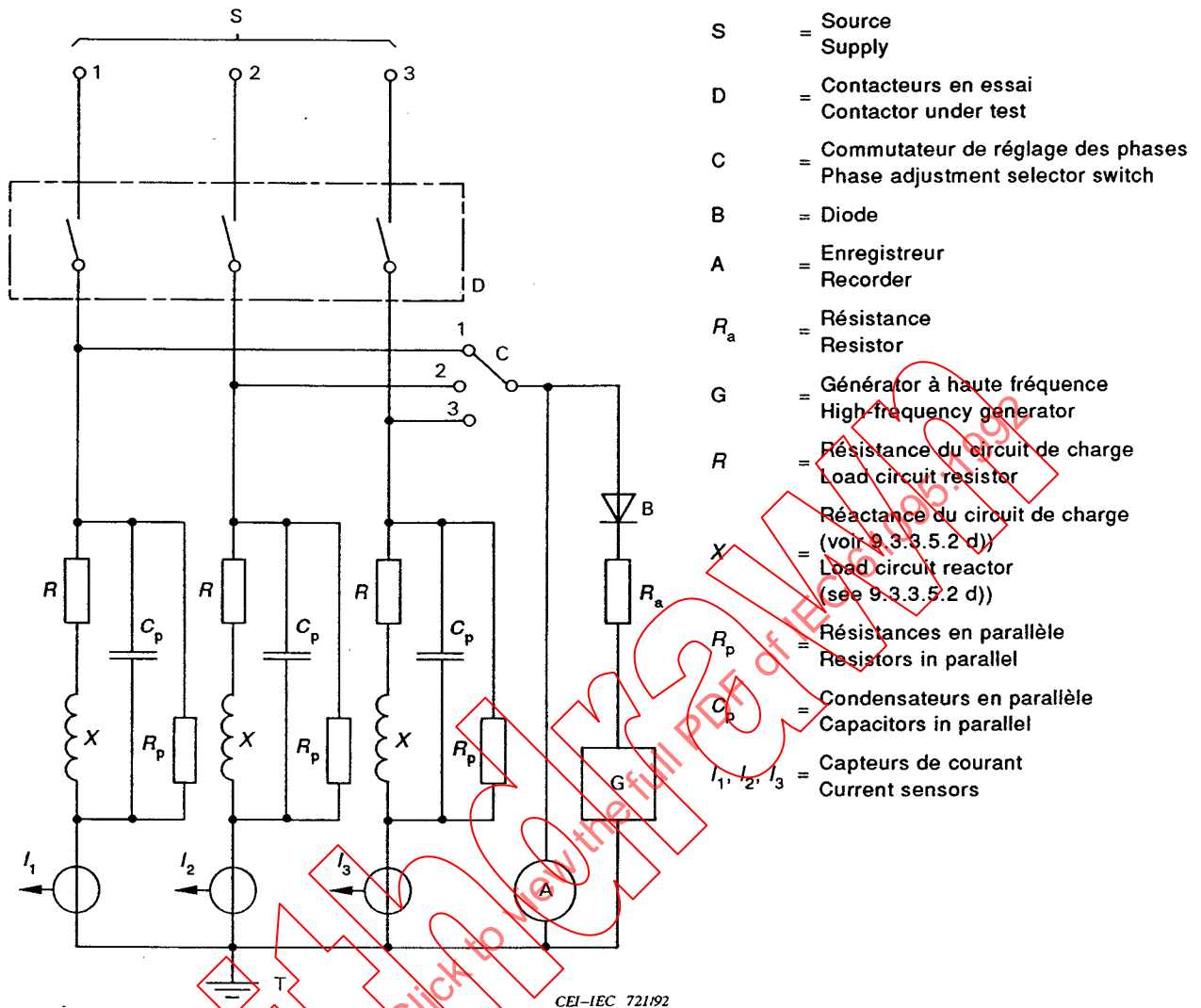


Figure 15 - Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe (voir 9.3.3.5.2, e)) dans des conditions idéales

Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear (see 9.3.3.5.2, e)) under ideal conditions

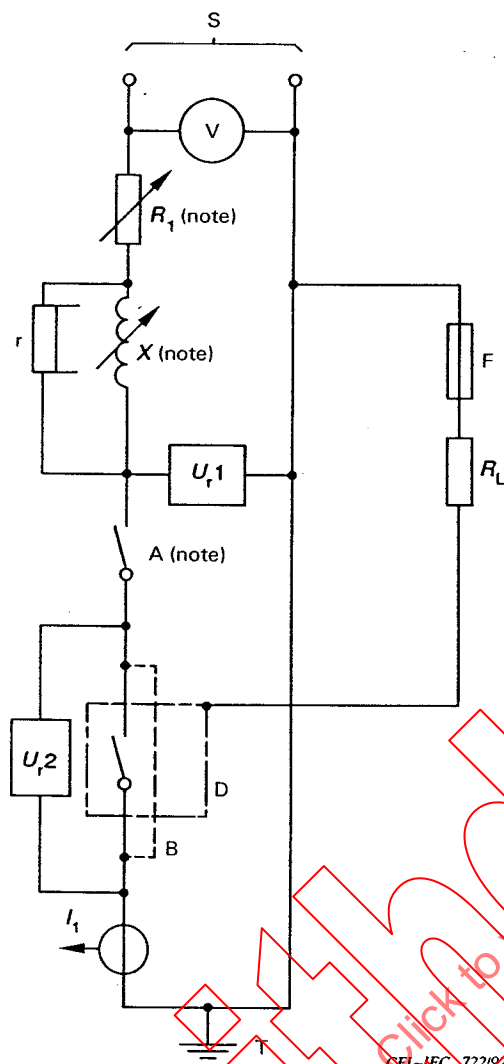


Les positions relatives du générateur à haute fréquence (G) et de la diode (B) doivent être celles qui sont indiquées.

The relative positions of the high-frequency generator (G) and of the diode (B) shall be as shown.

Figure 16 - Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge

Diagram of a load circuit adjustment method



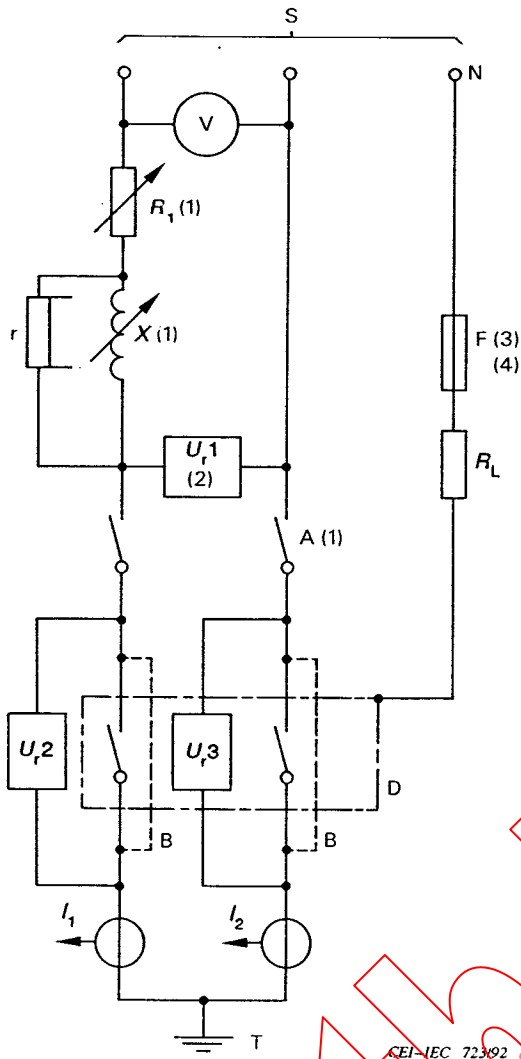
- S = Source
Supply
- U_r1, U_r2 = Capteurs de tension
Voltage sensors
- V = Dispositif de mesure de tension
Voltage measuring device
- A = Dispositif d'enclenchement
Closing device
- R_1 = Résistance réglable
Adjustable resistor
- F = Elément fusible (voir 9.3.4.1.2 d))
Fusible element (see 9.3.4.1.2 d))
- X = Réactance réglable
Adjustable reactor
- R_L = Résistance de limitation du courant
de défaut
Fault current limiting resistor
- D = Contacteur en essai (avec câbles
de raccordement)
Contactor under test (including
connecting cables)
- B = Connexion provisoire d'étalonnage
Temporary connection for calibration
- I_1 = Capteur de courant
Current sensor
- r = Terre - Un seul point de terre
(côté charge ou côté source)
Earth - One earthing point only
(load side or supply side)
- r = Résistance shunt (voir 9.3.4.1.2 b))
Shunt resistor (see 9.3.4.1.2 b))

NOTE - Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

Figure 17 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur unipolaire en courant monophasé

Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.



S	=	Source Supply
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	=	Capteurs de tension Voltage sensors
V	=	Dispositif de mesure de tension Voltage measuring device
A	=	Dispositif d'enclenchement Closing device
R_1	=	Résistance réglable Adjustable resistor
N	=	Neutre de la source (ou neutre artificiel) Neutral of supply (or artificial neutral)
F	=	Elément fusible (voir 9.3.4.1.2 d)) Fusible element (see 9.3.4.1.2 d))
X	=	Réactance réglable Adjustable reactor
R_L	=	Résistance de limitation du courant de défaut Fault current limiting resistor
D	=	Contacteur en essai (avec câbles de raccordement) Contactor under test (including connecting cables)
B	=	Connexions provisoires d'étalonnage Temporary connections for calibration
I_1, I_2	=	Capteurs de courant Current sensors
T	=	Terre - Un seul point de terre (côté charge ou côté source) Earth - One earthing point only (load side or supply side)
r	=	Résistance shunt (voir 9.3.4.1.2 b)) Shunt resistor (see 9.3.4.1.2 b))

NOTES

- 1 Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.
- 2 U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.
- 3 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.
- 4 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:
 - à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
 - au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir note du 6.2).

NOTES

- 1 Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.
- 2 U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.
- 3 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.
- 4 In the USA and Canada, F shall be connected:
 - to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
 - to the neutral for equipment marked with a twin voltage for U_e (see note to 6.2).

Figure 18 - Schéma d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur bipolaire en courant monophasé

Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.