

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 158-1

Deuxième édition — Second edition

1970

Appareillage de commande à basse tension

Première partie: Contacteurs

Low-voltage controlgear

Part 1: Contactors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60158-1:1970

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 158-1

Deuxième édition — Second edition

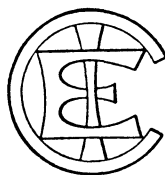
1970

Appareillage de commande à basse tension

Première partie: Contacteurs

Low-voltage controlgear

Part 1: Contactors



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. GÉNÉRALITÉS	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
2. DÉFINITIONS	6
2.1 Définitions relatives aux contacteurs	6
2.2 Définitions relatives aux positions, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un contacteur	12
3. CLASSIFICATION	14
4. CARACTÉRISTIQUES DES CONTACTEURS	16
4.1 Énumération des caractéristiques	16
4.2 Type du contacteur	16
4.3 Valeurs nominales	16
4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	28
4.5 Circuits auxiliaires	30
4.6 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	30
5. PLAQUES SIGNALÉTIQUES	30
6. CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE	32
6.1 Conditions normales de service	32
7. CONDITIONS NORMALES DE CONSTRUCTION	32
7.1 Réalisation mécanique	32
7.2 Enveloppes	34
7.3 Échauffement	36
7.4 Qualités diélectriques	38
7.5 Limites de fonctionnement	40
8. ESSAIS	40
8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs	40
8.2 Essais de type	42
8.3 Essais individuels	56
8.4 Essais spéciaux	58
ANNEXE A – Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	60
ANNEXE B – Distances d'isolement et lignes de fuite pour les contacteurs à basse tension	62
ANNEXE C – Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	70
ANNEXE D – Circuit conventionnel d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour les catégories AC-3 et AC-4	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. GENERAL	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2. DEFINITIONS	7
2.1 Definitions concerning contactors	7
2.2 Definitions concerning positions, control and auxiliary circuits of a contactor	13
3. CLASSIFICATION	15
4. CHARACTERISTICS OF CONTACTORS	17
4.1 Summary of characteristics	17
4.2 Type of contactor	17
4.3 Rated values	17
4.4 Control circuits and air-supply systems	29
4.5 Auxiliary circuits	31
4.6 Co-ordination with short-circuit protective devices	31
5. NAMEPLATES	31
6. STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE	33
6.1 Normal service conditions	33
7. STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION	33
7.1 Mechanical design	33
7.2 Enclosures	35
7.3 Temperature rise	37
7.4 Dielectric properties	39
7.5 Limits of operation	41
8. TESTS	41
8.1 Verification of the characteristics of contactors	41
8.2 Type tests	43
8.3 Routine tests	57
8.4 Special tests	59
APPENDIX A – Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	61
APPENDIX B – Clearances and creepage distances for low-voltage contactors	63
APPENDIX C – Co-ordination with short-circuit protective devices	71
APPENDIX D – Conventional test circuit for verification of making and breaking capacities for categories AC-3 and AC-4	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE DE COMMANDE A BASSE TENSION

Première partie: Contacteurs

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 17B: Appareillage à basse tension du Comité d'Etudes N° 17: Appareillage

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 158-1 et remplace la première édition parue en 1964.

Les travaux furent entrepris en janvier 1968 et le projet de révision fut examiné au cours de la réunion tenue à Bruxelles en octobre 1968. Le projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1969, un rectificatif étant diffusé en juillet 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne*	Norvège
Australie	Pologne
Autriche	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique**	Turquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes
France	Soviétiques
Iran	Yougoslavie
Israël	

Le Comité national néerlandais émit un vote défavorable car il estime trop élevées les valeurs limites d'échauffement pour les bobines dans l'air figurant à l'article 7.3.1.

* Sauf pour les valeurs limites d'échauffement des bobines dans l'air (article 7.3.1), jugées trop élevées.

** A l'exception de l'annexe B.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 1: Contactors

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17B, Low-Voltage Switchgear and Controlgear, of Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

It forms the second edition of Publication 158-1 and supersedes the first edition issued in 1964.

Work was commenced in January 1968 and the draft of revision was examined during the meeting held in Brussels in October 1968. The final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1969, a corrigendum being circulated in July 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Poland
Austria	South Africa
Belgium	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet Socialist
Germany*	Republics
Iran	United Kingdom
Israel	United States of America**
Italy	Yugoslavia
Norway	

The Netherlands National Committee has cast a negative vote since it considers too high the values of the temperature-rise limits for insulated coils in air as stated in Clause 7.3.1.

* Except for the temperature-rise limits for insulated coils in air (Clause 7.3.1), deemed to be too high.

** With the exception of Appendix B.

APPAREILLAGE DE COMMANDE A BASSE TENSION

Première partie: Contacteurs

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation est applicable aux contacteurs destinés à fermer et à ouvrir des circuits électriques et, s'ils sont équipés de relais appropriés, à assurer la protection de ces circuits contre les surcharges susceptibles de se produire en exploitation.

Elle n'est applicable qu'aux contacteurs dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 200 V en courant continu.

- Notes* 1. — En l'absence actuelle de spécifications internationales, un accord devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur dans le cas d'une tension alternative supérieure à 1 000 V ou d'une tension continue supérieure à 1 200 V, la présente publication servant de base chaque fois qu'elle est applicable.
2. — Les contacteurs destinés à assurer la protection contre les courts-circuits doivent satisfaire en outre aux conditions correspondantes prescrites pour les disjoncteurs (Publication 157-1 de la CEI).

1.2 *Objet*

La présente recommandation a pour objet de fixer:

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 qualités diélectriques;
 - c) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes;
3. les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
4. les indications à porter sur les appareils.

2. Définitions

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation:

2.1 *Définitions relatives aux contacteurs*

2.1.1 *Appareil de connexion*

Appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques.

2.1.2 *Appareil mécanique de connexion*

Appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables.

2.1.3 *Appareillage de commande*

Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à la commande des appareils utilisateurs d'énergie électrique.

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 1: Contactors

1. General

1.1 Scope

This Recommendation applies to contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays, for protecting these circuits against operating overloads which may occur therein.

It applies only to contactors, the main contacts of which are intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 200 V d.c.

Notes 1. — In the present absence of international specifications, an agreement shall take place between manufacturer and user in the case of a voltage exceeding 1 000 V a.c. or 1 200 V d.c., the present Publication being considered as a basis wherever applicable.

2. — Contactors which are intended to provide short-circuit protection shall additionally satisfy the relevant conditions specified for circuit-breakers (IEC Publication 157-1).

1.2 Object

The object of this Recommendation is to state:

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;
3. the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
4. the data to be marked on the apparatus.

2. Definitions

For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply:

2.1 Definitions concerning contactors

2.1.1 Switching device

A device designed to make or break the current in one or more electric circuits.

2.1.2 Mechanical switching device

A switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts.

2.1.3 Controlgear

A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for the control of power consuming equipment.

2.1.4 *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 du circuit, y compris les conditions de surcharge en service.

Notes 1. — Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

2. — Un contacteur peut aussi être capable d'établir et d'interrompre des courants de court-circuit.

3. — 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.

2.1.5 (Disponible.)

2.1.6 *Contacteur électromagnétique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture ou à l'ouverture des contacts principaux est fourni par un électro-aimant.

2.1.7 *Contacteur pneumatique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture ou à l'ouverture des contacts principaux est fourni par un dispositif utilisant l'air comprimé sans utilisation de moyens électriques.

2.1.8 *Contacteur électropneumatique*

Contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture ou à l'ouverture des contacts principaux est fourni par un dispositif utilisant l'air comprimé, la commande s'effectuant au moyen d'électrovalves.

2.1.9 *Contacteur à accrochage*

Contacteur dont les éléments mobiles quittent la position de repos quand on actionne un dispositif de commande, mais qu'un dispositif d'accrochage empêche de retourner à leur position de repos quand on cesse d'actionner le dispositif de commande. L'accrochage et le décrochage peuvent être mécaniques, magnétiques, électriques, pneumatiques, etc.

Note. — Etant donné qu'il possède un accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après la définition 2.1.4, il n'est pas 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 admettra qu'il doive répondre aux spécifications des contacteurs chaque fois que cela est possible.

2.1.10 *Circuit principal*

Ensemble des pièces conductrices d'un contacteur insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir.

2.1.11 *Pôle d'un contacteur*

Élément constituant d'un contacteur 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.

Note. — Un contacteur 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.

2.1.12 *Contact principal*

Contact inséré dans le circuit principal d'un contacteur, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal.

2.1.4 *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.

Notes 1. — A contactor is usually intended to operate frequently.

2. — A contactor may also be capable of making and breaking short-circuit currents.

3. — 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.

2.1.5 (Vacant.)

2.1.6 *Electromagnetic contactor*

A contactor in which the force for closing or opening the main contacts is provided by an electro-magnet.

2.1.7 *Pneumatic contactor*

A contactor in which the force for closing or opening the main contacts is provided by a device using compressed air, without the use of electrical means.

2.1.8 *Electro-pneumatic contactor*

A contactor in which the force for closing or opening the main contacts is provided by a device using compressed air under the control of electrically operated valves.

2.1.9 *Latched contactor*

A contactor, the moving elements of which leave the position of rest when the operating means are energized, but which are prevented by means of a latching arrangement from returning to the position of rest when the operating means are de-energized. The latching and the release of the latching may be mechanical, magnetic, electrical, pneumatic, etc.

Note. — Because of the latching, the latched contactor actually acquires a second position of rest and, according to the definition 2.1.4, it is not 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 applicable.

2.1.10 *Main circuit*

All the conducting parts of a contactor included in the circuit which it is designed to close or open.

2.1.11 *Pole of a contactor*

The portion of a contactor 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.

Note. — A contactor 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.

2.1.12 *Main contact*

A contact included in the main circuit of a contactor, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit.

2.1.13 *Courant coupé*

Courant dans un pôle d'un contacteur à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une manœuvre de coupure.

En courant alternatif, c'est la valeur efficace de la composante périodique du courant.

2.1.14 *Pouvoir de coupure*

Une valeur du courant coupé que le contacteur est capable de couper sous une tension déterminée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

2.1.15 *Pouvoir de fermeture*

Une valeur du courant que le contacteur est capable d'établir sous une tension déterminée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

En courant alternatif, c'est la valeur efficace de la composante périodique du courant.

2.1.16 *Tension de rétablissement*

Tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un contacteur après l'interruption du courant.

Note. — 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 à fréquence industrielle (article 2.1.16.2) existe seule.

2.1.16.1 *Tension transitoire de rétablissement*

Tension de rétablissement tant qu'elle comporte un caractère transitoire appréciable.

Notes 1. — La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du contacteur. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre d'un circuit polyphasé.

2. — A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

2.1.16.2 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

Tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension.

Notes 1. — La tension de rétablissement à fréquence industrielle peut être indiquée en pourcentage de la tension nominale.

2. — Cette définition s'applique aussi au cas du courant continu, la fréquence étant alors considérée comme nulle.

2.1.17 *Courant de courte durée admissible*

Courant qu'un contacteur peut supporter dans la position de fermeture pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

2.1.18 *Surintensité*

Tout courant supérieur au courant nominal.

2.1.19 *Surcharge*

Conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité.

Note. — Une surcharge peut provoquer des dommages si elle est maintenue pendant un temps suffisant.

2.1.20 *Partie conductrice*

Partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal.

2.1.21 *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.

2.1.13 *Breaking current*

The current in a pole of a contactor at the instant of initiation of the arc during a breaking operation.

For a.c., it is the r.m.s. value of the a.c. component.

2.1.14 *Breaking capacity*

A value of breaking current that the contactor is capable of breaking at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.15 *Making capacity*

A value of current that the contactor is capable of making at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour.

For a.c., it is the r.m.s. value of the a.c. component.

2.1.16 *Recovery voltage*

The voltage which appears across the terminals of a pole of a contactor after the breaking of the current.

Note. — 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 power-frequency voltage (Clause 2.1.16.2) alone exists.

2.1.16.1 *Transient recovery voltage (restriking voltage)*

The recovery voltage during the time in which it has a significant transient character.

Notes 1. — The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and the contactor. It includes the voltage shift of the neutral of a poly-phase circuit.

2. — The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first pole to clear because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

2.1.16.2 *Power-frequency recovery voltage*

The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided.

Notes 1. — The power-frequency recovery voltage may be referred to as a percentage of the rated voltage.

2. — This definition applies also to the case of d.c., the frequency then being considered as zero.

2.1.17 *Short-time withstand current*

The current that a contactor can carry in the closed position during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.18 *Over-current*

Any current exceeding the rated current.

2.1.19 *Overload*

Operating conditions in an electrically undamaged circuit, which cause an over-current.

Note. — An overload may cause damage if sustained for a sufficient time.

2.1.20 *Conducting part*

A part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current.

2.1.21 *Clearance*

The distance between two conducting parts along a string stretched the shortest way between these conducting parts.

2.1.21.1 *Distance d'isolement entre pôles*

Distance d'isolement entre n'importe quelles parties conductrices de pôles adjacents.

2.1.21.2 *Distance d'isolement à la terre*

Distance d'isolement entre n'importe quelles parties conductrices et n'importe quelles parties réunies à la terre ou prévues pour être réunies à la terre.

2.1.21.3 *Distance d'isolement entre contacts ouverts*

Distance d'isolement totale entre les contacts, ou n'importe quelles parties conductrices qui leur sont reliées, d'un pôle d'un contacteur dans la position d'ouverture.

2.1.22 *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.

2.1.23 *Partie accidentellement dangereuse*

Partie conductrice, directement accessible à un opérateur, qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir, par exemple en cas de défaut d'isolement.

Note — Les parties accidentellement dangereuses les plus caractéristiques sont les parois des enveloppes, les poignées de manœuvre, etc.

2.1.24 *Température de l'air ambiant*

Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité du contacteur (par exemple pour des contacteurs enfermés, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe).

2.2 *Définitions relatives aux positions, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un contacteur*

2.2.1 *Position de repos*

Position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant ou son dispositif à air comprimé n'est pas alimenté.

2.2.2 *Circuit de commande*

Ensemble des pièces conductrices d'un contacteur (autres que le circuit principal) utilisées pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres du contacteur.

Note. — Les contacteurs pneumatiques ne comportent pas de circuit de commande.

2.2.3 *Contact de commande*

Contact inséré dans un circuit de commande d'un contacteur et manœuvré mécaniquement par le contacteur.

Note. — Un contact de commande fait partie de la conception d'un contacteur.

2.2.4 *Circuit auxiliaire*

Ensemble des parties conductrices d'un contacteur destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande du contacteur.

Note. — Certains circuits auxiliaires répondent à des prescriptions 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.

2.1.21.1 *Clearance between poles*

The clearance between any conducting parts of adjacent poles.

2.1.21.2 *Clearance to earth*

The clearance between any conducting parts and any parts which are earthed or intended to be earthed.

2.1.21.3 *Clearance between open contacts (gap)*

The total clearance between the contacts, or any conducting parts connected thereto, of a pole of a contactor in the open position.

2.1.22 *Creepage distance*

The shortest distance along the surface of an insulating material between two conducting parts.

Note. — A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

2.1.23 *Accidentally dangerous part*

A conducting part which can be touched readily by an operator and which is normally not alive, but which may become alive, for instance as a result of an insulation failure.

Note. — Typical accidentally dangerous parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

2.1.24 *Ambient air temperature*

The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete contactor (e.g., for enclosed contactors, it is the air outside the enclosure).

2.2 *Definitions concerning positions, control and auxiliary circuits of a contactor*

2.2.1 *Position of rest*

The position which the moving elements of the contactor take up when its electro-magnet or its compressed-air device is not energized.

2.2.2 *Control circuit*

All the conducting parts of a contactor (other than the main circuit) used for the closing operation or opening operation, or both, of the contactor.

Note. — Pneumatic contactors do not include control circuits.

2.2.3 *Control contact*

A contact included in a control circuit of a contactor and mechanically operated by the contactor.

Note. — A control contact is part of the design of a contactor.

2.2.4 *Auxiliary circuit*

All the conducting parts of a contactor intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the contactor.

Note. — Some auxiliary circuits serve supplementary requirements such as signalling, interlocking, etc., and as such they may be part of the control circuit of another switching device.

2.2.5 *Contact auxiliaire*

Contact inséré dans un circuit auxiliaire d'un contacteur et manœuvré mécaniquement par le contacteur.

Note. — Un contact auxiliaire est destiné à remplir des conditions supplémentaires telles que signalisation, verrouillage, etc., et par conséquent il peut faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

2.2.6 *Contact de fermeture (contact «a»)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux du contacteur sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts.

2.2.7 *Contact d'ouverture (contact «b»)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux du contacteur sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts.

2.2.8 *Position de fermeture*

Position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal du contacteur est assurée.

2.2.9 *Position d'ouverture*

Position dans laquelle la distance prédéterminée d'isolement entre contacts ouverts est assurée dans le circuit principal du contacteur.

2.2.10 *Manœuvre (ou opération) (d'un contacteur)*

Passage d'un (des) contact(s) mobile(s) d'une position à l'autre.

Notes 1. — Ce pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

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

2.2.11 *Cycle de manœuvres (ou cycle d'opérations) (d'un contacteur)*

Suite de manœuvres d'une position à l'autre avec retour à la première position.

Notes 1. — Ce pourra être une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

2. — Une succession de manœuvres ne formant pas un cycle de manœuvres est appelée *série de manœuvres* (ou *série d'opérations*).

2.2.12 *Manœuvre de fermeture*

Manœuvre par laquelle on fait passer le contacteur de la position d'ouverture à la position de fermeture.

2.2.13 *Manœuvre d'ouverture*

Manœuvre par laquelle on fait passer le contacteur de la position de fermeture à la position d'ouverture.

3. **Classification**

3.1 Suivant le genre de commande, on distingue:

- les contacteurs électromagnétiques,
- les contacteurs pneumatiques,
- les contacteurs électropneumatiques.

Note. — La présente recommandation peut également concerner des contacteurs équipés d'autres types de commande, pour autant qu'elle soit applicable dans la pratique.

2.2.5 *Auxiliary contact*

A contact included in an auxiliary circuit of a contactor and mechanically operated by the contactor.

Note. — An auxiliary contact is intended to satisfy supplementary requirements such as signalling, interlocking, etc., and as such it may be part of a control circuit of another switching device.

2.2.6 *a-contact (make contact)*

A control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the contactor are closed and open when they are open.

2.2.7 *b-contact (break contact)*

A control or auxiliary contact which is open when the main contacts of the contactor are closed and closed when they are open.

2.2.8 *Closed position*

The position in which the pre-determined continuity of the main circuit of the contactor is secured.

2.2.9 *Open position*

The position in which the pre-determined clearance between open contacts in the main circuit of the contactor is secured.

2.2.10 *Operation (of a contactor)*

The transfer of the moving contact(s) from one position to the other.

Notes 1. — 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.

2.2.11 *Operating cycle (of a contactor)*

A succession of operations from one position to the other and back to the first position.

Notes 1. — This may be a closing operation followed by an opening operation.

2. — A succession of operations not forming an operating cycle is referred to as an *operating series*.

2.2.12 *Closing operation*

An operation by which the contactor is brought from the open position to the closed position.

2.2.13 *Opening operation*

An operation by which the contactor is brought from the closed position to the open position.

3. **Classification**

3.1 According to the method of control, contactors are designated as:

- electromagnetic,
- pneumatic,
- electro-pneumatic.

Note. — This Recommendation may also concern contactors fitted with other types of control as far as it is practically applicable.

- 3.2 Suivant le milieu de coupure, les contacteurs sont divisés en différents groupes, par exemple:
- les contacteurs à coupure dans l'air,
 - les contacteurs à coupure dans l'huile.
- 3.3 Suivant le degré de protection procuré par l'enveloppe. Tous les détails sont donnés dans la Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

4. Caractéristiques des contacteurs

4.1 *Énumération des caractéristiques*

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

Type du contacteur (voir article 4.2);

Valeurs nominales (voir article 4.3);

Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (voir article 4.4);

Circuits auxiliaires (voir article 4.5);

Degrés de protection des enveloppes (voir article 3.3).

4.2 *Type du contacteur*

Il est nécessaire d'indiquer:

4.2.1 *Le nombre de pôles*

4.2.2 *La nature du courant*

La nature du courant et, dans le cas du courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence nominale.

4.2.3 *Le milieu de coupure (air, huile, etc.)*

4.2.4 *Le genre de commande (voir article 3.1)*

4.3 *Valeurs nominales*

Les valeurs nominales relatives à un contacteur doivent être indiquées conformément aux articles 4.3.1 à 4.3.8, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs nominales énumérées.

4.3.1 *Tensions nominales*

Un contacteur est défini par les tensions nominales suivantes:

4.3.1.1 *Tensions nominales d'emploi*

Une tension nominale d'emploi (U_e) d'un contacteur est une valeur de tension qui, combinée avec un courant nominal d'emploi, détermine l'emploi du contacteur, et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure, le type de service et la catégorie d'emploi.

Pour des circuits polyphasés, elle s'exprime par la tension entre phases.

Notes 1. — Un même contacteur peut être caractérisé par un certain nombre de valeurs combinées de tensions nominales d'emploi et de courants nominaux d'emploi correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

2. — En ce qui concerne les tensions nominales des circuits de commande, voir l'article 4.4.1.

4.3.1.2 *Tension nominale d'isolement*

La valeur nominale d'isolement (U_i) d'un contacteur est la valeur de tension qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent les essais diélectriques, les distances d'isolement et les lignes de fuite.

3.2 According to the interrupting medium, contactors are divided into different groups, e.g.:

- air break,
- oil-immersed break.

3.3 According to the degree of protection provided by the enclosure. Full details are given in IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Control-gear.

4. **Characteristics of contactors**

4.1 *Summary of characteristics*

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

Type of contactor (see Clause 4.2);

Rated values (see Clause 4.3);

Control circuits and air-supply systems (see Clause 4.4);

Auxiliary circuits (see Clause 4.5);

Degrees of protection of enclosures (see Clause 3.3).

4.2 *Type of contactor*

The following shall be stated:

4.2.1 *Number of poles*

4.2.2 *Kind of current*

Kind of current, and in the case of a.c., number of phases and rated frequency.

4.2.3 *Interrupting medium (air, oil, etc.)*

4.2.4 *Method of control* (see Clause 3.1)

4.3 *Rated values*

The rated values established for a contactor shall be stated in accordance with Clauses 4.3.1 to 4.3.8, but it is not necessary to establish all the rated values listed.

4.3.1 *Rated voltages*

A contactor is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 *Rated operational voltages*

A rated operational voltage (U_e) of a contactor is a value of voltage which, combined with a rated operational current, determines the application of the contactor and to which are referred the making and breaking capacities, the type of duty, and the utilization category.

For polyphase circuits, it is 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 for different duties and utilization categories.

2. — For rated voltages of control circuits, see Clause 4.4.1.

4.3.1.2 *Rated insulation voltage*

The rated insulation voltage (U_i) of a contactor is the value of voltage which designates it and to which dielectric tests, clearances and creepage distances are referred.

Sauf indication contraire, la tension nominale d'isolement est la valeur de la tension nominale d'emploi maximale du contacteur. En aucun cas, la tension nominale d'emploi la plus élevée ne doit excéder la tension nominale d'isolement.

4.3.2 Courants nominaux

Un contacteur est défini par les courants nominaux suivants:

4.3.2.1 Courant nominal thermique

Le courant nominal thermique (I_{th}) d'un contacteur est le courant maximal qu'il peut supporter en service de 8 heures (voir article 4.3.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées à l'article 7.3 (tableaux V et VI) quand l'appareil est essayé selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

Note. — Le courant nominal thermique peut différer suivant le type d'enveloppe.

4.3.2.2 Courants nominaux d'emploi ou puissances nominales d'emploi

Un courant nominal d'emploi (I_e) d'un contacteur est défini par le constructeur et tient compte de la tension nominale d'emploi (voir article 4.3.1.1), de la fréquence nominale (voir article 4.3.3), du service nominal (voir article 4.3.4), de la catégorie d'emploi (voir article 4.3.6) et du type d'enveloppe de protection.

Dans le cas de contacteurs pour moteurs, l'indication d'un courant nominal d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance nominale maximale disponible, sous la tension nominale 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 et la puissance.

4.3.3 Fréquence nominale

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

4.3.4 Service nominal

Les services nominaux considérés comme normaux sont les suivants:

4.3.4.1 Service de 8 heures

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 heures sans interruption.

Notes 1. — Ce service est le service de base d'après lequel le courant nominal thermique de l'appareil est déterminé.

2. — Par interruption, on entend la coupure du courant par manœuvre du contacteur.

4.3.4.2 Service ininterrompu

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés sans interruption, tout en étant parcourus par un courant constant, pendant des durées supérieures à 8 heures (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — Ce genre de service diffère du service de 8 heures en ce que les oxydes et les poussières peuvent s'accumuler sur les contacts et amener un échauffement progressif. Il peut être tenu compte du service ininterrompu, soit par l'adoption d'un facteur de déclassement, soit par des réalisations spéciales (contacts en argent, par exemple) (voir tableau VI).

4.3.4.3 Service intermittent périodique ou service intermittent

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés pendant des durées ayant une relation définie par rapport aux durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique.

Unless otherwise stated, the rated insulation voltage is the value of the maximum rated operational voltage of the contactor. In no case shall the maximum rated operational voltage exceed the rated insulation voltage.

4.3.2 *Rated currents*

A contactor is defined by the following rated currents:

4.3.2.1 *Rated thermal current*

The rated thermal current (I_{th}) of a contactor is the maximum current it can carry on eight-hour duty (see Clause 4.3.4.1) without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Tables V and VI) when tested according to Clause 8.2.2.

Note. — The rated thermal current can differ according to the type of enclosure.

4.3.2.2 *Rated operational currents or rated operational powers*

A rated operational current (I_e) of a contactor is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1), the rated frequency (see Clause 4.3.3), the rated duty (see Clause 4.3.4), the utilization category (see Clause 4.3.6) and the type of protective enclosure.

In the case of contactors for motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by the 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.

4.3.3 *Rated frequency*

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

4.3.4 *Rated duty*

The rated duties considered as normal are as follows:

4.3.4.1 *Eight-hour duty*

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

Notes 1. — This is the basic duty on which the rated thermal current of the apparatus is determined.

2. — Interruption means breaking of the current by operation of the contactor.

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

Duty in which the main contacts of a contactor remain closed whilst carrying a steady current without interruption for periods of more than eight hours (weeks, months, or even years).

Note. — This kind of service is set apart from the eight-hour duty because oxides and dirt can accumulate on the contacts and lead to progressive heating. Uninterrupted duty can be taken account of either by a de-rating factor, or by special design considerations (e.g. silver contacts) (see Table VI).

4.3.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

Duty in which the main contacts of a contactor remain closed for periods bearing a definite relation to the no-load periods, both periods being too short to allow the contactor to reach thermal equilibrium.

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.

Exemple: Un service intermittent comportant le passage d'un courant de 100 A pendant 4 min toutes les 10 min peut être défini: «Service intermittent 100 A, 4 min/10 min» ou «Service intermittent 100 A, 6 cycles de manœuvres par heure, 40%».

Les valeurs normales du facteur de marche sont de 15%, 25%, 40% et 60%.

4.3.4.3.1 *Classes de service intermittent*

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

- Classe 0,03 : jusqu'à 3 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,1 : jusqu'à 12 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,3 : jusqu'à 30 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 1 : jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 3 : jusqu'à 300 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 10 : jusqu'à 1 200 cycles de manœuvres par heure.

Note. — A l'occasion d'une révision future, le cas d'une classe 30 sera examiné.

Il est rappelé qu'un cycle de manœuvres est un cycle complet de fonctionnement comprenant une fermeture et une ouverture.

Pour un service intermittent comportant un grand nombre de cycles de manœuvres par heure, le constructeur doit indiquer, soit en utilisant le cycle réel si celui-ci est connu, soit en utilisant des cycles conventionnels qu'il indiquera, les valeurs des courants nominaux d'emploi qui doivent être telles que:

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \times T$$

où T est la durée totale d'un cycle de manœuvres.

4.3.4.4 *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 périodes de passage de courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu refroidissant.

Les valeurs normales du service temporaire sont de 10 min, 30 min, 60 min et 90 min avec les contacts fermés.

4.3.5 *Pouvoirs de fermeture et de coupure*

Un contacteur est défini par ses pouvoirs de fermeture et ses pouvoirs de coupure, spécifiés au tableau II (voir article 4.3.6) conformément aux catégories d'emploi.

Note. — Certains contacteurs associés à des dispositifs à maximum de courant peuvent faire en outre l'objet de prescriptions en ce qui concerne leurs pouvoirs de fermeture et de coupure en cas de court-circuit se produisant à l'endroit où ils sont installés. Ils doivent alors répondre soit aux prescriptions de la présente recommandation y compris l'annexe C, soit aux prescriptions de la Publication 157-1 de la CEI: Appareillage de distribution à basse tension, Première partie: Disjoncteurs, en ce qui concerne les pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit et le courant nominal de courte durée admissible.

4.3.5.1 *Pouvoir de fermeture nominal*

Le pouvoir de fermeture nominal d'un contacteur est une valeur de courant en régime établi que le contacteur peut établir sans soudure ou usure exagérée des contacts, ni émission excessive de flammes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of 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.

Example: An intermittent duty comprising a current flow of 100 A for 4 min in every 10 min may be stated as: “Intermittent duty 100 A, 4 min/10 min” or “Intermittent duty 100 A, 6 operating cycles per hour, 40%”.

Standard values of on-load factor are 15%, 25%, 40% and 60%.

4.3.4.3.1 *Classes of intermittent duty*

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

- Class 0.03: up to 3 operating cycles per hour;
- Class 0.1 : up to 12 operating cycles per hour;
- Class 0.3 : up to 30 operating cycles per hour;
- Class 1 : up to 120 operating cycles per hour;
- Class 3 : up to 300 operating cycles per hour;
- Class 10 : up to 1 200 operating cycles per hour.

Note. — On the occasion of a future revision, Class 30 will be considered.

It is recalled that an operating cycle is a complete working cycle comprising one closing operation and one opening operation.

For intermittent duty with a large number of operating cycles per hour, the manufacturer shall indicate, either in terms of the true cycle if this is known, or in terms of conventional cycles designated by him, the values of the rated operational currents which shall be such that:

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \times T$$

where T is the total operating cycle time.

4.3.4.4 *Temporary duty*

Duty in which the main contacts of a contactor remain closed for periods of time insufficient to allow the contactor to reach thermal equilibrium, the current-carrying periods being separated by no-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

Standard values of temporary duty are 10 min, 30 min, 60 min and 90 min with contacts closed.

4.3.5 *Making and breaking capacities*

A contactor is defined by its making capacities and breaking capacities, in accordance with utilization categories as specified in Table II (see Clause 4.3.6).

Note. — Certain contactors associated with over-current devices may also be subject to requirements as to their making and breaking capacities in the case of a short-circuit occurring where they are installed. They shall then comply with the requirements of this Recommendation including Appendix C or alternatively with the requirements of IEC Publication 157-1, Low-voltage Distribution Switchgear, Part 1: Circuit-breakers, for the rated short-circuit making and breaking capacities and the rated short-time withstand current.

4.3.5.1 *Rated making capacity*

The rated making capacity of a contactor is a value of current determined under steady state conditions which the contactor can make without welding or undue erosion of the contacts or excessive display of flame, under specified making conditions.

Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont :

- la tension entre pôles avant la fermeture des contacts ;
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir de fermeture nominal est exprimé en fonction de la tension nominale d'emploi et du courant nominal d'emploi, ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au tableau II.

En courant alternatif, le pouvoir de fermeture nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante symétrique du courant.

Note. — En courant alternatif, la valeur de crête du courant pendant les premières demi-périodes qui suivent la fermeture du contacteur peut être, suivant le facteur de puissance du circuit et l'instant de l'onde de tension où s'effectue la fermeture, notablement supérieure à la valeur de crête du courant en régime établi qui entre dans la définition du pouvoir de fermeture.

Un contacteur doit être capable d'établir un courant correspondant à la composante symétrique du courant qui définit son pouvoir de fermeture, quelle que soit la valeur de la composante asymétrique, dans les limites qui résultent des facteurs de puissance indiqués au tableau II.

Le pouvoir de fermeture nominal n'est valable que si le contacteur est manœuvré dans les conditions prescrites à l'article 7.5.

4.3.5.2 *Pouvoir de coupure nominal*

Le pouvoir de coupure nominal d'un contacteur est une valeur de courant que le contacteur peut couper sans usure exagérée des contacts ni émission excessive de flammes dans des conditions de coupure spécifiées sous la tension nominale d'emploi.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont :

- les caractéristiques du circuit d'essai ;
- la tension de rétablissement.

Le pouvoir de coupure nominal est exprimé en fonction de la tension nominale d'emploi et du courant nominal d'emploi, ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au tableau II.

Un contacteur doit être capable de couper n'importe quelle valeur de courant jusqu'à son pouvoir de coupure nominal le plus élevé, conformément à l'article 4.3.6.

En courant alternatif, le pouvoir de coupure nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante symétrique du courant.

4.3.5.3 *Aptitude à supporter les courants de surcharge*

A l'étude.

4.3.6 *Catégorie d'emploi*

Les catégories d'emploi énumérées au tableau I sont considérées comme normales dans la présente recommandation. Tout autre type de catégorie d'emploi doit être basé sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les renseignements donnés dans le catalogue ou la soumission du constructeur peuvent constituer un tel accord.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant nominal d'emploi et de la tension nominale d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps figurant au tableau II, et d'autres conditions d'essai intervenant dans les définitions des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux.

Pour les contacteurs définis par leur catégorie d'emploi, il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure puisque ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme l'indique le tableau II.

Les catégories d'emploi du tableau II correspondent en principe aux applications énumérées au tableau I.

The making conditions which shall be specified are:

- the voltage between poles before contact making;
- the characteristics of the test circuit.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category, according to Table II.

For a.c., the rated making capacity is expressed by the r.m.s. value of the symmetrical component of the current.

Note. — For a.c., the peak value of the current during the first half-cycles following closing of the contactor may be appreciably greater than the peak value of the current under steady state conditions used in the definition of making capacity, depending on the power-factor of the circuit and the instant on the voltage wave when closing occurs.

A contactor shall be capable of closing on a current corresponding to the symmetrical value of the current which defines its making capacity, whatever the value of the asymmetrical component may be, within the limits which result from power-factors indicated in Table II.

The rated making capacity is only valid when the contactor is operated in accordance with the requirements of Clause 7.5.

4.3.5.2 *Rated breaking capacity*

The rated breaking capacity of a contactor is a value of current which the contactor can break without undue erosion of the contacts or excessive display of flame, under specified breaking conditions at the rated operational voltage.

The breaking conditions which shall be specified are:

- the characteristics of the test circuit;
- the recovery voltage.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category, according to Table II.

A contactor shall be capable of breaking any value of the load current up to its highest rated breaking capacity according to Clause 4.3.6.

For a.c. the rated breaking capacity is expressed by the r.m.s. value of the symmetrical component of the current.

4.3.5.3 *Ability to withstand overload currents*

Under consideration.

4.3.6 *Utilization category*

The utilization categories as given in Table I are considered standard in this Recommendation. Any other type of utilization category shall be based on agreement between manufacturer and user, but information given in the manufacturer's catalogue or tender may constitute such an agreement.

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and of the rated operational voltage, and by the power-factors or time-constants as shown in Table II and other test conditions used in the definitions of the rated making and breaking capacities.

For contactors defined by their utilization category, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities as those values depend directly on the utilization category as shown in Table II.

The utilization categories of Table II correspond in principle to the applications listed in Table I.

TABLEAU I

Catégories d'emploi

Catégorie		Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.
	AC-2	Moteurs à bagues : Démarrage, inversion de marche ¹⁾ .
	AC-3	Moteurs à cage : Démarrage, coupure des moteurs lancés.
	AC-4	Moteurs à cage : Démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ .
Courant continu	DC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.
	DC-2	Moteurs shunt : Démarrage, coupure des moteurs lancés.
	DC-3	Moteurs shunt : Démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ .
	DC-4	Moteurs série : Démarrage, coupure des moteurs lancés.
	DC-5	Moteurs série : Démarrage, inversion de marche ¹⁾ , marche par à-coups ²⁾ .

¹⁾ Par inversion de marche, on entend l'arrêt ou l'inversion rapide du sens de rotation du moteur en permutant des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne.

²⁾ Par marche par à-coups, on entend une commande caractérisée par une ou plusieurs fermetures brèves et fréquentes du circuit d'un moteur, dans le but d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné.

Note. — L'application des contacteurs à la commande des circuits rotoriques, des condensateurs ou des lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.

TABLEAU II

Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux (voir article 8.2.4)

Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi⁽¹⁾

	Catégorie	Valeur du courant nominal d'emploi	Etablissement			Coupure		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾
Courant alternatif	AC-1	(Toutes valeurs)	1,5	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
	AC-2	(Toutes valeurs)	4	1,1	0,65	4	1,1	0,65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	10	1,1	0,65	8	1,1	0,65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	10	1,1	0,35	8	1,1	0,35
		$I_e > 100 \text{ A}$	8 ⁽³⁾	1,1	0,35	6 ⁽⁴⁾	1,1	0,35
	AC-4	$I_e \leq 17 \text{ A}$	12	1,1	0,65	10	1,1	0,65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	12	1,1	0,35	10	1,1	0,35
		$I_e > 100 \text{ A}$	10 ⁽⁵⁾	1,1	0,35	8 ⁽³⁾	1,1	0,35
Courant continu	DC-1	(Toutes valeurs)	I/I_e	U/U_e	L/R ⁽⁶⁾ (ms)	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ⁽⁶⁾ (ms)
	DC-2 (moteurs shunt)	(Toutes valeurs)	—	—	—	—	—	—
	DC-3 (moteurs shunt)	(Toutes valeurs)	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
	DC-4 (moteurs série)	(Toutes valeurs)	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
	DC-5 (moteurs série)	(Toutes valeurs)	4	1,1	15	4	1,1	15
	DC-5 (moteurs série)	(Toutes valeurs)	4	1,1	15	4	1,1	15

I_e Courant nominal d'emploi (voir article 4.3.2.2);
 U_e Tension nominale d'emploi (voir article 4.3.1.1);
 I Courant établi;
 U Tension avant établissement;
 U_r Tension de rétablissement;
 I_c Courant coupé.

¹⁾ En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée (voir article 4.3.5.1, note).
²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.
³⁾ Avec un minimum de 1 000 A pour I ou I_c .
⁴⁾ Avec un minimum de 800 A pour I_c .
⁵⁾ Avec un minimum de 1 200 A pour I .
⁶⁾ Tolérance sur L/R : $\pm 15\%$.

TABLE I
Utilization categories

Category		Typical applications
A.C.	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	AC-2	Slip-ring motors : Starting, plugging ¹⁾ .
	AC-3	Squirrel-cage motors : Starting, switching off motors during running.
	AC-4	Squirrel-cage motors : Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .
D.C.	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	DC-2	Shunt-motors : Starting, switching off motors during running.
	DC-3	Shunt-motors : Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .
	DC-4	Series-motors : Starting, switching off motors during running.
	DC-5	Series-motors : Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .
¹⁾ By plugging, is understood stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running. ²⁾ By inching (jogging), is understood energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism. Note. — The application of contactors to the switching of rotor circuits, capacitors or tungsten filament lamps shall be subject to special agreement between manufacturer and user.		

TABLE II

Verification of rated making and breaking capacities (See Clause 8.2.4)

Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories⁽¹⁾

	Category	Value of the rated operational current	Make			Break		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾
A.C.	AC-1	(All values)	1.5	1.1	0.95	1.5	1.1	0.95
	AC-2	(All values)	4	1.1	0.65	4	1.1	0.65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	10	1.1	0.65	8	1.1	0.65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	10	1.1	0.35	8	1.1	0.35
		$I_e > 100 \text{ A}$	8 ⁽³⁾	1.1	0.35	6 ⁽⁴⁾	1.1	0.35
	AC-4	$I_e \leq 17 \text{ A}$	12	1.1	0.65	10	1.1	0.65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	12	1.1	0.35	10	1.1	0.35
		$I_e > 100 \text{ A}$	10 ⁽⁵⁾	1.1	0.35	8 ⁽³⁾	1.1	0.35
D.C.	DC-1	(All values)	I/I_e	U/U_e	L/R ⁽⁶⁾ (ms)	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ⁽⁶⁾ (ms)
	DC-2	(All values)	—	—	—	—	—	—
	DC-2 } (shunt-	(All values)	4	1.1	2.5	4	1.1	2.5
	DC-3 } motors)	(All values)	4	1.1	2.5	4	1.1	2.5
	DC-4 } (series-	(All values)	4	1.1	15	4	1.1	15
	DC-5 } motors)	(All values)	4	1.1	15	4	1.1	15

I_e Rated operational current (see Clause 4.3.2.2);

U_e Rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1);

I Current made;

U Voltage before make;

U_r Recovery voltage;

I_c Current broken.

1) In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value (see Clause 4.3.5.1, Note).

2) Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 .

3) With a minimum of 1 000 A for I or I_e .

4) With a minimum of 800 A for I_c .

5) With a minimum of 1 200 A for I .

6) Tolerance for L/R : $\pm 15\%$.

3) Tolérance sur L/R : $\pm 15\%$.

4.3.7 Mechanical endurance

With respect to its resistance to mechanical wear, a contactor is characterized by the number of no-load operating cycles (i.e., without current on the main contacts) which can be made before it becomes necessary to service or replace any mechanical parts; however, normal maintenance including replacement of contacts as specified in Clause 8.2.7.3 is permitted.

The preferred numbers of no-load operating cycles, expressed in millions, are:

0.001 — 0.003 — 0.01 — 0.03 — 0.1 — 0.3 — 1 — 3 and 10.

If no mechanical endurance is stated by the manufacturer, a class of intermittent duty implies a minimum mechanical endurance corresponding to 8 000 h of operation at the highest corresponding frequency of operating cycles.

4.3.8 Electrical endurance

With respect to its resistance to electrical wear, a contactor is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in Table III, which can be made without repair or replacement.

Unless otherwise stated, the number of on-load operating cycles for categories AC-3, DC-2 and DC-4 shall be not less than 1/20 of the number of no-load operating cycles corresponding to the mechanical endurance of the contactor.

It is recommended that the manufacturer state the above-mentioned number of on-load operating cycles.

TABLE III

Verification of the number of on-load operating cycles

Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories⁽¹⁾

	Category	Value of the rated operational current	Make			Break		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$ ⁽²⁾
A.C.	AC-1	(All values)	1	1	0.95	1	1	0.95
	AC-2	(All values)	2.5	1	0.65	2.5	1	0.65
	AC-3	$I_e \leq 17$ A	6	1	0.65	1	0.17	0.65
		$I_e > 17$ A	6	1	0.35	1	0.17	0.35
	AC-4	$I_e \leq 17$ A	6	1	0.65	6	1	0.65
		$I_e > 17$ A	6	1	0.35	6	1	0.35
D.C.			I/I_e	U/U_e	L/R ⁽³⁾ (ms)	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R ⁽³⁾ (ms)
	DC-1	(All values)	1	1	1	1	1	1
	DC-2	(All values)	2.5	1	2	1	0.10	7.5
	DC-3	(All values)	2.5	1	2	2.5	1	2
	DC-4	(All values)	2.5	1	7.5	1	0.30	10
	DC-5	(All values)	2.5	1	7.5	2.5	1	7.5

I_e Rated operational current (see Clause 4.3.2.2);

U_e Rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1);

I Current made;

U Voltage before make;

U_r Recovery voltage;

I_c Current broken.

1) In a.c. the conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value (see Clause 4.3.5.1, Note).

2) Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 .

3) Tolerance for L/R : $\pm 15\%$.

4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé

Les caractéristiques des circuits de commande et des dispositifs d'alimentation en air comprimé sont :

4.4.1 Pour les circuits de commande

- la tension nominale des circuits de commande (U_c) (nature et fréquence dans le cas du courant alternatif);
- la tension nominale d'alimentation de commande (U_s) (nature et fréquence dans le cas du courant alternatif).

Note. — Une distinction a été faite ci-dessus entre la *tension des circuits de commande*, qui est la tension qui apparaîtrait entre les contacts normalement ouverts d'un appareil de commande dans le circuit où est insérée la bobine, 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 nominale des circuits de commande et la fréquence nominale, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques d'isolement du circuit de la bobine de commande.

La tension nominale d'alimentation de commande et la fréquence nominale, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement des circuits de commande. Les conditions de fonctionnement satisfaisant sont basées sur une valeur de la tension d'alimentation de commande qui ne soit pas inférieure à 85% de sa valeur nominale lorsque le courant circulant dans les circuits de commande atteint sa valeur la plus élevée, ni supérieure à 110% de sa valeur nominale. La tension d'alimentation de commande à circuit ouvert ne doit pas dépasser 120% de la tension nominale d'alimentation de commande U_s .

Si la tension nominale des circuits de commande est différente de celle du circuit principal, sa valeur doit, de préférence, être choisie d'après les valeurs du tableau IV.

TABLEAU IV

Valeurs normales de la tension nominale des circuits de commande, si elle est différente de celle du circuit principal

Courant continu V	Courant alternatif monophasé V
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 48, 110, 127, 220

Note. — Le constructeur doit être en mesure d'indiquer la valeur ou les valeurs du courant absorbé par les circuits de commande sous la tension nominale d'alimentation.

4.4.2 Pour les dispositifs d'alimentation en air comprimé

- La pression nominale et ses limites.
- Les volumes d'air, à la pression atmosphérique, nécessaires pour chaque opération de fermeture et chaque opération d'ouverture.

La pression nominale d'alimentation d'un contacteur pneumatique ou électropneumatique est la pression d'air sur laquelle sont basées les caractéristiques de fonctionnement du dispositif de commande pneumatique.

4.4 *Control circuits and air-supply systems*

The characteristics of control circuits and air-supply systems are:

4.4.1 *For control circuits*

- the rated control circuit voltage (U_c) (nature and frequency if a.c.);
- the rated control supply voltage (U_s) (nature and frequency if a.c.).

Note. — A distinction has been made above between the *control circuit voltage*, which is the voltage which would appear across the normally open contacts of a control device in the coil circuit, and the *control supply voltage*, which is the voltage applied to the input terminals of the control circuits of the contactor and may be different from the control circuit voltage, due 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 insulation characteristics of the operating coil circuit are based.

The rated control supply voltage and rated frequency, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the control circuits are based. The correct operating conditions are based upon a value of the control supply voltage not less than 85% of its rated value with the highest value of control circuit current flowing, nor more than 110% of its rated value. The control supply voltage for the open circuit shall not exceed 120% of the rated control supply voltage U_s .

If the rated control circuit voltage is different from that of the main circuit, its value should preferably be chosen from Table IV.

TABLE IV

*Standard values of the rated control circuit voltage,
if different from that of the main circuit*

D.C. V	Single-phase a.c. V
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 48, 110, 127, 220

Note. — The manufacturer shall be prepared to state the value or values of the current taken by the control circuits at the rated supply voltage.

4.4.2 *For air-supply systems*

- Rated pressure and its limits.
- Volumes of air, at atmospheric pressure, required for each closing and each opening operation.

The rated supply pressure of a pneumatic or electro-pneumatic contactor is the air pressure upon which the operating characteristics of the pneumatic control system are based.

4.5 *Circuits auxiliaires*

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont:

- a) le nombre de ces circuits;
- b) le nombre et la nature des contacts (contacts de fermeture, contacts d'ouverture, etc.);
- c) pour chacun de ces circuits:
 - la tension nominale;
 - la fréquence nominale, s'il y a lieu;
 - le courant nominal;
 - le pouvoir de coupure nominal des contacts.

Sauf indication contraire, le courant nominal des circuits auxiliaires est de 6 A et la tension nominale et la fréquence nominale (s'il y a lieu) des circuits auxiliaires sont égales à la tension nominale et à la fréquence nominale du circuit principal.

4.6 *Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits*

A l'étude.

5. **Plaques signalétiques**

Chaque contacteur doit être muni d'une plaque signalétique portant les indications suivantes, apposées de façon indélébile à un endroit tel que ces indications soient visibles et lisibles lorsque le contacteur est en place:

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) les tensions nominales d'emploi (voir article 4.3.1.1);
- d) la catégorie d'emploi et les courants nominaux d'emploi (ou les puissances nominales), aux tensions nominales d'emploi, du contacteur (voir article 4.3.2.2);
- e) soit la valeur de la fréquence nominale, par exemple: ~ 50 Hz, soit l'indication «courant continu» (ou le symbole $==$);
- f) si elles sont différentes de celles de la bobine: la nature du courant, la fréquence nominale et la tension nominale d'alimentation de commande (U_s).

Si les renseignements suivants ne sont pas indiqués ailleurs par le constructeur, ils devront également figurer sur la plaque signalétique du contacteur:

- g) la tension nominale d'isolement (voir article 4.3.1.2);
- h) le courant nominal thermique (voir article 4.3.2.1);
- i) les pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux. Ces indications peuvent être remplacées, s'il y a lieu, par l'indication de la catégorie d'emploi (voir tableaux I et II);
- j) le service nominal avec l'indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir article 4.3.4).

Les indications suivantes, concernant les bobines de commande du contacteur, devront figurer soit sur chaque bobine, soit sur le contacteur:

- k) soit l'indication «courant continu» (ou le symbole $==$), soit la valeur de la fréquence nominale, par exemple: ~ 50 Hz;
- l) la tension nominale de la bobine.

4.5 *Auxiliary circuits*

The characteristics of auxiliary circuits are:

- a) the number of those circuits;
- b) the number and kind of contacts (a-contact, b-contact, etc.);
- c) for each of these circuits:
 - rated voltage;
 - rated frequency, if any;
 - rated current;
 - rated breaking capacity of the contacts.

Unless otherwise stated, the rated current of auxiliary circuits is 6 A and the rated voltage and frequency (if any) of the auxiliary circuits shall be the rated voltage and frequency of the main circuit.

4.6 *Co-ordination with short-circuit protective devices*

Under consideration.

5. **Nameplates**

Each contactor shall be provided with a nameplate carrying the following data, marked in a durable manner, and located in a place such that they are visible and legible when the contactor is installed:

- a) the manufacturer's name or trademark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational voltages (see Clause 4.3.1.1);
- d) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltages of the contactor (see Clause 4.3.2.2);
- e) either value of the rated frequency, e.g.: ~ 50 Hz or the indication "d.c." (or the symbol ---);
- f) if different from those of the coil: nature of current, rated frequency and rated control supply voltage (U_s).

If not evident from information stated elsewhere by the manufacturer, the following shall also be stated on the contactor nameplate:

- g) rated insulation voltage (see Clause 4.3.1.2);
- h) rated thermal current (see Clause 4.3.2.1);
- i) rated making and breaking capacities. These indications may be replaced, if applicable, by the indication of the utilization category (see Tables I and II);
- j) rated duty with the indication of the class of intermittent duty, if any (see Clause 4.3.4).

The following information concerning the operating coils of the contactor shall be placed either on each coil or on the contactor:

- k) either the indication "d.c." (or the symbol ---) or value of the rated frequency, e.g.: ~ 50 Hz;
- l) rated coil voltage.

Pour les contacteurs commandés par air comprimé:

- m) la pression nominale d'alimentation en air comprimé et les limites de variation de cette pression, si elles sont différentes de celles spécifiées à l'article 7.5.

Note. — Si l'espace disponible sur la plaque signalétique est insuffisant pour porter toutes les indications ci-dessus, le contacteur portera au moins les renseignements a) et b) permettant de retrouver les indications complètes chez le constructeur.

6. Conditions normales de fonctionnement en service

6.1 Conditions normales de service

Les contacteurs répondant à la présente recommandation doivent être capables de fonctionner dans les conditions normales suivantes.

Pour les conditions de service qui ne sont pas normales, voir annexe A.

6.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas $+ 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas $+ 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

Note. — Les contacteurs prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse $+ 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (par exemple dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à $- 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

6.1.2 Altitude

L'altitude du lieu où le contacteur doit être installé n'excède pas 2000 m.

Note. — Pour les 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 fonctionner dans ces conditions doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

6.1.3 Conditions atmosphériques

L'air est propre et son degré d'humidité relative 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 $+ 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. On doit tenir compte des faibles condensations qui peuvent se produire lors des variations de température.

6.1.4 Conditions d'installation

Le contacteur doit être installé suivant les indications du constructeur.

7. Conditions normales de construction

7.1 Réalisation mécanique

7.1.1 Généralités

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier et être capables de subir avec succès les essais appropriés.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

For contactors operated by compressed air:

- m) rated supply pressure of the compressed air and the limits of variation of this pressure, if they are different from those specified in Clause 7.5.

Note. — If the available space on the nameplate is insufficient to carry all the above data, the contactor shall carry at least the information under a) and b) permitting the complete data to be obtained from the manufacturer.

6. Standard conditions for operation in service

6.1 Normal service conditions

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

For non-standard conditions in service, see Appendix A.

6.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and its average over a period of 24 h does not exceed $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

Note. — Contactors intended to be used in ambient air temperatures above $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (e.g. in forges, boiler rooms, tropical countries) or below $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may constitute such an agreement.

6.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 2000 m (6600 ft).

Note. — For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Contactors so used shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may constitute such an agreement.

6.1.3 Atmospheric conditions

The air is clean and its relative humidity 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 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Care should be taken of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature.

6.1.4 Conditions of installation

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

7. Standard conditions for construction

7.1 Mechanical design

7.1.1 General

Materials shall be suitable for the particular application and capable of passing the appropriate tests.

Special attention shall be called to flame and humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity.

Aucune pression des contacts ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique ou autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour résister à tout rétrécissement possible du matériau isolant.

Dans le cas des contacteurs immergés dans l'huile, la cuve doit être munie d'un dispositif indiquant le niveau d'huile correct.

7.1.2 *Distances d'isolement et lignes de fuite*

Les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être aussi grandes que possible, et les lignes de fuite doivent, si possible, comprendre des nervures disposées de manière à rompre la continuité de tout dépôt conducteur qui viendrait à s'y former.

Note. — Des recommandations sont données à l'annexe B.

7.1.3 *Bornes*

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

Les bornes doivent être conçues de façon qu'elles serrent le conducteur entre des surfaces métalliques avec une pression suffisante et sans endommager le conducteur de façon appréciable.

Les bornes ne doivent permettre ni aux conducteurs ni aux bornes elles-mêmes de se déplacer de façon nuisible au fonctionnement ou à l'isolement (les valeurs minimales prescrites devant être conservées pour les distances dans l'air et les lignes de fuite).

7.1.3.1 *Disposition des bornes*

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être disposées de façon à être aisément accessibles dans les conditions d'emploi prévues.

7.1.3.2 *Borne de terre*

Quand une borne de terre est prévue, elle doit être aisément accessible et disposée de telle sorte que la liaison du contacteur à la terre subsiste lorsque le couvercle, ou toute autre partie amovible, est enlevé.

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.

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

La borne de terre doit porter l'indication  de façon permanente et indélébile.

7.2 *Enveloppes*

7.2.1 *Degrés de protection des enveloppes*

Des recommandations concernant les degrés de protection procurés par les enveloppes sont données dans la Publication 144 de la CEI.

7.2.2 *Dispositions constructives*

Les enveloppes doivent être disposées de telle sorte que, lorsqu'elles sont ouvertes, les bornes, ainsi que toutes les parties dont le constructeur a prévu l'entretien, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur des enveloppes pour le passage des conducteurs venant de l'extérieur, depuis leur entrée dans les enveloppes jusqu'aux bornes.

Les parties mobiles des enveloppes de protection doivent être solidement assujetties sur les parties fixes par un dispositif tel qu'elles ne puissent se desserrer ni se détacher fortuitement en raison du fonctionnement de l'appareil ou sous l'effet de ses vibrations.

No contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic, or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

In the case of oil-immersed contactors, the tank shall be provided with means for indicating the correct oil level.

7.1.2 *Clearances and creepage distances*

The clearances and creepage distances shall be as large as practicable and creepage distances shall, wherever practicable, incorporate ridges, in order to break the continuity of conducting deposits which may form.

Note. — Recommendations are given in Appendix B.

7.1.3 *Terminals*

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

Terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without significant damage to the conductor.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced, or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation or the insulation (minimum prescribed values to be maintained for clearances and creepage distances).

7.1.3.1 *Arrangement of terminals*

The terminals intended for the connection of external conductors shall be so arranged that they are readily accessible under the intended conditions of use.

7.1.3.2 *Earth terminal*

When an earth terminal is provided, it shall be readily accessible, and so placed that the earth connection of the contactor is maintained when the cover or some other removable part is removed.

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 earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

The earth terminal shall be permanently and indelibly marked with the sign .

7.2 *Enclosures*

7.2.1 *Degrees of protection of enclosures*

Recommendations concerning degrees of protection provided by enclosures are given in IEC Publication 144.

7.2.2 *Mechanical details*

The enclosure shall be so arranged that when it is opened, the terminals, as well as all parts requiring maintenance as prescribed by the manufacturer, are readily accessible.

Sufficient space shall be left in the interior of the enclosure for the accommodation of external conductors from their point of entry into the enclosure as far as the terminals.

The movable parts of the protective 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 apparatus or of its vibration.

7.2.3 Isolement

Les enveloppes métalliques doivent être disposées de façon à empêcher tout contact entre l'enveloppe et les parties sous tension quand l'enveloppe est en place, et pendant l'ouverture et la fermeture de l'enveloppe quand ces opérations sont correctement effectuées. Si, dans ce but, l'intérieur de l'enveloppe est garni complètement ou partiellement d'un revêtement isolant, celui-ci doit être fixé d'une façon sûre à l'enveloppe.

7.3 Echauffement

7.3.1 Résultats à obtenir

Les échauffements des différentes parties d'un contacteur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions prescrites à l'article 8.2.2, ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées aux tableaux V et VI.

TABLEAU V

Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile

Classe des matières isolantes	Limite d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance)	
	Bobines dans l'air	Bobines dans l'huile
A	85 deg C	60 deg C
E	100 deg C	60 deg C
B	110 deg C	60 deg C
F	135 deg C	—
H	160 deg C	—

Note. — La classification des isolations est celle figurant dans la section deux de la Publication 85 de la CEI: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

7.3.2 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement indiquées aux tableaux V et VI ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites indiquées à l'article 6.1.1.

7.3.3 Circuit principal

Le circuit principal d'un contacteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter, sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées au tableau VI:

- pour un contacteur prévu pour un service de 8 heures: son courant nominal thermique;
- pour un contacteur prévu pour un service ininterrompu, un service intermittent ou un service temporaire: son courant nominal d'emploi.

Note. — Dans la présente recommandation, seules les bornes destinées à la connexion des conducteurs extérieurs sont considérées comme des bornes du contacteur. Quand les bornes sont destinées à la connexion de conducteurs isolés, elles doivent satisfaire aux conditions d'échauffement spécifiées au tableau VI.

7.3.4 Enroulements des électro-aimants de commande

Le circuit principal étant parcouru par du courant, les enroulements des bobines, y compris celles des électrovalves des contacteurs électropneumatiques, doivent supporter en régime continu et à la fréquence nominale, s'il y a lieu, leur tension nominale, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées aux tableaux V et VI. Des bobines aux caractéristiques nominales spéciales, par exemple des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage et certaines bobines de valves magnétiques pour des contacteurs pneumatiques et électropneumatiques à verrouillage, doivent supporter sans dommage le cycle de manœuvres le plus sévère pour lequel elles sont prévues.

7.2.3 Insulation

Metallic enclosures shall be so arranged as to prevent any contact between the enclosure and live parts when the enclosure is in place and during opening and closing of the enclosure, when these operations are correctly performed. If, for this purpose, the enclosure is partly or completely lined with insulating material, this lining shall be securely fixed to the enclosure.

7.3 Temperature rise

7.3.1 Results to be obtained

The temperature rises of the several parts of a contactor, measured during a test carried out under the conditions specified in Clause 8.2.2, shall not exceed the limiting values stated in Tables V and VI.

TABLE V

Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil

Class of insulating material	Temperature-rise limit (measured by resistance variation)	
	Coils in air	Coils in oil
A	85 deg C	60 deg C
E	100 deg C	60 deg C
B	110 deg C	60 deg C
F	135 deg C	—
H	160 deg C	—

Note. — The classification of insulations is that given in Section Two of IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

7.3.2 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Tables V and VI are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in Clause 6.1.1.

7.3.3 Main circuit

The main circuit of a contactor, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying, without the temperature rises exceeding the limits specified in Table VI:

- for a contactor intended for eight-hour duty: its rated thermal current;
- for a contactor intended for uninterrupted duty, intermittent duty or temporary duty: its rated operational current.

Note. — Only the terminals intended for external connections are considered, in this Recommendation, as terminals of the contactor. When the terminals are intended for the connection of insulated conductors, they have to meet the temperature-rise conditions specified in Table VI.

7.3.4 Windings of control electro-magnets

With current flowing through the main circuit, the windings of coils, including those of electrically operated valves of electro-pneumatic contactors, shall withstand under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their rated voltage without the temperature rises exceeding the limits specified in Tables V and VI. Specially rated coils, e.g. trip coils of latched contactors and certain magnetic valve coils for interlocked pneumatic and electro-pneumatic contactors, shall withstand without damage the most severe operating cycle for which they are intended.

En l'absence de courant dans le circuit principal, dans les mêmes conditions d'alimentation et sans que soient dépassées les limites d'échauffement, les enroulements des bobines des contacteurs des classes 0,1 à 10 de service intermittent doivent également supporter les fréquences de manœuvre suivantes:

Classe de service intermittent du contacteur (voir article 4.3.4.3.1)	Un cycle de manœuvres de fermeture – ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
0,1	300 s	180 s
0,3	120 s	72 s
1	30 s	18 s
3	12 s	4,8 s
10	3 s	1,2 s

7.3.5 Circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires doivent pouvoir supporter leur courant nominal sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au tableau VI.

7.4 Qualités diélectriques

Le contacteur doit être capable de satisfaire aux essais diélectriques prescrits à l'article 8.2.3.

TABLEAU VI
Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature du matériau Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au couple thermoélectrique)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires): – en cuivre { service ininterrompu service de 8 heures, service intermittent } ou service temporaire – en argent ou avec plaquettes d'argent – en tous autres métaux ou métaux frittés Pièces de contact dans l'huile	45 deg C 65 deg C 1) 2) 65 deg C
Conducteurs nus, y compris les bobines non isolées	1)
Pièces métalliques formant ressort	3)
Pièces métalliques se trouvant en contact avec des isolants	4)
Pièces en métal ou en matière isolante en contact avec l'huile	65 deg C
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 deg C 5)
Organes de commande manœuvrés à la main: – pièces métalliques – pièces en matière isolante	15 deg C 25 deg C
Huile des appareils à coupure dans l'huile (mesure effectuée à la partie supérieure de l'huile)	60 deg C 6)
1) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. 2) A déterminer suivant les qualités des métaux employés, et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. 3) La température résultante ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre, cela implique une température totale n'excédant pas + 75 °C. 4) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes. 5) La limite d'échauffement de 70 deg C est une valeur basée sur l'essai conventionnel de l'article 8.2.2.2. Un contacteur utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition sont différents de ceux adoptés pour l'essai; une limite différente d'échauffement des bornes peut en résulter et elle peut être demandée ou acceptée. 6) Mesure pouvant être effectuée au moyen d'un thermomètre.	

With no current flowing through the main circuit, under the same conditions of supply and without the temperature-rise limits being exceeded, the coil windings of contactors for intermittent duty Classes 0.1 to 10 shall also withstand the following frequencies of operation:

Intermittent duty class of the contactor (see Clause 4.3.4.3.1)	One close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply of the control coil is maintained
0.1	300 s	180 s
0.3	120 s	72 s
1	30 s	18 s
3	12 s	4.8 s
10	3 s	1.2 s

7.3.5 Auxiliary circuits

Auxiliary circuits shall be capable of carrying their rated current without the temperature rises exceeding the limits specified in Table VI.

7.4 Dielectric properties

The contactor shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in Clause 8.2.3.

TABLE VI
Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
– copper { uninterrupted duty	45 deg C
{ eight-hour, intermittent, or temporary duty	65 deg C
– silver or silver-faced	1)
– all other metals or sintered metals	2)
Contact parts in oil	65 deg C
Bare conductors including non-insulated coils	1)
Metallic parts acting as springs	3)
Metallic parts in contact with insulating materials	4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65 deg C
Terminals for external insulated connections	70 deg C 5)
Manual operating means:	
– parts of metal	15 deg C
– parts of insulating material	25 deg C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60 deg C 6)
1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. 2) To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. 3) The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired. For pure copper, this implies a total temperature not exceeding + 75 °C. 4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials. 5) The temperature-rise limit of 70 deg C is a value based on the conventional test of Clause 8.2.2.2. A contactor used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and it may be required or accepted. 6) May be measured by thermometer.	

7.5 *Limites de fonctionnement*

Sauf indication contraire, la fermeture des contacteurs électromagnétiques et électropneumatiques doit être assurée pour toute tension d'alimentation de commande comprise entre 85% et 110% de sa valeur nominale U_s et pour une température de l'air ambiant comprise entre $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ces limites s'appliquent au courant continu ou au courant alternatif, suivant le cas.

Note. — Pour les contacteurs à accrochage, les limites de fonctionnement doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour les contacteurs électromagnétiques et électropneumatiques, la tension de retombée ne doit pas être supérieure à 75%, ni (avec des contacts usés) inférieure à 10% de la tension nominale d'alimentation de commande U_s .

Les valeurs correspondant à la fermeture et à la retombée spécifiées ci-dessus s'appliquent une fois que les bobines ont atteint une température stable correspondant à l'application indéfinie de 100% U_s . En cas de bobines pour courant alternatif, les limites de tension s'entendent à la fréquence nominale.

Pour les contacteurs pneumatiques et électropneumatiques, sauf indication contraire, les limites de variation de la pression d'alimentation en air sont de 85% et 110% de la pression nominale.

8. **Essais**

Les essais doivent être effectués par le constructeur dans ses ateliers ou dans tout laboratoire approprié de son choix.

8.1 *Vérification des caractéristiques des contacteurs*

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques des contacteurs sont constitués par:

- des essais de type (voir articles 8.1.1 et 8.2);
- des essais individuels (voir articles 8.1.2 et 8.3);
- des essais spéciaux (voir articles 8.1.3 et 8.4).

8.1.1 *Essais de type*

Ceux-ci sont constitués par:

- a) la vérification des limites d'échauffement (voir article 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (voir article 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux (voir article 8.2.4);
- d) s'il y a lieu, la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit et du courant nominal de courte durée admissible (voir article 8.2.5);
- e) la vérification des limites de fonctionnement (voir article 8.2.6);
- f) la vérification de l'endurance mécanique (voir article 8.2.7);

Note. — Dans le cas d'une production en quantité limitée, cet essai peut constituer un essai spécial.

- g) la vérification de l'aptitude à supporter les courants de surcharge (voir article 8.2.8).

8.1.2 *Essais individuels*

Ceux-ci sont constitués par:

- a) les essais de fonctionnement (voir article 8.3.2);
- b) les essais diélectriques (voir article 8.3.3).

8.1.3 *Essais spéciaux*

Ce sont des essais faisant l'objet d'accords entre le constructeur et l'utilisateur.

Ils peuvent comporter la vérification de l'endurance électrique (voir article 8.4.1).

7.5 *Limits of operation*

Unless otherwise stated, electromagnetic and electro-pneumatic contactors shall close with any control supply voltage between 85% and 110% of its rated value U_s and an ambient air temperature between $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. These limits apply to d.c. or a.c. as appropriate.

Note. — For latched contactors, operating limits shall be agreed upon between manufacturer and user.

For electromagnetic and electro-pneumatic contactors, the drop-out voltage shall not be higher than 75%, nor (with worn contacts) lower than 10% of the rated control supply voltage U_s .

The close and drop-out values specified above are applicable after the coils have reached a stable temperature corresponding to indefinite application of 100% U_s . In the case of a.c. coils, the voltage limits apply at rated frequency.

For pneumatic and electro-pneumatic contactors, unless otherwise stated, the limits of variation of the air supply pressure are 85% and 110% of the rated pressure.

8. **Tests**

The tests shall be carried out by the manufacturer at his works, or at any suitable laboratory of his choice.

8.1 *Verification of the characteristics of contactors*

The tests to verify the characteristics of contactors comprise:

- Type tests (see Clauses 8.1.1 and 8.2).
- Routine tests (see Clauses 8.1.2 and 8.3).
- Special tests (see Clauses 8.1.3 and 8.4).

8.1.1 *Type tests*

They comprise:

- a) verification of temperature-rise limits (see Clause 8.2.2);
 - b) verification of dielectric properties (see Clause 8.2.3);
 - c) verification of rated making and breaking capacities (see Clause 8.2.4);
 - d) where appropriate, verification of short-circuit making and breaking capacities and rated short-time withstand current (see Clause 8.2.5);
 - e) verification of operating limits (see Clause 8.2.6);
 - f) verification of mechanical endurance (see Clause 8.2.7);
- Note.* — In the case of a small quantity production, this test may constitute a special test.
- g) verification of ability to withstand overload currents (see Clause 8.2.8).

8.1.2 *Routine tests*

They comprise:

- a) operating tests (see Clause 8.3.2);
- b) dielectric tests (see Clause 8.3.3).

8.1.3 *Special tests*

These are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

They may include the verification of electrical endurance (see Clause 8.4.1).

8.2 Essais de type

8.2.1 Généralités

Sauf spécification ou indication contraire du constructeur, chaque essai de type doit être effectué sur un appareil propre et neuf.

Tous les essais doivent être effectués à la fréquence nominale.

Pour les essais, le contacteur doit être monté et installé selon les indications du constructeur. Les détails de l'installation (type et taille de l'enveloppe, s'il en existe une, taille des conducteurs, etc.) doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.2.2 Vérification des limites d'échauffement

8.2.2.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai, au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples disposés régulièrement autour du contacteur, à environ la moitié de la hauteur et à une distance d'environ 1 m du contacteur. Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les radiations de chaleur.

8.2.2.2 Essais d'échauffement du circuit principal

Le contacteur et ses organes auxiliaires doivent être montés approximativement comme dans les conditions habituelles de service et doivent être protégés contre des échauffements ou des refroidissements anormaux dus à des causes extérieures.

Il est admis qu'on puisse, avant de commencer les essais, faire effectuer au contacteur un certain nombre de manœuvres en charge ou à vide.

Si cela est possible, les contacts seront fermés en alimentant la bobine de manœuvre du contacteur à sa tension nominale et, s'il s'agit d'un contacteur électropneumatique, à la pression nominale d'alimentation.

L'essai d'échauffement du circuit principal est fait au courant nominal thermique (voir article 7.3.3).

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante (mais non supérieure à 8 h) pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 deg C par heure.

Notes 1. — Dans la pratique, on peut, pour abréger l'essai, augmenter le courant pendant la première partie de l'essai et revenir ensuite au courant spécifié pour l'essai.

2. — Quand un électro-aimant est alimenté pendant l'essai, la température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint aussi bien dans le circuit principal que dans l'électro-aimant de commande.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs spécifiées au tableau VI.

Selon la valeur du courant nominal thermique, on adoptera l'une des modalités d'essai suivantes:

Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} inférieures ou égales à 400 A:

- a) Les connexions doivent être des câbles ou des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au p.c.v., dont les sections sont données au tableau VII.
- b) L'essai doit être effectué en courant monophasé, avec tous les pôles reliés en série.
- c) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- d) La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de:
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 10 mm² (ou AWG 8);
 - 2 m pour les sections supérieures à 10 mm² (ou AWG 8).

8.2 *Type tests*

8.2.1 *General*

Unless otherwise specified or stated by the manufacturer, each type test shall be carried out on a device in a clean and new condition.

All tests shall be made at the rated frequency.

For tests, the contactor shall be mounted and installed as indicated by the manufacturer. The details of installation (type and size of enclosure, if any, size of conductors, etc.) shall be part of the test report.

8.2.2 *Verification of temperature-rise limits*

8.2.2.1 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two 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 thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and heat radiations.

8.2.2.2 *Temperature-rise tests of the main circuit*

The contactor and its auxiliary devices shall be mounted approximately as under usual service conditions and shall be protected against undue external heating or cooling.

It is permissible, before beginning the tests, to operate the contactor a few times with or without load.

Where practicable, the contacts shall be closed by energizing the contactor operating coil at its rated voltage and, if electro-pneumatic, at the rated supply pressure.

The temperature-rise test of the main circuit is made at the rated thermal current (see Clause 7.3.3).

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value, but not exceeding 8 h. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 deg C per hour.

Notes 1. — In practice, to shorten the test, the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.

2. — When a control electro-magnet is energized during the test, the temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

At the end of the test, the temperature rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values specified in Table VI.

Depending on the value of the rated thermal current, one of the following procedures shall be followed:

For values of rated thermal current I_{th} up to and including 400 A:

- a) The connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper cables or wires with cross-section areas as given in Table VII.
- b) The test shall be carried out with single-phase current, with all poles connected in series.
- c) The connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals.
- d) The minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 10 mm² (or AWG 8);
 - 2 m for cross-sections larger than 10 mm² (or AWG 8).

- 1) La valeur du courant doit être supérieure à la valeur de la première ligne et inférieure ou égale à la valeur de la seconde ligne.
- 2) Ces valeurs sont celles des courants normaux recommandés et elles sont données uniquement à titre de référence.

TABLE VII

Standard cross-sections of copper conductors corresponding to the rated thermal current

Cross-sections expressed in square millimetres

Range of the rated thermal current A 1)	0	1.9	15.9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334
	7.9	15.9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334	400
S mm ²	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	210
Values of the rated thermal current A 2)	≤ 6	8	16	25	35	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400
	≤ 6	8	16	25	35	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400

Cross-sections expressed in AWG (table given as a guide)

Range of the rated thermal current A 1)	0	11	18	25	34	45	61	78	91	106	123	143	166	193	220	247	276	302	328	353
	11	18	25	34	45	61	78	91	106	123	143	166	193	220	247	276	302	328	353	390
AWG	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250	300	350	400	450	500
Values of the rated thermal current A 2)	≤ 8	12	20	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	—	—	—	—
	≤ 8	12	20	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	—	—	—	—

1) The value of current shall be greater than the value in the first line and less than or equal to the value in the second line.

2) These are standard recommended currents and are given for reference purposes only.

Pour les valeurs de courant nominal thermique supérieures à 400 A :

Un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur sur tous les points particuliers de l'essai, tels que: type de la source d'alimentation, nombre de phases et fréquence (s'il y a lieu), section des connexions d'essai, etc. Ces renseignements doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.2.2.3 *Essais d'échauffement des électro-aimants de commande*

Les électro-aimants de commande doivent être essayés dans les conditions indiquées à l'article 7.3.4, avec la nature spécifiée du courant d'alimentation et à leur tension nominale.

Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service ininterrompu, un service de 8 heures ou un service temporaire ne doivent être soumis qu'à l'essai prescrit au premier alinéa de l'article 7.3.4, le circuit principal étant parcouru par le courant nominal correspondant pendant toute la durée de l'essai.

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint aussi bien dans le circuit principal que dans l'électro-aimant de commande.

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 à l'alinéa correspondant à leur classe dans l'article 7.3.4, en l'absence de courant dans le circuit principal.

Les électro-aimants doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 deg C par heure.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des électro-aimants de commande ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux V et VI.

8.2.2.4 *Essais d'échauffement des circuits auxiliaires*

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires s'effectuent dans les mêmes conditions que celles prévues à l'article 8.2.2.3.

A la fin de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux V et VI.

Note. — Quand l'effet d'échauffement mutuel entre le circuit principal, les circuits de commande et les circuits auxiliaires peut être d'une certaine importance, les essais d'échauffement précisés aux articles 8.2.2.2, 8.2.2.3 et 8.2.2.4 doivent être effectués simultanément.

8.2.2.5 *Mesure de la température des organes*

Pour les conducteurs autres que les enroulements, la température des différents organes doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques placés le plus près possible du point le plus chaud. La température de l'huile dans les contacteurs à coupure dans l'huile doit être mesurée à la partie supérieure de l'huile; cette mesure peut être effectuée à l'aide d'un thermomètre.

Les couples thermoélectriques doivent être protégés contre les refroidissements extérieurs. La surface calorifugée doit cependant être négligeable par rapport à la surface de refroidissement de l'organe en essai.

Une bonne conductibilité thermique entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie en essai devra être assurée.

Pour les enroulements des électro-aimants, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit être employée d'une manière générale. L'emploi d'autres méthodes n'est admis que s'il est pratiquement impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

La température de l'enroulement, mesurée au thermocouple avant le commencement de l'essai, ne doit pas différer de plus de 3 deg C de celle du milieu environnant (air, huile, etc.).

For values of rated thermal current higher than 400 A:

Agreement shall be reached between manufacturer and user on all relevant items of the test, such as: type of supply, number of phases and frequency (where applicable), cross-sections of test connections, etc. This information shall form part of the test report.

8.2.2.3 *Temperature-rise tests on control electro-magnets*

The control electro-magnets shall be tested according to the conditions given in Clause 7.3.4, with the specified kind of supply current and at their rated voltage.

Electro-magnets of contactors intended for uninterrupted, eight-hour or temporary duty are subject only to the conditions prescribed in the first paragraph of Clause 7.3.4, with the corresponding rated current flowing through the main circuit for the duration of the test.

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the control electro-magnet.

Electro-magnets of contactors intended for intermittent duty shall be subject to the test as stated above, and also to the test prescribed in the paragraph of Clause 7.3.4 dealing with their class, with no current flowing through the main circuit.

Electro-magnets shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 deg C per hour.

At the end of these tests, the temperature rise of the different parts of the control electro-magnets shall not exceed the values specified in Tables V and VI.

8.2.2.4 *Temperature-rise tests of auxiliary circuits*

The temperature-rise tests of auxiliary circuits are made under the same conditions as those provided in Clause 8.2.2.3.

At the end of these tests, the temperature rise of auxiliary circuits shall not exceed the values specified in Tables V and VI.

Note. — When the mutual heating effect between main circuit, control circuits and auxiliary circuits may be of significance, the temperature-rise tests stated in Clauses 8.2.2.2, 8.2.2.3 and 8.2.2.4 shall be made simultaneously.

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

For conductors other than coils, the temperature of the different parts shall be measured by means of thermocouples, at the nearest accessible position to the hottest spot. The temperature of oil in oil-immersed contactors shall be measured at the upper part of the oil; this measurement may be made by means of a thermometer.

Thermocouples shall be protected against cooling from outside. The protected area shall, however, be a negligible part of the cooling area of the part under test.

Good heat conductivity between the thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured.

For coils of electro-magnets, 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.

The temperature of the coil as measured by a thermocouple before beginning the test shall not differ from that of the surrounding medium (air, oil, etc.) by more than 3 deg C.

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.

Une méthode plus simple, applicable également aux conducteurs en cuivre, donnant des résultats à peine moins exacts, peut être utilisée dans la plupart des essais : elle consiste à calculer l'échauffement en admettant qu'une augmentation de 0,4% de la résistance représente 1 deg C d'augmentation de la température.

Note. — En toute rigueur, une telle hypothèse n'est valable que si la résistance à froid R_1 est mesurée à la température approximative de + 16 °C.

8.2.2.6 *Echauffement d'un organe*

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément à l'article 8.2.2.5, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à l'article 8.2.2.1.

8.2.2.7 *Corrections*

Si la température de l'air ambiant est, lors de l'essai, comprise entre + 10 °C et + 40 °C, il n'y a pas lieu d'effectuer de correction pour tenir compte de la température de l'air ambiant lors de l'essai, et les valeurs des tableaux V et VI constituent les limites des valeurs d'échauffement. Si la température de l'air ambiant dépasse + 40 °C ou est inférieure à + 10 °C, la présente recommandation n'est pas applicable et un accord spécial doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.3 *Vérification des qualités diélectriques*

8.2.3.1 *Etat du contacteur pour les essais*

Les essais diélectriques doivent être faits sur des contacteurs neufs montés comme dans les conditions de service avec leurs connexions internes et à l'état propre et sec.

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 doit être également utilisé lors des essais.

8.2.3.2 *Points d'application de la tension d'essai*

8.2.3.2.1 *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 :

a) les contacts principaux étant fermés :

- 1) entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du contacteur ;
- 2) entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du contacteur ;

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 Celsius degrees.

A simpler method, applying also to copper conductors, giving results only slightly less accurate, may be used for most tests by calculating the temperature rise on the assumption that 0.4% increase in resistance represents a 1 deg C increase in temperature.

Note. — Strictly speaking, such an assumption is correct only if the cold resistance R_1 is measured at approximately + 16 °C.

8.2.2.6 *Temperature rise of a part*

The temperature rise of a part is the difference between the temperature of this part measured in accordance with Clause 8.2.2.5, and the ambient air temperature measured in accordance with Clause 8.2.2.1.

8.2.2.7 *Corrections*

If the ambient temperature during the test is between + 10 °C and + 40 °C, no corrections are necessary to take account of the ambient air temperature during the test and the values of Tables V and VI are the limiting values of temperature rise. If the ambient temperature exceeds + 40 °C or is lower than + 10 °C, this Recommendation does not apply and the manufacturer and the user shall make a special agreement.

8.2.3 *Verification of dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the contactor for tests*

Dielectric tests shall be made on new contactors mounted as for service, including internal wiring and in a clean and dry condition.

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 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.

8.2.3.2 *Application of the test voltage*

8.2.3.2.1 *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:

a) with the main contacts closed:

- 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor;
- 2) between each pole and all the other poles connected to the frame of the contactor;

b) les contacts principaux étant ouverts:

- 1) entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du contacteur;
- 2) entre les bornes d'un côté, réunies entre elles, et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

8.2.3.2 Circuits 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.

8.2.3.3 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 valeur de la tension d'essai d'une minute à sec doit être la suivante:

- a) Pour les circuits principaux, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe b) ci-après: conforme au tableau VIII.

TABLEAU VIII

Tensions nominales 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
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1 000$	3 500
$1 000 < U_i \leq 1 200 *$	3 500

* En courant continu seulement.

- 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 nominale d'isolement U_i n'excède pas 60 V: 1 000 V.
- Lorsque la tension nominale d'isolement U_i est supérieure à 60 V: $2 U_i + 1 000$ V avec un minimum de 1 500 V.

8.2.4 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux

8.2.4.1 Généralités

Les essais relatifs à la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur ont pour but de vérifier que le contacteur est apte à établir et à couper les courants figurant au tableau II, et non pas de vérifier l'usure des contacts en fonctionnement de longue durée.

Les vérifications du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure sont effectuées séparément.

b) with the main contacts open:

- 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor;
- 2) between the terminals of one side connected together, and the terminals of the other side connected together.

8.2.3.2.2 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.

8.2.3.3 Value of the test voltage

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The value of the dry one-minute test voltage shall be as follows:

- a) For main circuits and for the control and auxiliary circuits which are not covered by paragraph b) below: in accordance with Table VIII.

TABLE VIII

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
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1 000$	3 500
$1 000 < U_i \leq 1 200$ *	3 500
* For d.c. only.	

- 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.

8.2.4 Verification of rated making and breaking capacities

8.2.4.1 General

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities of a contactor are intended to verify that the contactor is capable of making and breaking the currents stated in Table II, and not to verify the contact wear over long periods of operation.

The verifications of making capacity and breaking capacity are made as separate tests.

Les essais sont effectués uniquement avec du courant de même nature que celle du courant de service spécifié. En particulier, les contacteurs pour courant triphasé seront essayés en courant triphasé; les essais monophasés de tels contacteurs ne sont pas prévus par la présente recommandation et doivent faire l'objet d'un accord spécial.

Note. — Si plusieurs catégories d'emploi sont spécifiées, le constructeur et l'utilisateur doivent se mettre d'accord sur la catégorie d'emploi la plus représentative des applications prévues.

8.2.4.2 *Etat du contacteur pour les essais*

Le contacteur en essai doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Un contacteur prévu pour être placé dans une enveloppe doit être essayé dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il sera installé.

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand le contacteur sera 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.

Pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure, toutes les parties du contacteur normalement raccordées à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être reliées au point neutre de la source ou à un neutre artificiel pratiquement inductif permettant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A. Cette connexion devra comprendre un dispositif approprié (tel qu'un élément fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et de longueur au moins égale à 50 mm) pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

8.2.4.3 *Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux*

Les essais des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués avec le circuit d'essai conventionnel décrit à l'annexe D.

8.2.4.4 *Vérification du pouvoir de fermeture nominal*

Le courant de fermeture à obtenir à l'essai doit être celui indiqué au tableau II pour la catégorie d'emploi considérée.

Le nombre de manœuvres de fermeture à effectuer est le suivant:

- Pour des contacteurs de catégorie d'emploi AC-3 ou AC-4, le nombre de manœuvres est de 100: 50 manœuvres étant effectuées à 85% et 50 manœuvres à 110% de la tension nominale de la bobine ou, pour des contacteurs pneumatiques ou électropneumatiques, de la pression nominale d'alimentation.
- Pour des contacteurs de catégorie d'emploi autre que AC-3 ou AC-4, le nombre de manœuvres est de 20: 10 manœuvres étant effectuées à 85% et 10 manœuvres à 110% de la tension nominale de la bobine ou, pour des contacteurs pneumatiques ou électropneumatiques, de la pression nominale d'alimentation.

L'intervalle de temps entre une manœuvre d'ouverture et la manœuvre de fermeture qui la suit immédiatement doit être compris entre 5 s et 10 s.

Note. — Pour les contacteurs importants, l'intervalle de temps maximal de 10 s spécifié ci-dessus peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La durée du passage du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 50 ms (excédant par conséquent la durée totale de rebondissement, s'il en existe, des contacts).

8.2.4.5 *Vérification du pouvoir de coupure nominal*

Le courant de coupure à obtenir à l'essai doit être celui indiqué au tableau II pour la caté-

The tests are made solely with the current of the same kind as the service current specified. In particular, contactors intended for use on three-phase loads shall be tested with three-phase current; single-phase tests of such contactors are not covered by this Recommendation and shall be the subject of a special agreement.

Note. — If several utilization categories are specified, the manufacturer and the user may come to an agreement on the most representative utilization category for the intended applications.

8.2.4.2 *Condition of the contactor for tests*

The contactor under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. A contactor intended to be enclosed shall be tested in the same type of enclosure as that in which it will be installed.

The 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 those specified for service conditions.

For verification of the making and breaking capacities, all parts of the contactor normally earthed in service, including its enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A. This connection shall include a reliable device (such as a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter and not less than 50 mm in length) for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

8.2.4.3 *Test circuit for the verification of rated making and breaking capacities*

The making and breaking capacity tests shall be carried out with the conventional test circuit as specified in Appendix D.

8.2.4.4 *Verification of rated making capacity*

The making current to be obtained during the test shall be as given in Table II for the appropriate utilization category.

The number of closing operations to be made is the following:

- For contactors of utilization category AC-3 or AC-4, the number is 100:50 operations of which are made at 85% and 50 operations at 110% of the rated coil voltage or, for pneumatic and electro-pneumatic contactors, of the rated supply pressure.
- For contactors of any other utilization category than AC-3 or AC-4, the number is 20:10 operations of which are made at 85% and 10 operations at 110% of the rated coil voltage or, for pneumatic and electro-pneumatic contactors, of the rated supply pressure.

The time interval between an opening operation and the closing operation immediately following it shall be 5 s to 10 s.

Note. — For large contactors, the maximum time interval of 10 s specified above may be increased by agreement between manufacturer and user.

The duration of the test current shall be not less than 50 ms (thereby exceeding the total bounce time, if any, of the contacts).

8.2.4.5 *Verification of rated breaking capacity*

The breaking current to be obtained during the test shall be as given in Table II for the appro-

gorie d'emploi considérée. Le nombre total de manœuvres d'ouverture à effectuer est de 25.

La durée de chaque passage du courant ne doit pas excéder 0,5 s et l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives d'ouverture doit être compris entre 5 s et 10 s.

Note. — Pour les contacteurs importants, l'intervalle de temps maximal de 10 s spécifié ci-dessus peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.4.6 *Comportement du contacteur pendant les essais de fermeture et de coupure*

Pendant les essais effectués dans les limites des pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiés et avec le nombre spécifié de manœuvres, 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 article 8.2.4.2), ni soudure des contacts.

Si un contacteur est prévu pour être monté à l'air libre ou pour être monté avec d'autres appareils dans une enveloppe ayant des dimensions importantes par rapport au volume du contacteur, l'arc et les flammes ne doivent pas s'étendre au-delà du périmètre de sécurité précisé par le constructeur.

8.2.5 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit et du courant nominal de courte durée admissible*

Si des contacteurs équipés de relais ou de déclencheurs à maximum de courant ont pour fonction d'assurer une protection contre les courts-circuits, cet essai doit être effectué conformément à la Publication 157-1 de la CEI.

8.2.6 *Vérification des limites de fonctionnement*

Quand un contacteur peut être fourni sous différentes formes, correspondant aux conditions d'utilisation (à l'air libre, muni de divers types d'enveloppes, etc.), les essais n'ont à être effectués que pour une forme précisée par le constructeur. Les détails du type et de l'installation doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

On doit vérifier que le contacteur s'ouvre et se ferme franchement dans les limites de tension et de température spécifiées à l'article 7.5 quand les circuits de la bobine sont ouverts ou fermés brusquement. Les essais doivent être effectués en l'absence de tout courant dans le circuit principal.

8.2.7 *Vérification de l'endurance mécanique*

8.2.7.1 *Etat du contacteur pour les essais*

Le contacteur doit être installé de la même façon qu'en service normal; en particulier, le raccordement des conducteurs doit être effectué de la même façon que celui qui doit être réalisé normalement.

Pendant l'essai, le circuit principal ne doit être ni sous tension ni sous courant. Il est admis que le contacteur puisse être graissé avant l'essai si le graissage est prescrit en service normal.

8.2.7.2 *Conditions de manœuvre*

Les bobines des électro-aimants de commande doivent être alimentées à leur tension nominale et, s'il y a lieu, à leur fréquence nominale.

S'il est prévu de brancher en série avec les bobines une résistance ou une impédance, court-circuitée ou non pendant la manœuvre, les essais doivent être effectués avec ces éléments branchés comme en service normal.

Les contacteurs pneumatiques et électropneumatiques doivent être alimentés avec de l'air comprimé à la pression nominale.

prate utilization category. The total number of opening operations to be made is 25.

The duration of each current flow shall not exceed 0.5 s and the time interval between two successive opening operations shall be 5 s to 10 s.

Note. — For large contactors, the maximum time interval of 10 s specified above may be increased by agreement between manufacturer and user.

8.2.4.6 *Behaviour of the contactor during making and breaking tests*

During tests within the limits of specified making and breaking capacities and with the specified number of operations, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see Clause 8.2.4.2) and no welding of the contacts.

If a contactor is intended for open mounting or to be mounted with other apparatus in an enclosure having large dimensions with respect to the volume of the contactor, arc and flames shall not extend beyond the safety area stated by the manufacturer.

8.2.5 *Verification of short-circuit making and breaking capacities and rated short-time withstand current*

If contactors fitted with relays or over-current releases are required to provide short-circuit protection, this test shall be carried out in accordance with IEC Publication 157-1.

8.2.6 *Verification of operating limits*

When a contactor can be supplied in several forms, according to the conditions of use (open type, various types of enclosure, etc.), the tests need only be carried out on one form stated by the manufacturer. The details of type and installation shall form part of the test report.

It shall be verified that the contactor opens and closes cleanly within the voltage and temperature limits specified in Clause 7.5 when the coil circuits are rapidly opened or closed. Tests shall be performed with no current flowing through the main circuit.

8.2.7 *Verification of mechanical endurance*

8.2.7.1 *Condition of the contactor for tests*

The contactor shall be installed as for normal service; in particular, the conductors shall be connected in the same manner as for normal use.

During the test, there shall be no voltage or current in the main circuit. The contactor may be lubricated before the test if lubrication is prescribed in normal service.

8.2.7.2 *Operating conditions*

The coils of the control electro-magnets shall be supplied at their rated voltage and, if applicable, at their rated frequency.

If a resistance or an impedance is provided in series with the coils, whether short-circuited or not during the movement, the tests shall be carried out with these elements connected as in normal operation.

Pneumatic and electro-pneumatic contactors shall be supplied with compressed air at the rated pressure.

8.2.7.3 Modalités des essais

Les essais sont effectués à la fréquence de manœuvres correspondant à la classe de service intermittent. Toutefois, si le constructeur estime que le contacteur peut satisfaire aux conditions imposées en adoptant une fréquence de manœuvres plus élevée, il a la faculté de le faire afin que la durée des essais s'en trouve réduite.

Dans le cas de contacteurs électromagnétiques et électropneumatiques, la durée d'alimentation de la bobine de commande doit être plus grande que la durée de manœuvre du contacteur, et l'intervalle de temps pendant lequel la bobine n'est pas alimentée doit être suffisant pour permettre au contacteur d'atteindre ses deux positions extrêmes et d'y demeurer.

Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer ne doit pas être inférieur au nombre de cycles de manœuvres à vide, spécifié à l'article 4.3.7.

Après l'exécution de chaque dixième du nombre total de cycles de manœuvres indiqué à l'article 4.3.7, on pourra avant de poursuivre l'essai :

- nettoyer sans démontage l'ensemble du contacteur;
- graisser les parties pour lesquelles le graissage est prescrit en service normal par le constructeur;
- régler la course et la pression des contacts si la construction du contacteur le permet, ou remplacer ces mêmes pièces de contact si elles sont usées, l'usure des contacts n'étant pas à prendre en considération au cours de ces essais d'endurance mécanique.

Ce travail d'entretien ne doit comporter aucun remplacement de pièces, à l'exception de celui des contacts.

8.2.7.4 Résultats à obtenir

A la suite des essais d'endurance mécanique, le contacteur doit être encore en état de satisfaire aux conditions de fonctionnement spécifiées aux articles 7.5 et 8.2.6. Il ne doit être constaté aucun desserrage des pièces servant au raccordement des conducteurs.

8.2.8 Vérification de l'aptitude à supporter les courants de surcharge

A l'étude.

8.3 Essais individuels

8.3.1 Généralités

Les essais individuels doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles spécifiées aux articles ci-dessus pour les essais de type ou dans des conditions équivalentes.

8.3.2 Essais de fonctionnement

En ce qui concerne les contacteurs électromagnétiques, pneumatiques et électropneumatiques, des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement dans les limites spécifiées à l'article 7.5. Étant donné que les contacts principaux sont à l'état neuf, il pourra être nécessaire de modifier la valeur de la tension minimale de retombée qui est spécifiée pour des contacts usés.

8.3.3 Essais diélectriques

Les essais doivent être effectués sur des contacteurs à l'état propre et sec.

La valeur de la tension d'essai doit être conforme aux prescriptions de l'article 8.2.3.3.

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;

8.2.7.3 *Test procedure*

The tests are carried out at the frequency of operations corresponding to the class of intermittent duty. However, if the manufacturer considers that the contactor can satisfy the required conditions when using a higher frequency of operations, he may do so in order to reduce the duration of the tests.

In the case of electromagnetic and electro-pneumatic contactors, the duration of energization of the control coil shall be greater than the time of operation of the contactor, and the time for which the coil is not energized shall be of such a duration that the contactor can come to rest at both extreme positions.

The number of operating cycles to be carried out shall be not less than the number of no-load operating cycles specified in Clause 4.3.7.

After each tenth of the total number of operating cycles given in Clause 4.3.7 has been carried out, it is permissible before carrying on with the test:

- to clean the whole contactor without dismantling;
- to lubricate parts for which lubrication is prescribed by the manufacturer for normal service;
- to adjust the travel and the pressure of the contacts if the design of the contactor enables this to be done, or to replace the contacts if they are worn, the wear of the contacts not being taken into consideration during these tests of mechanical endurance.

This maintenance work shall not include any replacement of parts, except for the contacts.

8.2.7.4 *Results to be obtained*

Following the tests of mechanical endurance, the contactor shall still be capable of complying with the operating conditions specified in Clauses 7.5 and 8.2.6. There shall be no loosening of the parts used for connecting the conductors.

8.2.8 *Verification of the ability to withstand overload currents*

Under consideration.

8.3 *Routine tests*

8.3.1 *General*

Routine tests shall be carried out under the same, or equivalent conditions to those specified for type tests in the above clauses.

8.3.2 *Operating tests*

For electromagnetic, pneumatic and electro-pneumatic contactors, tests are carried out to verify operation within the limits specified in Clause 7.5. As the main contacts are in a new condition, an adjustment may be necessary to the figure for minimum drop-out voltage which is specified for worn contacts.

8.3.3 *Dielectric tests*

The tests shall be carried out on dry and clean contactors.

The value of the test voltage shall be in accordance with Clause 8.2.3.3.

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;

- c) entre les bornes de chaque pôle, les contacts principaux étant ouverts;
- d) aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué à l'article 8.2.3.2.2.

L'usage d'une feuille métallique, mentionné à l'article 8.2.3.1, n'est pas nécessaire.

8.4 *Essais spéciaux*

8.4.1 *Vérification de l'endurance électrique*

Note. — Bien qu'au sens strict du terme il s'agisse d'un essai de type, cet essai figure au chapitre des essais spéciaux (c'est-à-dire devant faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur) en raison de la difficulté d'effectuer sur tous les types de contacteurs des essais d'endurance électrique, ainsi que du prix de revient élevé de ces essais. Cependant, il est recommandé que, pour les appareils fabriqués en grande quantité, le constructeur soit en mesure de donner des valeurs d'endurance électrique pour des essais effectués dans les conditions ci-dessous.

Les courants à établir et à couper doivent être ceux indiqués au tableau III (voir article 4.3.8). Le circuit d'essai utilisé doit comprendre des réactances et des résistances telles qu'on obtienne les valeurs appropriées de courant, de tension, de facteur de puissance et de constante de temps. Pour la catégorie AC-4, le circuit d'essai doit être constitué comme l'indique l'annexe D. Dans les deux cas, la vitesse de manœuvre doit être choisie par le constructeur.

Les essais doivent être effectués sur le contacteur dans les conditions appropriées des articles 8.2.7.1 et 8.2.7.2 en utilisant, quand c'est possible, les modalités d'essai de l'article 8.2.7.3; cependant, le remplacement des contacts n'est pas permis.

Après l'essai, le contacteur doit répondre aux conditions de fonctionnement spécifiées à l'article 8.2.6 et supporter les tensions d'essai diélectriques figurant à l'article 8.2.3.3, appliquées seulement comme il est indiqué à l'article 8.2.3.2.1 a) 1) et 2).

- c) across the terminals of each pole with the main contacts open;
- d) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in Clause 8.2.3.2.2.

The use of a metal foil, as specified in Clause 8.2.3.1, is unnecessary.

8.4 *Special tests*

8.4.1 *Verification of electrical endurance*

Note. — Although strictly a type test, this is included under special tests (i.e. subject to agreement between manufacturer and user) because of the difficulty and cost of carrying out electrical endurance tests on all types of contactors. However, it is recommended that, for apparatus manufactured in large quantities, the manufacturer shall be prepared to give values for electrical endurance when tested as below.

The currents to be made and broken shall be as given in Table III (see Clause 4.3.8). The test circuit shall comprise inductors and resistors so arranged as to give the appropriate values of current, voltage, power-factor and time-constant. For Category AC-4, the test circuit shall be arranged in accordance with Appendix D. In all cases, the speed of operation shall be chosen by the manufacturer.

Tests shall be carried out with the contactor under the appropriate conditions of Clauses 8.2.7.1 and 8.2.7.2 using the test procedure, where applicable, of Clause 8.2.7.3, except that replacement of contacts is not permitted.

After the test, the contactor shall fulfil the operating conditions specified in Clause 8.2.6, and withstand the dielectric test voltages of Clause 8.2.3.3 applied only as in Clause 8.2.3.2.1 a) 1) and 2).

ANNEXE A

INDICATIONS A FOURNIR PAR L'UTILISATEUR QUAND LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE DIFFÈRENT DES CONDITIONS NORMALES

1. Température de l'air ambiant

L'utilisateur devra spécifier au constructeur les limites prévues pour la température de l'air ambiant si celle-ci peut être inférieure à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou supérieure à $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Altitude

L'utilisateur devra spécifier au constructeur l'altitude du lieu d'installation si cette altitude est supérieure à 2 000 m.

3. Conditions atmosphériques

L'utilisateur devra appeler l'attention du constructeur si l'atmosphère dans laquelle le contacteur doit être installé peut avoir un degré d'humidité relative supérieur aux valeurs indiquées à l'article 6.1.3 ou contenir une proportion anormale de poussières, d'acides, de gaz corrosifs, etc. Il en est de même dans le cas où le contacteur doit être installé au voisinage de la mer.

4. Conditions d'installation

L'utilisateur devra appeler l'attention du constructeur si le contacteur peut être monté sur un engin en mouvement, si son support est susceptible de prendre une inclinaison permanente ou temporaire (appareils montés à bord de navires) ou s'il peut être exposé en service à des vibrations ou des chocs anormaux.

L'utilisateur devra aussi appeler l'attention du constructeur sur tout besoin spécial de fonctionnement silencieux du contacteur.

5. Conducteurs de raccordement avec d'autres appareils

L'utilisateur devra indiquer au constructeur la nature et les dimensions des conducteurs de tout raccordement électrique spécial avec d'autres appareils, afin de lui permettre de prévoir des enveloppes et des dispositifs de connexion répondant aux conditions de montage et d'échauffement prescrites par la présente recommandation, ainsi que de prévoir, si c'est nécessaire, l'espace permettant un épanouissement des conducteurs à l'intérieur de l'enveloppe.

6. Applications spéciales

L'utilisateur devra appeler l'attention du constructeur si le contacteur peut être utilisé pour des applications non prévues au tableau I, par exemple la manœuvre de condensateurs ou la commande de lampes à filament de tungstène.

APPENDIX A

INFORMATION TO BE GIVEN BY THE USER WHEN CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE DIFFER FROM THE STANDARD

1. Ambient air temperature

The user shall state to the manufacturer the expected range of ambient air temperature if this temperature can be lower than $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ or higher than $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Altitude

The user shall state to the manufacturer the altitude of the place of installation if it is more than 2 000 m (6 600 ft).

3. Atmospheric conditions

The user shall indicate to the manufacturer if the atmosphere in which the contactor is to be installed may have a relative humidity greater than the values specified in Clause 6.1.3 or contain an abnormal amount of dust, acids, corrosive gases, etc. The same applies if the contactor is to be installed near the sea.

4. Conditions of installation

The user shall indicate to the manufacturer if the contactor may be fitted to a moving device, if its support may be capable of assuming a sloping position either permanently or temporarily (contactors fitted aboard ships), or if it may be exposed in service to abnormal shocks or vibrations.

The user shall also call the manufacturer's attention to any special need for silent operation of the contactor.

5. Connections with other apparatus

The user shall inform the manufacturer of the type and dimensions of any special electrical connections with other apparatus, in order to enable him to provide enclosures and terminals meeting the conditions of installation and temperature rise prescribed by this Recommendation, and also to enable him to provide space where necessary to spread out conductors within the enclosure.

6. Special applications

The user shall indicate to the manufacturer if the contactor may be used for applications not covered by Table I, e.g. the switching of capacitors or tungsten filament lamps.

ANNEXE B

DISTANCES D'ISOLEMENT ET LIGNES DE FUITE POUR LES CONTACTEURS A BASSE TENSION

Introduction

Il n'est pas possible d'établir une série de règles simples relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite qui puissent être applicables aux contacteurs, en raison de la grande influence de facteurs variables tels que les conditions atmosphériques, le type d'isolation employé, la disposition des trajets de fuite et les conditions du réseau dans lequel le contacteur doit être utilisé.

En conséquence, cette annexe a pour but de servir de guide en ce qui concerne les valeurs des distances d'isolement et des lignes de fuite minimales à employer. Les valeurs données sont basées sur celles qui figurent dans diverses spécifications nationales et qui sont reconnues comme donnant satisfaction dans les conditions industrielles normales et dans les conditions de réseaux rencontrées généralement dans la majorité des pays où ces spécifications sont en vigueur.

Des recherches ultérieures seront nécessaires pour obtenir une meilleure connaissance des effets des divers facteurs et, par là, pour déterminer un ensemble de règles de portée plus générale.

1. Domaine d'application

Les recommandations de la présente annexe sont applicables aux contacteurs à basse tension, objet de la présente publication. Elles s'entendent pour du matériel dans l'air et pour les conditions atmosphériques normales telles qu'elles sont définies à l'article 6.1.3 de cette même publication. Quand les conditions atmosphériques diffèrent de la normale, on doit en tenir compte soit par le choix des enveloppes, soit par l'adoption de lignes de fuite plus grandes. Le fait que ces recommandations sont observées n'implique pas que les contacteurs satisfont aux conditions d'essai de la présente publication.

2. Définitions (Disponible.)

3. Généralités

- 3.1 Il est recommandé de prévoir à la surface des parties isolantes des nervures disposées de manière à rompre la continuité de tout dépôt conducteur qui viendrait à s'y former.
- 3.2 Les distances d'isolement et les lignes de fuite recommandées s'appliquent aux parties qui ne donnent pas lieu à des arcs. Au voisinage des arcs ou dans les endroits où il peut se trouver des gaz ionisés, les conditions atmosphériques normales définies à l'article 6.1.3 de la présente publication ne sont pas réalisées et des valeurs plus grandes peuvent être nécessaires.
- 3.3 Les distances d'isolement recommandées ne s'appliquent pas à l'intervalle entre les contacts séparables d'un même pôle dans la position d'ouverture.
- 3.4 Les parties conductrices recouvertes uniquement de vernis ou d'émail, ou protégées seulement par oxydation ou au moyen d'un procédé similaire, ne sont pas considérées comme étant isolées.
- 3.5 Les distances d'isolement et les lignes de fuite recommandées doivent être conservées dans les conditions suivantes:
 - a) D'une part sans les connexions électriques extérieures, d'autre part lorsque des conducteurs isolés ou nus, du type et de toutes dimensions spécifiés pour le contacteur, sont raccordés conformément aux instructions du constructeur, si elles existent.
 - b) Après remplacement de pièces interchangeables, compte tenu des tolérances de fabrication maximales admissibles.

APPENDIX B

CLEARANCES AND CREEPAGE DISTANCES FOR LOW-VOLTAGE CONTACTORS

Introduction

It is not possible to lay down a simple set of rules relating to clearances and creepage distances which can be applied to contactors, as so much depends on variable factors such as atmospheric conditions, the type of insulation employed, the disposition of the creepage paths and the conditions of the system on which the contactor is to be used.

This Appendix, therefore, is intended to serve as a guide to the values of minimum clearances and creepage distances to be used. The values given are based on those used in various national specifications, and which are known to give satisfactory service under normal industrial conditions and under system conditions generally found in the majority of the countries in which these specifications are in use.

Further investigation is necessary to obtain a better understanding of the effects of the various factors, and thus to determine a more comprehensive set of rules.

1. Scope

The recommendations of this Appendix apply to low-voltage contactors specified in this Publication. They apply to equipment in air and to normal atmospheric conditions as defined in Clause 6.1.3 of the same Publication. When the atmospheric conditions differ from the normal, this should be recognized either by the choice of enclosures or by larger creepage distances. Observation of these recommendations does not imply that the contactors will meet the test requirements of this Publication.

2. Definitions

(Vacant.)

3. General

- 3.1 It is recommended that the surface of the insulating parts should be designed with ridges so arranged as to break the continuity of conducting deposits which may form.
- 3.2 The recommended clearances and creepage distances apply to non-arcing parts. In the vicinity of arcs or in areas where ionized gases may be present, the normal atmospheric conditions defined in Clause 6.1.3 of this Publication do not exist and larger values may be necessary.
- 3.3 The recommended clearances do not apply to the gap between the separable contacts of the same pole when in the open position.
- 3.4 Conducting parts covered only with varnish or enamel, or protected only by oxidation or a similar process, should not be considered as being insulated.
- 3.5 The recommended clearances and creepage distances must be maintained under the following circumstances:
 - a) On the one hand, without external electrical connections, on the other hand, when conductors insulated or bare, of the type and of any dimensions specified for the contactor, are installed according to the manufacturer's instructions, if any.
 - b) After interchangeable parts have been changed, taking into account maximum permissible manufacturing tolerances.