

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
470

Première édition
First edition
1974

Contacteurs haute tension à courant alternatif

High-voltage alternating current contactors

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 470:1974

WithNorm



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 470: 1974

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
470

Première édition
First edition
1974

Contacteurs haute tension à courant alternatif

High-voltage alternating current contactors

© CEI 1974 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

CHAPITRE I

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	10
3. Classification	12

CHAPITRE II

4. Caractéristiques des contacteurs	14
4.1 Enumération des caractéristiques	14
4.2 Type du contacteur	14
4.3 Valeurs nominales	14
4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	22
4.5 Circuits auxiliaires	24
4.6 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	24
5. Plaques signalétiques	24
6. Conditions normales de fonctionnement en service	26
6.1 Conditions normales de service	26

CHAPITRE III

7. Conditions normales de construction	28
7.1 Réalisation mécanique	28
7.2 Echauffement	28
7.3 Qualités diélectriques	30
7.4 Limites de fonctionnement	32

CHAPITRE IV

8. Essais	34
8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs	34
8.2 Essais de type	34
8.3 Essais individuels	48
8.4 Essais spéciaux	48

ANNEXE A — Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	50
--	----

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
CHAPTER I	
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	11
3. Classification	13
CHAPTER II	
4. Characteristics of contactors	15
4.1 Summary of characteristics	15
4.2 Type of contactor	15
4.3 Rated values	15
4.4 Control circuits and air-supply systems	23
4.5 Auxiliary circuits	25
4.6 Co-ordination with short-circuit protective devices	25
5. Nameplates	25
6. Standard conditions for operation in service	27
6.1 Normal service conditions	27
CHAPTER III	
7. Standard conditions for construction	29
7.1 Mechanical design	29
7.2 Temperature rise	29
7.3 Dielectric properties	31
7.4 Limits of operation	33
CHAPTER IV	
8. Tests	35
8.1 Verification of the characteristics of contactors	35
8.2 Type tests	35
8.3 Routine tests	49
8.4 Special tests	49
APPENDIX A—Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONTACTEURS HAUTE TENSION À COURANT ALTERNATIF

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 17 de la CEI: Appareillage.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en juin 1971. A la suite de cette réunion, un nouveau projet, document 17(Bureau Central)1022, fut d'abord soumis aux Comités nationaux pour une procédure accélérée en avril 1972 et ensuite fut soumis pour approbation suivant la Règle des Six Mois en octobre 1972.

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

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Israël
Australie	Italie
Belgique	Japon
Canada	Norvège
Danemark	Portugal
Egypte	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear. A first draft was discussed at the meeting held in Brussels in June 1971. As a result of this meeting, a new draft, document 17(Central Office)1022, was submitted to the National Committees, first under the accelerated procedure in April 1972 and then for approval under the Six Months' Rule in October 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Belgium	Norway
Canada	Portugal
Denmark	Romania
Egypt	South Africa (Republic of)
Finland	Spain
France	Turkey
Germany	United Kingdom
Israel	United States of America
Italy	Yugoslavia

CONTACTEURS HAUTE TENSION À COURANT ALTERNATIF

CHAPITRE I

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 dépasse 1000 V mais sans excéder 12000 V en courant alternatif, pour des installations en situation non exposée.

Notes 1.— Lorsqu'un contacteur fait partie d'un ensemble d'appareillage de commande, les règles de la Publication 298 de la CEI: Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique, lui sont applicables dans les domaines non couverts par la présente spécification.

2.— Les contacteurs destinés à assurer une protection contre les courts-circuits doivent répondre en outre aux spécifications correspondantes des disjoncteurs (Publication 56 de la CEI: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension).

3.— En ce qui concerne les combinés contacteurs-fusibles, des recommandations complémentaires sont à l'étude.

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 comportement,
 - b) à leurs qualités diélectriques;
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.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT CONTACTORS

CHAPTER I

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 those 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 exceeds 1000 V a.c. but does not exceed 12000 V a.c. for non-exposed installations.

Notes 1.— A contactor forming part of a controlgear assembly is subject to the requirements of IEC Publication 298, High-voltage Metal-enclosed Switchgear and Controlgear, in matters not covered by this specification.

2.— Contactors which are intended to provide short-circuit protection shall additionally satisfy the relevant conditions specified for circuit-breakers (IEC Publication 56, High-voltage Alternating-current Circuit-breakers).

3.— As regards fuse-contactor combinations, additional recommendations are under consideration.

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;
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 des 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 donc, d'après la définition 2.1.4, ce 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 doit 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 constituants 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.

2.1.13 *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. C'est la valeur efficace de la composante périodique du courant.

2.1.14 *Pouvoir de coupure*

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*

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

C'est la valeur efficace de la composante périodique du courant.

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 *Breaking current*

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

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.

It is the r. m. s. value of the a. c. component.

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 (paragraphe 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.

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

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 *Installation en situation non exposée*

Installation dans laquelle le matériel n'est pas soumis à des surtensions d'origine atmosphérique.

Note. — Ces installations sont généralement connectées à un réseau de câbles.

2.1.22 *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 sous enveloppe, c'est la température 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.

2.1.16 *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 (Sub-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 polyphase 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.

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

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 *A non-exposed installation*

An installation in which the equipment is not subjected to over-voltages of atmospheric origin.

Note. — Such installations are usually connected to cable networks.

2.1.22 *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 *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.

2.2.5 *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 à ce titre 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.

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,
- les contacteurs à coupure dans le vide ou dans d'autres diélectriques en enceinte hermétique.

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 *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 predetermined continuity of the main circuit of the contactor is secured.

2.2.9 *Open position*

The position in which the predetermined 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 According to the interrupting medium, contactors are divided into different groups, e.g.:

- air break,
- oil-immersed break,
- vacuum or other sealed media.

CHAPITRE II

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 paragraphe 4.2);
- valeurs nominales (voir paragraphe 4.3);
- circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (voir paragraphe 4.4);
- circuits auxiliaires (voir paragraphe 4.5).

4.2 Type du contacteur

Il est nécessaire d'indiquer:

4.2.1 Le nombre de pôles

4.2.2 La nature du courant

Le nombre de phases et la fréquence nominale.

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

4.2.4 Le genre de commande (voir paragraphe 3.1)

4.3 Valeurs nominales

Les valeurs nominales relatives à un contacteur doivent être indiquées conformément aux paragraphes 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 paragraphe 4.4.1.

4.3.1.2 Tension nominale d'isolement

La tension 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 (paragraphe 7.3).

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

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 h (voir paragraphe 4.3.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées aux paragraphes 7.2 (tableau V) et 7.3 (tableau VI) quand l'appareil est essayé selon les prescriptions du paragraphe 8.2.2.

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

CHAPTER II

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 Sub-clause 4.2);
- rated values (see Sub-clause 4.3);
- control circuits and air-supply systems (see Sub-clause 4.4);
- auxiliary circuits (see Sub-clause 4.5).

4.2 Type of contactor

The following shall be stated:

4.2.1 Number of poles

4.2.2 Kind of current

Number of phases and rated frequency.

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

4.2.4 Method of control (see Sub-clause 3.1)

4.3 Rated values

The rated values established for a contactor shall be stated in accordance with Sub-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_o) 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 Sub-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 (Sub-clause 7.3) are referred.

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. For polyphase circuits, it is stated as the voltage between phases.

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 Sub-clause 4.3.4.1) without the temperature rise of its various parts exceeding the limits specified in Sub-clauses 7.2 (Table V) and 7.3 (Table VI) when tested according to Sub-clause 8.2.2.

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

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 paragraphe 4.3.1.1), de la fréquence nominale (voir paragraphe 4.3.3), du service nominal (voir paragraphe 4.3.4), de la catégorie d'emploi (voir paragraphe 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 (kW), 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

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 huit 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 h 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 h (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — Ce genre de service diffère du service de 8 h 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.

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 dénommé: «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 0,01: 1 cycle de manœuvres par heure;
- Classe 0,03: 3 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,1: 12 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,3: 30 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 1: 120 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 3: 300 cycles de manœuvres par heure.

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

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 Sub-clause 4.3.1.1), the rated frequency (see Sub-clause 4.3.3), the rated duty (see Sub-clause 4.3.4), the utilization category (see Sub-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 (kW), 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 8 h 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 8 h (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 derating 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.

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 0.01: up to 1 operating cycle per hour;
- 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.

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

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, conformément aux catégories d'emploi (voir paragraphe 4.3.6).

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 ni usure exagérée des contacts, ni émission excessive de flammes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

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.

Le pouvoir de fermeture nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

Note. — 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.

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

Le pouvoir de fermeture nominal est basé sur les conditions de manœuvre du contacteur prescrites au paragraphe 7.4.

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 comprise entre son courant minimal de coupure nominal et son pouvoir de coupure nominal le plus élevé, conformément au paragraphe 4.3.6.

Note. — Si un pouvoir de coupure minimal inférieur à celui donné dans le tableau II est exigé, des dispositions spéciales doivent être prises par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Le pouvoir de coupure nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique du courant.

4.3.5.3 *Aptitude à supporter les courants de surcharge*

A l'étude.

4.3.6 *Catégories 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.

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, as specified in Table II, in accordance with utilization categories (see Sub-clause 4.3.6).

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.

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.

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

Note. — The peak value of the current during the first half-cycle following closing of the contactor may be appreciably greater than the peak value of the current under steady state conditions, 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 a. c. component of the current which defines its making capacity, whatever the value of the d. c. component may be, within the limits which result from power factors indicated in Table II.

The rated making capacity is based on the contactor being operated in accordance with the requirements of Sub-clause 7.4.

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 between its minimum rated breaking current and its highest rated breaking capacity, according to Sub-clause 4.3.6.

Note. — If a minimum breaking capacity less than that given in Table II is required, special arrangements shall be agreed between manufacturer and user.

The rated breaking capacity is expressed by the r. m. s. value of the a. c. 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.

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 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.

TABLEAU I
Catégories d'emploi

Catégorie	Applications caractéristiques
AC-1	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances Démarrage et inversion de marche — moteurs à bagues ¹⁾ Démarrage et coupure des moteurs lancés — moteurs à cage Démarrage, inversion de marche ¹⁾ et marche par à-coups ²⁾ — moteurs à cage
AC-2	
AC-3	
AC-4	

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 transformateurs 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 paragraphe 8.2.4) — Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi¹⁾

Catégorie	Coupure								
	Etablissement			Courant minimal de coupure nominal			Pouvoir de coupure nominal le plus élevé		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$ ²⁾	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$ ²⁾	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$ ²⁾
AC-1	1,5	1,1	0,95	0,2	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
AC-2	4	1,1	0,65	0,2	1,1	0,65	4	1,1	0,65
AC-3	8	1,1	0,35	0,2	1,1	0,15	8	1,1	0,35
AC-4	10	1,1	0,35	0,2	1,1	0,15	8	1,1	0,35

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

¹⁾ 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 paragraphe 4.3.5.1, note).
²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.
³⁾ Dans le cas de réaccélération ou de freinage par inversion, il faut noter que, à l'instant de l'établissement, la tension et le courant peuvent être doublés.

4.3.7 Endurance mécanique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un contacteur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres à vide (c'est-à-dire sans courant traversant les contacts principaux) qu'il est susceptible d'effectuer avant qu'il ne devienne nécessaire de procéder à la révision ou au remplacement de parties mécaniques; cependant, il est permis de procéder à un entretien normal comprenant le remplacement des contacts, comme il est indiqué au paragraphe 8.2.7.3.

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 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.

TABLE I
Utilization categories

Category	Typical applications
AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces Starting and plugging — slip-ring motors ¹⁾ Starting and switching off motors during running — squirrel-cage motors Starting, plugging ¹⁾ and inching ²⁾ — squirrel-cage motors
AC-2	
AC-3	
AC-4	
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. <i>Note.</i> — The application of contactors to the switching of rotor circuits, capacitors or transformers shall be subject to special agreement between manufacturer and user.	

TABLE II
Verification of rated making and breaking capacities (see Sub-clause 8.2.4) — Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories¹⁾

Category	Make			Break					
				Minimum rated breaking current			Highest rated breaking capacity		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^{2)}$
AC-1	1.5	1.1	0.95	0.2	1.1	0.95	1.5	1.1	0.95
AC-2	4	1.1	0.65	0.2	1.1	0.65	4	1.1	0.65
AC-3	8	1.1	0.35	0.2	1.1	0.15	8	1.1	0.35
AC-4	10	1.1	0.35	0.2	1.1	0.15	8	1.1	0.35

I_e Rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.2).
 U_e Rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1).
 I Current made.
 U Voltage before make.
 U_r Recovery voltage.
 I_c Current broken.

¹⁾ 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 Sub-clause 4.3.5.1, Note).
²⁾ Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 .
³⁾ In the case of re-acceleration or plug braking, it should be noted that at the instant of making, the voltage and current may be doubled.

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 Sub-clause 8.2.7.3 is permitted.

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres à vide, exprimés en millions, sont: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 et 3.

Si aucune endurance mécanique n'est indiquée par le constructeur, une classe de service intermittent implique une endurance mécanique minimale correspondant à au moins 8000 h de fonctionnement à la plus grande fréquence de cycles de manœuvres correspondante.

4.3.8 Endurance électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un contacteur est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux conditions de service du tableau III, qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement.

Sur demande et pour la catégorie AC-3 seulement, le constructeur doit préciser le nombre de cycles de manœuvres en charge dans les conditions de service indiquées au tableau III, sans réparation ni remplacement (voir paragraphe 8.4.1).

TABLEAU III

Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge — Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi¹⁾

Catégorie	Etablissement			Coupure		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^{3)}$
AC-1	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	8	1	0,35	6	1	0,35

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

¹⁾ Les conditions d'établissement sont exprimées en valeurs efficaces, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée (voir paragraphe 4.3.5.1, note).
²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$.
³⁾ Dans le cas de réaccélération ou de freinage par inversion, il faut noter que, à l'instant de l'établissement, la tension et le courant peuvent être doublés.

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 satisfaisantes 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 .

Il est recommandé de choisir, de préférence, la tension nominale d'alimentation de commande parmi les valeurs du tableau IV.

The preferred numbers of no-load operating cycles, expressed in millions, are: 0.01 – 0.03 – 0.1 – 0.3 – 1 and 3.

If no mechanical endurance is stated by the manufacturer, a class of intermittent duty implies a minimum mechanical endurance corresponding to 8000 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.

For Category AC-3 only, the manufacturer shall state on request the number of on-load operating cycles which can be made without any repair or replacement for the corresponding service conditions of Table III (see Sub-clause 8.4.1).

TABLE III

Verification of the number of on-load operating cycles — Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories¹⁾

Category	Make			Break		
	I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi^{2)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^{2)}$
AC-1	1	1	0.95	1	1	0.95
AC-2	2.5	1	0.65	2.5	1	0.65
AC-3	6	1	0.35	1	0.17	0.35
AC-4	8	1	0.35	6	1	0.35

I_e Rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.2).

U_e Rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1).

I Current made.

U Voltage before make.

U_r Recovery voltage.

I_c Current broken.

¹⁾ 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 Sub-clause 4.3.5.1, Note).

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

³⁾ In the case of re-acceleration or plug braking, it should be noted that at the instant of making, the voltage and current may be doubled.

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 .

The rated control supply voltage should preferably be chosen from Table IV.

TABLEAU IV

Valeurs normales de la tension nominale d'alimentation de commande

Courant continu V	Courant alternatif V (eff)
24, 48, 110 ou 125 220 ou 250	Monophasé 100, 110 ou 220 Triphasé 220 ou 380

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.

4.5 *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 thermique des circuits auxiliaires est de 6 A.

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) la valeur de la fréquence nominale, par exemple 50 Hz;
- d) la tension nominale d'isolement (voir paragraphe 4.3.1.2);
- e) le courant nominal thermique (voir paragraphe 4.3.2.1).

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

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

Pour les contacteurs commandés par air comprimé:

- h) la pression nominale d'alimentation en air comprimé et les limites de variation de cette pression, si elles sont différentes de celles spécifiées au paragraphe 7.4.

Notes 1.— Les courants nominaux d'emploi ou les puissances nominales d'emploi (voir paragraphe 4.3.2.2) ainsi que les autres caractéristiques nécessaires pour l'utilisation doivent pouvoir être indiqués par le constructeur; c'est pourquoi la désignation du type ou le numéro de série sont un élément essentiel des indications portées sur la plaque signalétique.

2.— 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.

TABLE IV

Standard values of the rated control supply voltage

D.C. V	A.C. V (r.m.s.)
24, 48, 110 or 125 220 or 250	Single phase 100, 110 or 220 Three phase 220 or 380

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 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 thermal current of auxiliary circuits is 6 A.

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 in position:

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) value of the rated frequency, e.g. 50 Hz;
- d) rated insulation voltage (see Sub-clause 4.3.1.2);
- e) rated thermal current (see Sub-clause 4.3.2.1).

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

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

For contactors operated by compressed air:

- h) rated supply pressure of the compressed air and the limits of variation of this pressure, if they are different from those specified in Sub-clause 7.4.

Notes 1.— Rated operational currents or rated operational powers (see Sub-clause 4.3.2.2) and other data required for application purposes shall be made available by the manufacturer, for which purpose the type designation or serial number is an essential part of the nameplate data.

2.— 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. 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 installations en situation non exposée.

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 $+40\text{ °C}$ et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas $+35\text{ °C}$.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de -5 °C .

Note. — Les contacteurs prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse $+40\text{ °C}$ (par exemple dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à -5 °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 1 000 m.

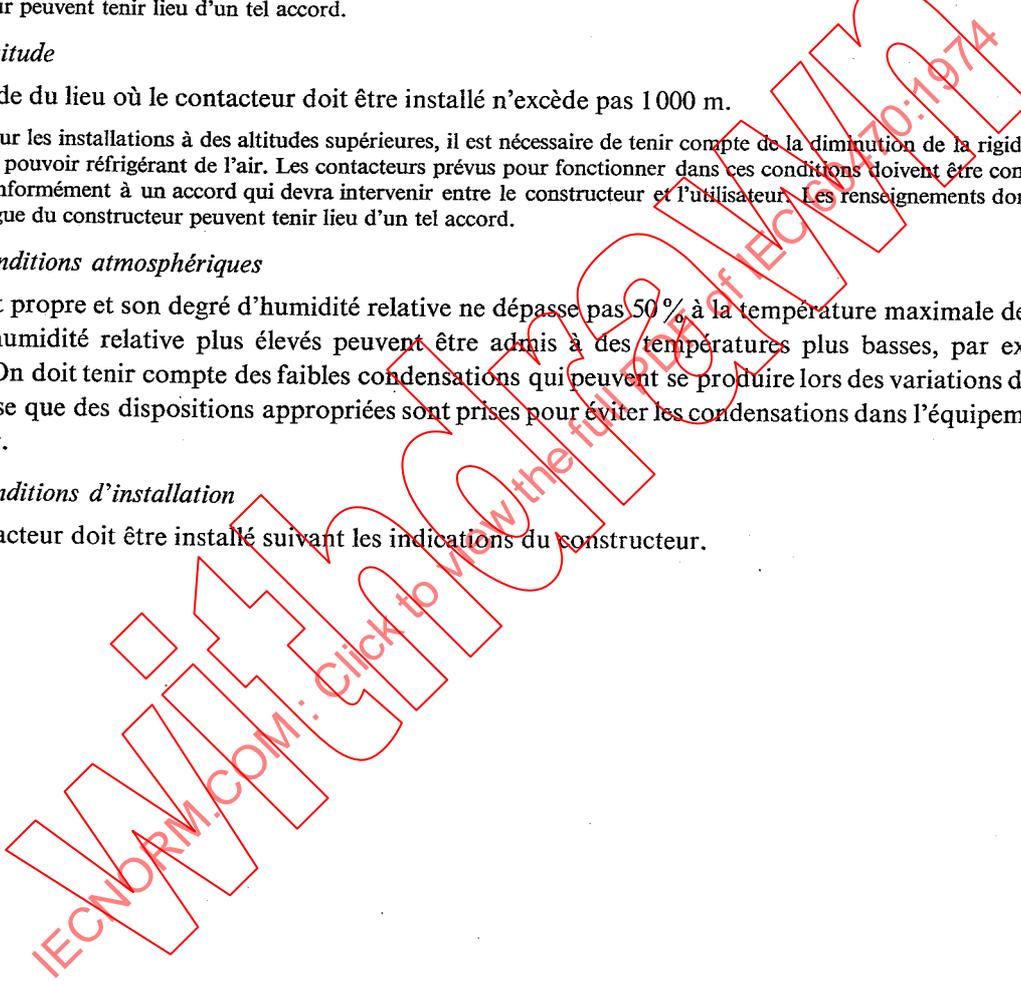
Note. — Pour les installations à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air. Les contacteurs prévus pour fonctionner dans ces conditions doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra 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 $+40\text{ °C}$. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à $+20\text{ °C}$. On doit tenir compte des faibles condensations qui peuvent se produire lors des variations de température. On suppose que des dispositions appropriées sont prises pour éviter les condensations dans l'équipement recevant le contacteur.

6.1.4 Conditions d'installation

Le contacteur doit être installé suivant les indications du constructeur.



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 in non-exposed installations.

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 take the place of such an agreement.

6.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 1 000 m (3 300 ft).

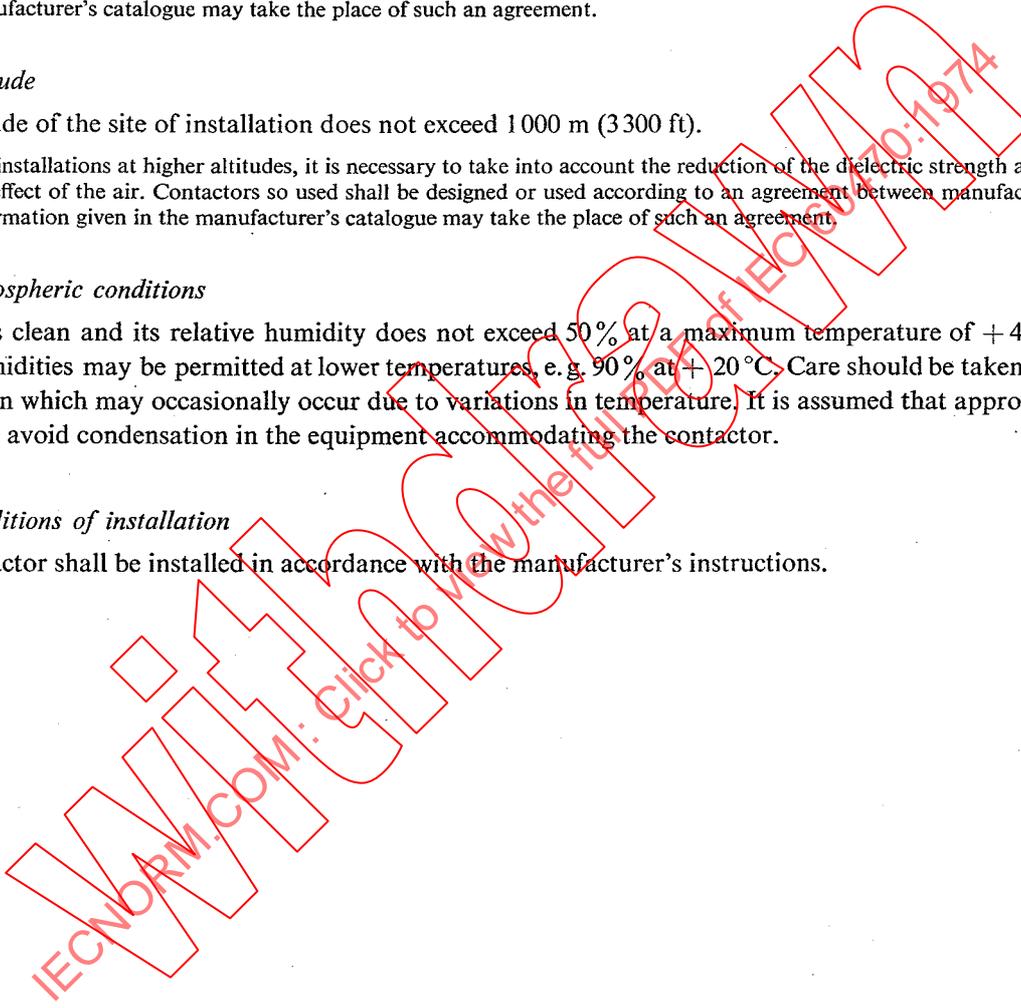
Note. — For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Contactors so used shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of 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. It is assumed that appropriate means are taken to avoid condensation in the equipment accommodating the contactor.

6.1.4 Conditions of installation

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



CHAPITRE III

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.

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 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.

7.1.2.1 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.

7.1.2.2 Borne de terre

Pour satisfaire à la présente recommandation, les châssis, cadres et parties fixes de toute enveloppe métallique sont censés être électriquement interconnectés et raccordés à une borne permettant leur mise à la terre.

Cette prescription peut être satisfaite par les éléments constructifs normaux qui procurent une continuité électrique convenable.

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

Si les points d'assemblage du contacteur n'assurent pas la continuité de toutes les parties qui doivent être mises à la terre, par exemple les supports des circuits auxiliaires et les armatures des électro-aimants, on devra prévoir une borne de terre repérée avec l'indication \perp .

7.2 Echauffement

7.2.1 Résultats à obtenir

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

CHAPTER III

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.

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 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.

7.1.2.1 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.

7.1.2.2 Earth terminal

For the purpose of this recommendation, it is assumed that the chassis, frameworks and the fixed parts of any metal enclosure will be interconnected electrically and connected to a terminal which enables them to be earthed.

This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity.

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

If the mounting points for the contactor do not give earth continuity for all parts that require to be earthed, for example auxiliary circuit mounts and magnet frames, then an earth terminal shall be provided marked with the sign \perp .

7.2 Temperature rise

7.2.1 Results to be obtained

The temperature rises of the various parts of a contactor, measured during a test carried out under the conditions specified in Sub-clause 8.2.2, shall not exceed the limiting values stated in Tables V and 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 °C	60 °C
E	100 °C	60 °C
B	110 °C	60 °C
F	135 °C	—
H	160 °C	—

Note. — La classification des isolants 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.

7.2.2 *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 au paragraphe 6.1.1.

7.2.3 *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 h: son courant nominal thermique;
- pour un contacteur prévu pour un service ininterrompu, un service intermittent ou un service temporaire: son courant nominal d'emploi pour le service approprié.

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 des conducteurs isolés, elles doivent satisfaire aux conditions d'échauffement spécifiées au tableau VI.

7.2.4 *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.

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 3 de service intermittent doivent également supporter les fréquences de manœuvres suivantes :

Classe de service intermittent du contacteur (voir paragraphe 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 des contacteurs électromagnétiques
0,1	300 s	180 s
0,3	120 s	72 s
1	30 s	18 s
3	12 s	4,8 s

7.2.5 *Circuits auxiliaires*

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

7.3 *Qualités diélectriques*

Le contacteur doit être capable de satisfaire aux essais diélectriques prescrits au paragraphe 8.2.3.

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 °C	60 °C
E	100 °C	60 °C
B	110 °C	60 °C
F	135 °C	—
H	160 °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.

7.2.2 *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 Sub-clause 6.1.1.

7.2.3 *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 for the appropriate duty.

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 shall meet the temperature-rise conditions specified in Table VI.

7.2.4 *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.

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 3 shall also withstand the following frequencies of operation:

Intermittent duty class of the contactor (see Sub-clause 4.3.4.3.1)	One close-open operating cycle every:	Interval of time during which the supply of the control coil of electrically held contactors 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

7.2.5 *Auxiliary circuits*

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

7.3 *Dielectric properties*

The contactor shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in Sub-clause 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 h, service intermittent ou service temporaire – en argent ou recouvertes d'argent ⁷⁾ – en tous autres métaux ou métaux frittés	45 °C 65 °C ¹⁾ ²⁾
Pièces de contact dans l'huile	65 °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 °C
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 °C ⁵⁾
Huile des appareils à coupure dans l'huile (mesure effectuée à la partie supérieure de l'huile)	60 °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 pur, 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 °C est une valeur basée sur l'essai conventionnel du paragraphe 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 peut être demandée ou acceptée, en relation avec le genre d'isolement utilisé pour les câbles. ⁶⁾ Mesure pouvant être effectuée au moyen d'un thermomètre. ⁷⁾ L'expression «recouvertes d'argent» comprend l'argent massif inséré ainsi que l'argent déposé par électrolyse pourvu qu'il subsiste une couche continue d'argent sur les contacts, d'une part après chaque dixième du nombre de manœuvres réalisées au cours de l'essai d'endurance mécanique (paragraphe 8.2.7.3) et, d'autre part, après l'essai d'endurance électrique, s'il existe (paragraphe 8.4.1).	

7.4 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 °C et $+40$ °C. Ces limites s'appliquent au courant continu ou au courant alternatif, suivant le cas.

Note. — Pour les contacteurs munis de bobines fonctionnant un court instant, telles que les bobines pour la fermeture et l'ouverture des contacteurs à accrochage, les limites de fonctionnement devront 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.

TABLE VI

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit (measured by thermo- couple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts): – copper { uninterrupted duty { eight-hour, intermittent or temporary duty – silver or silver-faced ⁷⁾ – all other metals or sintered metals Contact parts in oil	45 °C 65 °C 1) 2) 65 °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 °C
Terminals for external insulated connections	70 °C ⁵⁾
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60 °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 °C is a value based on the conventional test of Sub-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 having regard to the type of insulation used on the cables. ⁶⁾ May be measured by a thermometer. ⁷⁾ The expression "silver-faced" covers solid silver as well as electro-deposited silver, provided that a continuous layer of silver remains on the contacts, on the one hand after every tenth of the mechanical endurance tests (Sub-clause 8.2.7.3), and on the other hand, after electrical endurance tests, if any (Sub-clause 8.4.1).	

7.4 *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 °C and $+40\text{ °C}$. These limits apply to d. c. or a. c. as appropriate.

Note. — For contactors with short-time rated coils such as closing and trip coils for latched contactors, operating limits should be agreed between manufacturer and user.

For electromagnetic and electro-pneumatic contactors, the drop-out voltage shall be not 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.

CHAPITRE IV

8. Essais

Les essais doivent être effectués par le constructeur dans ses ateliers ou dans tout laboratoire approprié de son choix. Cependant, les essais spéciaux peuvent être effectués à l'endroit où le contacteur est utilisé (paragraphe 8.1.3).

8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs

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

- des essais de type (voir paragraphes 8.1.1 et 8.2);
- des essais individuels (voir paragraphes 8.1.2 et 8.3);
- des essais spéciaux (voir paragraphes 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 paragraphe 8.2.2).
- b) La vérification des qualités diélectriques (voir paragraphe 8.2.3).
- c) La vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux (voir paragraphe 8.2.4).
- d) La vérification des limites de fonctionnement (voir paragraphe 8.2.6).
- e) La vérification de l'endurance mécanique (voir paragraphe 8.2.7).
- f) La vérification de l'aptitude à supporter les courants de surcharge (voir paragraphe 8.2.8).

8.1.2 Essais individuels

Ceux-ci sont constitués par :

- a) Les essais de fonctionnement (voir paragraphe 8.3.2).
- b) Les essais diélectriques (voir paragraphe 8.3.3).

8.1.3 Essais spéciaux

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

Ils comportent la vérification de l'endurance électrique (voir paragraphe 8.4.1).

Note. — Si nécessaire et hors du domaine d'application de la présente recommandation, on demandera une vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure sur court-circuit et du courant nominal de courte durée (voir paragraphe 8.2.4).

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. Le contacteur en essai doit être conforme, dans tous ses détails essentiels, aux dessins du type qu'il représente.

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 (paragraphe 8.2.4.2).

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.

CHAPTER IV

8. Tests

The tests shall be carried out by the manufacturer at his works or at any suitable laboratory of his choice. However, special tests may be carried out at the place where the contactor is to be used (Sub-clause 8.1.3).

8.1 *Verification of the characteristics of contactors*

The tests to verify the characteristics of contactors comprise:

- type tests (see Sub-clauses 8.1.1 and 8.2);
- routine tests (see Sub-clauses 8.1.2 and 8.3);
- special tests (see Sub-clauses 8.1.3 and 8.4).

8.1.1 *Type tests*

They comprise:

- a) Verification of temperature-rise limits (see Sub-clause 8.2.2).
- b) Verification of dielectric properties (see Sub-clause 8.2.3).
- c) Verification of rated making and breaking capacities (see Sub-clause 8.2.4).
- d) Verification of operating limits (see Sub-clause 8.2.6).
- e) Verification of mechanical endurance (see Sub-clause 8.2.7).
- f) Verification of the ability to withstand overload currents (see Sub-clause 8.2.8).

8.1.2 *Routine tests*

They comprise:

- a) Operation tests (see Sub-clause 8.3.2).
- b) Dielectric tests (see Sub-clause 8.3.3).

8.1.3 *Special tests*

These are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

They include verification of electrical endurance (see Sub-clause 8.4.1).

Note. — Where appropriate and beyond the scope of this recommendation, verification of short-circuit making and breaking capacities and rated short-time currents are required (see Sub-clause 8.2.4).

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. The contactor to be tested shall agree in all essential details with the drawings of the type which it represents.

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 installations (type and size of enclosure, if any, size of conductors, etc.) shall be part of the test report (Sub-clause 8.2.4.2).

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.

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 paragraphe 7.2.3)

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 abrégé 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.v.c., dont les sections sont données au tableau VII, avec un isolement approprié au niveau d'isolement du contacteur en question.
- b) L'essai doit être effectué dans les conditions représentatives de service, mais, en raison de considérations pratiques, un courant monophasé peut être utilisé 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).

TABLEAU VII

Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant au courant nominal thermique
(Sections exprimées en millimètres carrés)

Domaine du courant nominal thermique A ¹⁾	Fils de commande auxiliaire						Pôles principaux									
	0	7,9	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
Valeurs du courant nominal thermique A ²⁾	≧ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400

(Sections exprimées en AWG [tableau donné à titre d'information])

Domaine du courant nominal thermique A ¹⁾	Fils de commande auxiliaire					Pôles principaux														
	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
															MCM	MCM	MCM	MCM	MCM	MCM
Valeurs du courant nominal thermique A ²⁾	≧ 8	12	20	32	40	50	63	80	100	—	125	160	—	200	—	250	—	315	—	—

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 sont données uniquement à titre de référence.

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 Sub-clause 7.2.3).

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 with an insulation grade appropriate to the insulation level of the contactor in question.

b) The test shall be carried out under representative service conditions, but for practical considerations, single-phase current can be used 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).

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⁾	Auxiliary control wires						Main poles									
	0 7.9	7.9 15.9	15.9 22	22 30	30 39	39 54	54 72	72 93	93 117	117 147	147 180	180 216	216 250	250 287	287 334	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	32	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⁾	Auxiliary control wires					Main poles														
	0 11	11 18	18 25	25 34	34 45	45 61	61 78	78 91	91 106	106 123	123 143	143 166	166 193	193 220	220 247	247 276	276 302	302 328	328 353	353 390
AWG	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00	000	0000	250 MCM	300 MCM	350 MCM	400 MCM	450 MCM	500 MCM
Values of the rated thermal current A ²⁾	≤ 8	12	20	32	40	50	63	80	100	—	125	160	—	200	—	250	—	315	—	—

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 au paragraphe 7.2.4 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 h ou un service temporaire ne doivent être soumis qu'à l'essai prescrit au premier alinéa du paragraphe 7.2.4, 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 le paragraphe 7.2.4, 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 au paragraphe 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 paragraphes 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 doit 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.).

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.

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 Sub-clause 7.2.4, with the specified kind of supply current and at their rated voltage.

Electro-magnets of contactors intended for uninterrupted, eight-hour or temporary duty shall be subject only to the conditions prescribed in the first paragraph of Sub-clause 7.2.4, 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 Sub-clause 7.2.4 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 Sub-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 Sub-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.

For copper conductors, the value of the hot temperature T_2 may be obtained from the value of the cold temperature T_1 as a function of the ratio of the hot resistance R_2 to the cold resistance R_1 by the following formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234.5) - 234.5$$

where T_1 and T_2 are expressed in degrees Celsius.

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 au paragraphe 8.2.2.5, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément au paragraphe 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, tous circuits auxiliaires de commande 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;

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 côté alimentation, les bornes côté utilisation étant réunies entre elles.

8.2.3.2.2 *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, 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:

Pour les circuits principaux: conforme au tableau VIII; pour les circuits auxiliaires, la valeur efficace de la tension d'essai sera égale à deux fois la tension auxiliaire nominale d'alimentation la plus élevée plus 1000 V avec un minimum de 1500 V.

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 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 Sub-clause 8.2.2.5, and the ambient air temperature measured in accordance with Sub-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 *Conditions 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 auxiliary circuits 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) With the main contacts open:

1. Between all live parts of all poles connected together and the frame of the contactor;
2. Between the supply terminals with the load side terminals 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 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:

For main circuits: in accordance with Table VIII; for auxiliary circuits, the r.m.s. value of the test voltage shall be equal to twice the highest rated auxiliary supply voltage plus 1 000 V with a minimum of 1 500 V.

TABLEAU VIII

Tension nominale d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$1\ 000 < U_i \leq 2\ 500$	6 500
$2\ 500 < U_i \leq 3\ 600$	10 000
$3\ 600 < U_i \leq 7\ 200$	20 000
$7\ 200 < U_i \leq 12\ 000$	28 000

Pratique nord-américaine

Tension nominale d'isolement U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$2\ 500 < U_i \leq 5\ 000$	11 300

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.

On effectuera un enregistrement oscillographique de la première et de la dernière manœuvre lors de chaque série d'essais (voir paragraphes 4.3.5.1 et 4.3.5.2).

Au cours des essais, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion du fusible inséré dans le circuit de terre (voir paragraphe 8.2.4.2), ni soudure des contacts.

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 pourront 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.

Si le contacteur est prévu pour montage nu ou pour être monté avec d'autres appareils dans une enveloppe de grandes dimensions eu égard au volume du contacteur, il doit, lors de la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure, être entouré d'une enveloppe. Cette enveloppe doit être réalisée en toile métallique tissée avec des fils nus ou avec une tôle d'acier doux perforée, d'une épaisseur telle qu'elle assure une rigidité convenable. Les ouvertures dans la toile métallique ou dans la tôle perforée ne doivent pas avoir une surface unitaire supérieure à 100 mm². Les dimensions de cette enveloppe, mise à la terre, doivent correspondre aux distances indiquées pour les parties métalliques mises à la terre lors de l'utilisation ultérieurement prévue.

Les connexions de raccordement au circuit principal et au circuit auxiliaire de contrôle doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand le contacteur sera en service.

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 fusible) pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.