

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 158-1

Première édition — First edition

1964

Appareillage de commande à basse tension à usage industriel

Première partie: Contacteurs

Low-voltage controlgear for industrial use

Part 1: Contactors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60158-1:1964

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 158-1

Première édition — First edition

1964

Appareillage de commande à basse tension à usage industriel

Première partie: Contacteurs

Low-voltage controlgear for industrial use

Part 1: Contactors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1 GÉNÉRALITÉS	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
2 DÉFINITIONS	6
2.1 Définitions relatives aux contacteurs	6
2.2 Définitions relatives à la position de repos, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un contacteur	12
3 CLASSIFICATION	14
4 CARACTÉRISTIQUES DES CONTACTEURS	14
4.1 Énumération des caractéristiques	14
4.2 Type du contacteur	14
4.3 Valeurs nominales	16
4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	28
4.5 Circuits auxiliaires	30
5 PLAQUES SIGNALÉTIQUES	30
6 CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE	32
6.1 Conditions normales de service	32
7 CONDITIONS NORMALES D'ÉTABLISSEMENT	34
7.1 Réalisation mécanique	34
7.2 Enveloppes	36
7.3 Échauffement	36
7.4 Qualités diélectriques	42
7.5 Limites de fonctionnement	42
8 ESSAIS	42
8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs	42
8.2 Essais de type	44
8.3 Essais individuels	60
ANNEXE A Indications à fournir par l'utilisateur	62
ANNEXE B Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension	64
ANNEXE C Distances d'isolement et lignes de fuite pour les contacteurs à basse tension	86

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1 GENERAL	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2 DEFINITIONS	7
2.1 Definitions concerning contactors	7
2.2 Definitions concerning position of rest, control and auxiliary circuits of a contactor	13
3 CLASSIFICATION	15
4 CHARACTERISTICS OF CONTACTORS	15
4.1 Summary of characteristics	15
4.2 Type of contactor	15
4.3 Ratings	17
4.4 Control circuits and air supply systems	29
4.5 Auxiliary circuits	31
5 NAMEPLATES	31
6 STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE	33
6.1 Normal service conditions	33
7 STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION	35
7.1 Mechanical design	35
7.2 Enclosures	37
7.3 Temperature rise	37
7.4 Dielectric properties	43
7.5 Limits of operation	43
8 TESTS	43
8.1 Verification of the characteristics of contactors	43
8.2 Type tests	45
8.3 Routine tests	61
APPENDIX A Information to be given by the user	63
APPENDIX B Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear	65
APPENDIX C Clearances and creepage distances for low-voltage contactors	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGE DE COMMANDE
A BASSE TENSION A USAGE INDUSTRIEL**

Première partie: Contacteurs

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

PRÉFACE

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

Les travaux furent entrepris pendant la réunion du Sous-Comité tenue à Philadelphie en 1954, au cours de laquelle fut examiné le premier projet d'un document relatif aux disjoncteurs et aux contacteurs.

Durant la réunion tenue à Munich en 1956, il fut décidé de préparer deux documents séparés, l'un concernant les disjoncteurs et l'autre les contacteurs.

Au cours de la réunion tenue à Madrid en 1959, il fut décidé que le projet auquel on était parvenu, relatif aux contacteurs à basse tension, serait soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois. Ce projet fut diffusé en avril 1960. Il suscita un certain nombre d'observations d'ordre fondamental et, au cours de la réunion de la Nouvelle-Delhi, il fut décidé qu'un projet modifié serait soumis à nouveau à la Règle des Six Mois; la diffusion fut effectuée en août 1961.

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

Allemagne	Danemark	Pologne	Tchécoslovaquie
Australie	Finlande	Roumanie	Turquie
Autriche	Italie	Royaume-Uni	Union des Républiques
Belgique	Japon	Suède	Socialistes Soviétiques
Canada	Pays-Bas	Suisse	Yougoslavie

Le Comité des Etats-Unis émit un vote défavorable en raison des limites admissibles d'échauffement des bobines dans l'air des classes d'isolation B et H, figurant au tableau IV du paragraphe 7.3.1; il considère que ces valeurs limites doivent être plus élevées ainsi qu'il est de pratique courante aux Etats-Unis. On a tenu compte partiellement de cette objection dans la rédaction de la note du tableau et actuellement il n'est pas possible de parvenir à une meilleure solution.

Le Comité français pense qu'il est nécessaire qu'une même valeur de la tension d'essai s'applique au moins pour les tensions nominales comprises entre 100 et 400 V.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR FOR INDUSTRIAL USE

Part 1: Contactors

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

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

Work was commenced during the meeting of the Sub-Committee held in Philadelphia in 1954, when the first draft of a document dealing with circuit-breakers and contactors was examined.

During the meeting held in Munich in 1956, it was decided to prepare two separate documents, one for circuit-breakers and the other for contactors.

At the meeting held in Madrid in 1959, it was agreed that a final draft dealing with low-voltage contactors should be submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule. This draft was circulated in April 1960. A number of fundamental comments were received on this draft, and during the meeting at New Delhi it was decided that an amended draft should be circulated again under the Six Months' Rule; this was done in August 1961.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Denmark	Netherlands	Turkey
Austria	Finland	Poland	United Kingdom
Belgium	Germany	Romania	Union of Soviet
Canada	Italy	Sweden	Socialist Republics
Czechoslovakia	Japan	Switzerland	Yugoslavia

The U.S. Committee recorded a negative vote on account of the permissible temperature-rise limits for Classes B and H insulated coils in air, as stated in Table IV of Sub-clause 7.3.1, which it considered should be higher to line up with established practice in the U.S.A. This objection has been partially met by the note to the table and for the time being is as far as it is possible to go.

The French Committee thought it was necessary to have the same test voltage at least for rated voltages between 100 and 400 V.

APPAREILLAGE DE COMMANDE A BASSE TENSION A USAGE INDUSTRIEL

Première partie: Contacteurs

1 GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

Cette recommandation est applicable aux contacteurs et rupteurs pour usage industriel 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 ne concerne que les contacteurs dont les contacts principaux sont destinés à être insérés dans des circuits dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 200 V en courant continu.

Lorsque les contacteurs sont prévus pour être installés à bord de navires marchands, ils doivent également satisfaire à des prescriptions supplémentaires.

Elle n'est pas applicable aux contacteurs destinés à être installés à bord de véhicules sur rail et sur route, non plus que sur les appareils de navigation aérienne.

Note. — Les contacteurs destinés à assurer la protection contre les courts-circuits doivent satisfaire en outre aux conditions correspondantes prescrites pour les disjoncteurs (Publication 157-1 de la CEI).

1.2 Objet

La présente recommandation a pour objet de fixer:

- 1) les caractéristiques des contacteurs;
- 2) les conditions auxquelles doivent répondre les contacteurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et leur tenue en fonctionnement normal,
 - b) à leur fonctionnement et leur tenue en fonctionnement occasionnel,
 - c) à leurs qualités diélectriques,
 - d) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes;
- 3) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et 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 fermer et/ou ouvrir un ou plusieurs circuits électriques.

(*) Ces définitions sont en cours de révision.

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR FOR INDUSTRIAL USE

Part 1: Contactors

1 GENERAL

1.1 Scope

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

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

When applied to merchant ships, these contactors shall also comply with supplementary requirements.

It does not apply to contactors intended for installation in rail or road vehicles, or in aircraft.

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

1.2 Object

The object of this Recommendation is to state:

- 1) the characteristics of contactors;
- 2) the conditions with which contactors must comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour in normal operation,
 - b) their operation and behaviour in occasional operation,
 - c) their dielectric properties,
 - d) the degrees of protection provided by their enclosures;
- 3) the tests intended for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;
- 4) the data to be marked on the apparatus.

2 DEFINITIONS (*)

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

2.1 Definitions concerning contactors

2.1.1 *Switching device*

A device designed to close and/or open one or more electric circuits.

(*) These definitions are under review.

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 sans destruction des conducteurs prévus et dimensionnés dans ce but.

2.1.3 *Appareillage de commande*

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

2.1.4 *Contacteur*

Appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos (correspondant à la position d'ouverture des contacts principaux), 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.

Note. — Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

2.1.5 *Rupteur*

Appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos (correspondant à la position de fermeture des contacts principaux), 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.

Note. — Un rupteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

2.1.6 *Contacteur électromagnétique*

Contacteur dont les éléments mobiles quittent la position de repos quand on alimente un électro-aimant qui agit directement sur le mécanisme du contacteur.

2.1.7 *Contacteur pneumatique*

Contacteur dont les éléments mobiles quittent la position de repos quand on alimente en air comprimé, sans utiliser de moyens électriques, un dispositif qui agit sur le mécanisme du contacteur.

2.1.8 *Contacteur électropneumatique*

Contacteur dont les éléments mobiles quittent la position de repos quand on alimente en air comprimé, par l'intermédiaire d'électrovalves, un dispositif qui agit sur le mécanisme du contacteur.

2.1.2 *Mechanical switching device*

A switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts and without the destruction of specially designed and proportioned conductors.

2.1.3 *Controlgear*

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

2.1.4 *Contactor (normally open)*

A mechanical switching device having only one position of rest (corresponding to the open position of the main contacts), operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions.

Note. — A contactor is usually intended to operate frequently.

2.1.1 *Contactor (normally closed)*

2.1.5 *Contactor (normally closed)*

A mechanical switching device having only one position of rest (corresponding to the closed position of the main contacts), operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions.

Note. — A contactor is usually intended to operate frequently.

2.1.6 *Electro-magnetic contactor*

A contactor, the moving elements of which leave the position of rest when an electro-magnet is energized and acts directly on the mechanism of the contactor.

2.1.7 *Pneumatic contactor*

A contactor, the moving elements of which leave the position of rest when compressed air is fed, without the use of electrical means, to a device which acts on the mechanism of the contactor.

2.1.8 *Electro-pneumatic contactor*

A contactor, the moving elements of which leave the position of rest when compressed air is fed, by means of electrically controlled valves, to a device which acts on the mechanism of the contactor.

2.1.9 *Contacteur à accrochage*

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

Note. — Etant donné qu'il possède un accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après les définitions 2.1.4 et 2.1.5, il n'est pas un contacteur. Cependant, étant donné que le contacteur à accrochage, tant par son utilisation que par sa conception, se rapproche davantage d'un contacteur en général que de n'importe quelle autre sorte d'appareil de connexion, on admettra qu'il 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 d'ouvrir et de fermer.

2.1.11 *Nombre de pôles*

Un contacteur peut être unipolaire ou multipolaire. S'il est multipolaire, il est appelé bipolaire, tripolaire, etc., ou encore à deux pôles, à trois pôles, etc., si le circuit principal est divisé respectivement en deux, trois, etc. voies de passage du courant séparées, isolées les unes des autres, à condition que les pôles soient, ou puissent être, liés entre eux de façon à obtenir un fonctionnement d'ensemble.

2.1.12 *Contacts principaux*

Contacts insérés dans le circuit principal d'un contacteur.

2.1.13 *Courant coupé*

Courant dans un pôle d'un contacteur à l'instant de la séparation des contacts principaux.

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

2.1.14 *Pouvoir de coupure*

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

2.1.15 *Pouvoir de fermeture*

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

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

2.1.16 *Tension de rétablissement*

En courant alternatif, la tension de rétablissement est la composante périodique à la fréquence de service de la tension qui apparaît aux bornes d'un pôle d'un contacteur après extinction finale de l'arc. Elle s'exprime en valeur efficace.

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 definitions 2.1.4 and 2.1.5, 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 and open.

2.1.11 *Number of poles*

A contactor may be single-pole or multipole. If multipole, it is called double-pole, triple-pole, etc., or is designated as having two poles, three poles, etc., if the main circuit is divided respectively into two, three, etc., separate conducting paths insulated from each other, provided that the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

2.1.12 *Main contacts*

The contacts included in the main circuit of a contactor.

2.1.13 *Breaking current*

The current in a pole of a contactor at the instant of separation of the main contacts.

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

2.1.14 *Breaking capacity*

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

2.1.15 *Making capacity*

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

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

2.1.16 *Recovery voltage*

For a.c., the recovery voltage is the service frequency component of the voltage appearing across the contacts of the pole of a contactor after final arc extinction. It is expressed as an r.m.s. value.

En courant continu, la tension de rétablissement est la composante apériodique de la tension qui apparaît aux bornes d'un pôle d'un contacteur après extinction finale de l'arc et disparition de la composante transitoire.

Note. — Par convention, la tension de rétablissement d'un contacteur multipolaire s'exprime par le produit de la tension de rétablissement d'un pôle par un facteur égal à :

a) $\sqrt{3}$ pour un circuit triphasé et un contacteur tripolaire,

b) 2 pour un circuit monophasé et dans le cas du courant continu et un contacteur bipolaire.

2.1.17 *Partie conductrice*

Voir annexe C.

2.1.18 *Distance d'isolement*

Voir annexe C.

2.1.19 *Ligne de fuite*

Voir annexe C.

2.1.20 *Partie accidentellement dangereuse*

Voir annexe C.

2.1.21 *Température de l'air ambiant*

Température moyenne de l'air qui environne le contacteur complet (c'est-à-dire l'air à l'extérieur de l'enveloppe, dans le cas d'un contacteur enfermé).

2.2 **Définitions relatives à la position de repos, 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*

Circuit (autre qu'une voie du circuit principal) auquel est dévolu le rôle de commander l'opération de fermeture, ou l'opération d'ouverture, ou les deux, 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 par ce contacteur.

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

2.2.4 *Circuit auxiliaire*

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

For d.c., the recovery voltage is the d.c. component of the voltage appearing across the contacts of the pole of a contactor after final arc extinction and after disappearance of the transient component.

Note. — The recovery voltage of a multipole contactor is conventionally expressed by the product of the recovery voltage of one pole and a factor equal to:

- a) $\sqrt{3}$ for a three-phase circuit, and for triple-pole contactors,
- b) 2 for a single-phase and d.c. circuits, and for double-pole contactors.

2.1.17 *Conducting part*

See Appendix C.

2.1.18 *Clearance*

See Appendix C.

2.1.19 *Creepage distance*

See Appendix C.

2.1.20 *Accidentally dangerous part*

See Appendix C.

2.1.21 *Ambient temperature*

The average temperature of the air surrounding the complete contactor (i.e. for an enclosed contactor, it is the air outside the enclosure).

2.2 Definitions concerning position of rest, 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 actuated.

2.2.2 *Control circuit*

A circuit (other than a path of the main circuit) devoted to 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 operated by the contactor.

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

2.2.4 *Auxiliary circuit*

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

2.2.5 Contact auxiliaire

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

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

2.2.6 Contact de fermeture (ou de travail)

Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque le contacteur est alimenté.

Note. — Si les contacts principaux du contacteur sont fermés lorsque ce contacteur est alimenté, un contact de fermeture est appelé contact «a».

2.2.7 Contact d'ouverture (ou de repos)

Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque le contacteur est alimenté.

Note. — Si les contacts principaux du contacteur sont fermés lorsque ce contacteur est alimenté, un contact d'ouverture est appelé contact «b».

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.

3.3 Suivant le degré de protection procuré par l'enveloppe, on distingue différentes catégories conformément à l'annexe B.

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 (article 4.2);
- Valeurs nominales (article 4.3);
- Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (article 4.4);
- Circuits auxiliaires (article 4.5);
- Degrés de protection des enveloppes (voir annexe B).

4.2 Type du contacteur

Il est nécessaire d'indiquer:

2.2.5 *Auxiliary contact*

A contact included in an auxiliary circuit of a contactor and 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 *Make-contact* (normally-open contact)

Control or auxiliary contact which is closed when the contactor is actuated.

Note. — If the main contacts of the contactor are closed in the actuated position, a make-contact is an “a”-contact.

2.2.7 *Break-contact* (normally-closed contact)

Control or auxiliary contact which is open when the contactor is actuated.

Note. — If the main contacts of the contactor are closed in the actuated position, a break-contact is a “b”-contact.

3 CLASSIFICATION

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

- electro-magnetic,
- 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.

3.3 According to the degree of protection provided by the enclosure, distinction is made in accordance with Appendix B.

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 (Clause 4.2);
- Ratings (Clause 4.3);
- Control circuits and air supply systems (Clause 4.4);
- Auxiliary circuits (Clause 4.5);
- Degrees of protection of enclosures (see Appendix B).

4.2 **Type of contactor**

The following shall be stated:

4.2.1 Le nombre de pôles

4.2.2 La nature du courant

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

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

4.2.4 Le mode de commande

4.3 Valeurs nominales

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

4.3.1 Tensions nominales

Un contacteur est défini par les tensions nominales suivantes :

4.3.1.1 Tension nominale d'isolement

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

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

4.3.1.2 Tension nominale d'emploi

Une tension nominale d'emploi 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 les 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 correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

2) — En ce qui concerne les tensions nominales des circuits de commande, voir l'article 4.4 a).

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 la valeur de courant qui sert de base aux conditions d'échauffement du circuit principal en l'absence de toute manœuvre de fermeture ou d'ouverture des contacts. C'est le courant que le contacteur est capable de supporter pendant une durée de 8 heures (voir note 1 du paragraphe 4.3.4.1), les contacts principaux demeurant fermés pendant toute cette durée, sans que les échauffements de ses diverses parties dépassent les limites fixées à l'article 7.3 (tableaux IV et V).

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

4.2.1 Number of poles

4.2.2 Kind of current

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

4.2.3 Interrupting medium (air, oil, etc.)

4.2.4 Method of control

4.3 Ratings

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

4.3.1 Rated voltages

A contactor is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 Rated insulation voltage

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

For polyphase circuits it is the voltage between phases.

4.3.1.2 Rated operational voltage

A rated operational voltage 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 currents for different duties and utilization categories.

2) — For rated voltages of control circuits, see Clause 4.4. a)

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 value of current which determines the temperature-rise conditions of the main circuit in the absence of any closing or opening operation of the contacts. The contactor is capable of carrying this current for eight hours (see Note 1 to Sub-clause 4.3.4.1), the main contacts being closed throughout this period, without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Tables IV and V).

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

4.3.2.2 Courant nominal d'emploi

Un courant nominal d'emploi (I_e) d'un contacteur est une valeur de courant qui sert de base aux conditions d'utilisation du contacteur. Il est indiqué par le constructeur et tient compte de la tension nominale d'emploi (paragraphe 4.3.1.2), de la fréquence nominale (article 4.3.3), du service nominal (article 4.3.4), de la catégorie d'emploi (article 4.3.6) et du type d'enveloppe de protection spécifiés par l'utilisateur.

C'est ce courant nominal d'emploi qui intervient généralement dans l'expression des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux d'un contacteur.

Dans le cas de contacteurs pour moteurs, l'indication du courant d'emploi peut être remplacée par celle de la puissance nominale du moteur correspondant à la tension nominale d'emploi considérée. Le constructeur doit être en mesure d'indiquer la relation qu'il a admise entre le courant et la puissance.

4.3.3 Fréquence nominale

La fréquence nominale d'un contacteur est la fréquence d'utilisation pour laquelle le contacteur est établi et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

4.3.4 Service nominal

Les services nominaux considérés comme normaux sont les suivants:

4.3.4.1 Le service de 8 heures

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

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

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

4.3.4.2 Le service ininterrompu

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

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

4.3.4.3 Le service intermittent périodique ou service intermittent

Service dans lequel les contacts principaux du contacteur demeurent fermés pendant des durées ayant une relation définie par rapport aux durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, ces deux durées étant trop courtes pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique. Le service intermittent est caractérisé par la valeur 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. Les valeurs normales du facteur de marche sont de 15%, 25%, 40% et 60%.

4.3.2.2 *Rated operational current*

A rated operational current (I_e) of a contactor is a value of current which determines the conditions of use of the contactor. It is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (Sub-clause 4.3.1.2), the frequency (Clause 4.3.3), the rated duty (Clause 4.3.4), the utilization category (Clause 4.3.6) and the type of protective enclosure specified by the user.

The rated making and breaking capacities of a contactor are generally expressed in relation to the rated operational current.

In the case of contactors for motors, the indication of operational current may be replaced by a statement of the power rating of the motor corresponding to the rated operational voltage considered. The manufacturer shall be prepared to indicate the assumed relation between the current and the power.

4.3.3 *Rated frequency*

The rated frequency of a contactor is the service frequency for which the contactor is designed and to which the values of the other characteristics 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 the contactor remain closed whilst carrying a steady current long enough to reach thermal equilibrium but not for more than eight hours without interruption.

Notes. 1) — This is the basic duty on which the thermal current rating 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 the contactor remain closed whilst carrying a steady current without interruption for periods of more than eight hours (weeks, months, or even years).

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

4.3.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

Duty in which the main contacts of the contactor remain closed for periods bearing a definite relation to the no-load periods, both periods being too short to allow the apparatus to reach thermal equilibrium. Intermittent duty is characterized by the value of the current and by the load factor which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage. Standard values of load factor are 15 %, 25 %, 40 % and 60 %.

Par exemple, un service intermittent comportant le passage d'un courant de 100 A pendant 4 minutes toutes les 10 minutes peut être défini :

«Service intermittent 100 A, 4 minutes/10 minutes», ou

«Service intermittent 100 A, 6 manœuvres par heure, 40 %».

4.3.4.3.1 Classes de service intermittent

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

- Classe 0: jusqu'à 6 manœuvres par heure;
- Classe I: jusqu'à 30 manœuvres par heure;
- Classe II: jusqu'à 150 manœuvres par heure;
- Classe III: jusqu'à 600 manœuvres par heure;
- Classe IV: jusqu'à 1 200 manœuvres par heure.

Une manœuvre est un cycle complet de fonctionnement comprenant une fermeture et une ouverture. A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le facteur de marche généralement admis pour ces manœuvres est de 60 % pour les classes 0, I et II et de 40 % pour les classes III et IV, ce qui correspond, pour le nombre de manœuvres admissible, aux durées suivantes :

Classe	Durée totale minimale du cycle (secondes)	Durée maximale de passage du courant (secondes)
0	600	360
I	120	72
II	24	14,4
III	6	2,4
IV	3	1,2

Pour d'autres nombres de manœuvres par heure, la durée totale du cycle en secondes et la durée de passage du courant en secondes doivent être spécifiées de manière similaire.

4.3.4.4 Le service temporaire

Service dans lequel les contacts principaux du contacteur demeurent fermés pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour que le contacteur puisse atteindre l'équilibre thermique, les périodes de passage du courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour rétablir l'égalité de température avec celle du milieu refroidissant. Les valeurs normales du service temporaire sont de 10, 30, 60 et 90 minutes.

4.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Un contacteur est défini par ses pouvoirs de fermeture et ses pouvoirs de coupure en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel, conformément aux catégories d'emploi spécifiées à l'article 4.3.6.

Par *fonctionnement normal*, on entend le fonctionnement du contacteur dans les conditions qui se présentent habituellement dans l'application en vue de laquelle le contacteur a été choisi.

For example, an intermittent duty comprising a current flow of 100 A for 4 minutes every 10 minutes may be stated as:

“Intermittent duty 100 A, 4 minutes/10 minutes”, or

“Intermittent duty 100 A, 6 operations per hour, 40%”.

4.3.4.3.1 *Classes of intermittent duty*

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

- Class 0: up to 6 operations per hour;
- Class I: up to 30 operations per hour;
- Class II: up to 150 operations per hour;
- Class III: up to 600 operations per hour;
- Class IV: up to 1 200 operations per hour.

One operation is a complete working cycle comprising one make and one break. Unless otherwise specified, the load factor generally assumed for these operations is 60 % for Classes 0, I and II and 40 % for Classes III and IV, which for the permissible number of operations corresponds to the following periods:

Class	Minimum total duration of cycle (seconds)	Maximum duration of current flow (seconds)
0	600	360
I	120	72
II	24	14.4
III	6	2.4
IV	3	1.2

For other numbers of operations per hour, the total period of the cycle in seconds and the period of current flow in seconds must be specified in a similar manner.

4.3.4.4 *Temporary duty*

Duty in which the main contacts of the contactor remain closed for periods of insufficient length to reach thermal equilibrium, the in-service 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, 30, 60 and 90 minutes.

4.3.5 **Making and breaking capacities**

A contactor is defined by its making capacities and breaking capacities in normal and occasional operations, in accordance with utilization categories as specified in Clause 4.3.6.

By *normal operation* is understood operation of the contactor under the conditions usually encountered in the application for which the contactor has been selected.

Par *fonctionnement occasionnel*, on entend le fonctionnement du contacteur dans des conditions plus sévères qui peuvent se présenter lors de son emploi.

Note. — Certains contacteurs associés à des dispositifs à maximum de courant peuvent faire en outre l'objet de prescriptions en ce qui concerne leurs pouvoirs de fermeture et de coupure en cas de court-circuit se produisant à l'endroit où ils sont installés. Ils doivent alors répondre aux prescriptions de la présente recommandation et aux prescriptions des articles 8.2.4 et 8.2.5 de la Publication 157-1 de la CEI: Appareillage de distribution à basse tension – Première partie: Disjoncteurs de distribution, en ce qui concerne les pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit et le courant de courte durée nominal.

4.3.5.1 *Pouvoirs de fermeture nominaux*

Chacun des pouvoirs de fermeture nominaux d'un contacteur s'exprime par une valeur de courant en régime établi que ce contacteur peut établir sans soudure des contacts ni émission excessive de flammes, pour un nombre de fois déterminé, 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 qui est fermé, par exemple le facteur de puissance ou la constante de temps du circuit.

Les pouvoirs de fermeture nominaux en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel sont exprimés en fonction de la tension nominale d'emploi et du courant nominal d'emploi ainsi que la catégorie d'emploi, conformément au tableau II.

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

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

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

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

4.3.5.2 *Pouvoirs de coupure nominaux*

Chacun des pouvoirs de coupure nominaux d'un contacteur s'exprime par une valeur de courant que ce contacteur peut couper sans usure exagérée des contacts ni émission excessive de flammes, pour un nombre de fois déterminé, dans des conditions de coupure spécifiées.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont:

- les caractéristiques du circuit qui est ouvert, par exemple le facteur de puissance ou la constante de temps,
- la tension de rétablissement.

Les pouvoirs de coupure nominaux en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel sont exprimés 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 du courant jusqu'à son pouvoir de coupure nominal le plus élevé, conformément à l'article 4.3.6.

By *occasional operation* is understood operation of the contactor under more severe conditions which may occur during its use.

Note. — Certain contactors associated with over-current devices may also be subject to requirements as to their making and breaking capacities in the case of a short-circuit occurring where they are installed. They must then comply with the requirements of this Recommendation and with the requirements of Clauses 8.2.4 and 8.2.5 of IEC Publication 157-1, Low-voltage Distribution Switchgear, Part 1, Distribution Circuit-breakers, for the rated short-circuit making and breaking capacities and the rated short-time current.

4.3.5.1 *Rated making capacities*

Each rated making capacity of a contactor is a value of current determined under steady state conditions which the contactor can make without welding of the contacts or excessive emission of flame, for a given number of times under specified making conditions.

The making conditions which must be specified are:

- the voltage between poles before contact making,
- the characteristics of the circuit closed, e.g. the power-factor or time-constant of the circuit.

The rated making capacities in normal operation and in occasional operation are stated by reference to the rated operational voltage and current and to the utilization category, according to Table II.

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

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

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

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

4.3.5.2 *Rated breaking capacities*

Each rated breaking capacity of a contactor is a value of current which the contactor can break without undue wear of the contacts or excessive emission of flame, for a given number of times under specified breaking conditions.

The breaking conditions which must be specified are:

- the characteristics of the circuit opened, e.g. the power-factor or the time-constant,
- the recovery voltage.

The rated breaking capacities in normal operation and occasional operation are stated by reference to the rated operational voltage and current and to the utilization category, according to Table II.

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

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

4.3.6 Catégorie d'emploi

Suivant les valeurs des courants à établir et à couper en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel, plusieurs catégories d'emploi énumérées au tableau I sont considérées comme normales dans la présente recommandation.

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

Pour les contacteurs définis par leur catégorie d'emploi, il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs de fermeture et de coupure en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel 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.

TABIEAU I
Catégories d'emploi

Catégorie		Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC ₁	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.
	AC ₂	Démarrage des moteurs à bague, inversion de marche ⁽¹⁾ .
	AC ₃	Démarrage des moteurs à cage, coupure des moteurs lancés.
	AC ₄	Démarrage des moteurs à cage, inversion de marche ⁽¹⁾ , marche par à-coups ⁽²⁾ .
Courant continu	DC ₁	Charges non inductives ou faiblement inductives, fours à résistances.
	DC ₂	Démarrage des moteurs shunt, coupure des moteurs shunt lancés.
	DC ₃	Démarrage des moteurs shunt, inversion de marche ⁽¹⁾ , marche par à-coups ⁽²⁾ .
	DC ₄	Démarrage des moteurs série, coupure des moteurs série lancés.
	DC ₅	Démarrage des moteurs série, inversion de marche ⁽¹⁾ , marche par à-coups ⁽²⁾ .
⁽¹⁾ Par inversion de marche, on entend l'arrêt ou l'inversion rapide du sens de rotation du moteur en permutant des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne. ⁽²⁾ Par marche par à-coups, on entend une commande caractérisée par une ou plusieurs fermetures brèves et fréquentes du circuit d'un moteur, dans le but d'obtenir de petits déplacements de l'organe entraîné. <i>Note.</i> — L'application des contacteurs à la commande des circuits rotoriques, des condensateurs ou des lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.		

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

4.3.6 Utilization category

According to the values of the currents to be made and broken in normal operation and in occasional operation, several utilization categories as given in Table I are considered standard in this Recommendation.

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, as well as by the power-factors or time-constants used in the definitions of the rated making and breaking capacities in normal and occasional operation.

For contactors defined by their utilization category, it is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities in normal operation and in occasional operation as these 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
A. C.	AC ₁	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	AC ₂	Starting of slip-ring motors, plugging ⁽¹⁾ .
	AC ₃	Starting of squirrel-cage motors, switching off motors during running.
	AC ₄	Starting of squirrel-cage motors, plugging ⁽¹⁾ , inching ⁽²⁾ .
D. C.	DC ₁	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	DC ₂	Starting shunt-motors, switching off shunt-motors during running.
	DC ₃	Starting shunt-motors, plugging ⁽¹⁾ , inching ⁽²⁾ .
	DC ₄	Starting series-motors, switching off series-motors during running.
	DC ₅	Starting series-motors, plugging ⁽¹⁾ , inching ⁽²⁾ .
⁽¹⁾ By plugging is understood stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is turning. ⁽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 tungsten filament lamps shall be subject to special agreement between manufacturer and user.		

TABEAU II

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

Catégories		En fonctionnement normal						En fonctionnement occasionnel					
		Fermeture			Coupure			Fermeture			Coupure		
		I	U	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I	U_r	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I	U	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	I	U_r	$\cos \varphi$ ⁽²⁾
Courant alternatif	AC ₁	I_e	U_e	0,95	I_e	U_e	0,95	—	—	—	—	—	—
	AC ₂	$2,5 I_e$	U_e	0,65	$2,5 I_e$	U_e	0,65	$4 I_e$	$1,1 U_e$	0,65	$4 I_e$	$1,1 U_e$	0,65
	AC ₃	$6 I_e$	U_e	0,35	I_e	$0,17 U_e$	0,35	$10 I_e$ ⁽⁴⁾	$1,1 U_e$	0,35	$8 I_e$ ⁽⁴⁾	$1,1 U_e$	0,35
	AC ₄	$6 I_e$	U_e	0,35	$6 I_e$	U_e	0,35	$12 I_e$ ⁽⁴⁾	$1,1 U_e$	0,35	$10 I_e$ ⁽⁴⁾	$1,1 U_e$	0,35
Courant continu		I	U	L/R ms ⁽³⁾	I	U	L/R ms ⁽³⁾	I	U	L/R ms ⁽³⁾	I	U	L/R ms ⁽³⁾
	DC ₁	I_e	U_e	1	I_e	U_e	1						
	DC ₂ (moteurs shunt)	$2,5 I_e$	U_e	2	I_e	$0,10 U_e$	7,5	$4 I_e$	$1,1 U_e$	2,5	$4 I_e$	$1,1 U_e$	2,5
	DC ₃ (moteurs shunt)	$2,5 I_e$	U_e	2	$2,5 I_e$	U_e	2	$4 I_e$	$1,1 U_e$	2,5	$4 I_e$	$1,1 U_e$	2,5
	DC ₄ (moteurs série)	$2,5 I_e$	U_e	7,5	I_e	$0,30 U_e$	10	$4 I_e$	$1,1 U_e$	15	$4 I_e$	$1,1 U_e$	15
	DC ₅ (moteurs série)	$2,5 I_e$	U_e	7,5	$2,5 I_e$	U_e	7,5	$4 I_e$	$1,1 U_e$	15	$4 I_e$	$1,1 U_e$	15
		I_e Courant nominal d'emploi U_e Tension nominale d'emploi						I Courant établi ou coupé U Tension avant fermeture U_r Tension de rétablissement					

⁽¹⁾ En courant alternatif, les conditions de fermeture 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 $\cos \varphi$: $\pm 0,05$

⁽⁴⁾ Pour des valeurs de $I_e \leq 100$ A

⁽³⁾ Tolérance sur L/R : $\pm 15\%$

⁽⁵⁾ Pour des valeurs de $I_e > 100$ A

TABLE II

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

Category		For normal operation						For occasional operation					
		Make			Break			Make			Break		
		<i>I</i>	<i>U</i>	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	<i>I</i>	<i>U_r</i>	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	<i>I</i>	<i>U</i>	$\cos \varphi$ ⁽²⁾	<i>I</i>	<i>U_r</i>	$\cos \varphi$ ⁽²⁾
A.C.	AC ₁	<i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.95	<i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.95	—	—	—	—	—	—
	AC ₂	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.65	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.65	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	0.65	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	0.65
	AC ₃	6 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.35	<i>I_e</i>	0.17 <i>U_e</i>	0.35	10 <i>I_e</i> ⁽⁴⁾ 1.1 <i>U_e</i> 0.35 8 <i>I_e</i> ⁽⁵⁾	1.1 <i>U_e</i>	0.35	8 <i>I_e</i> ⁽⁴⁾ 1.1 <i>U_e</i> 0.35 6 <i>I_e</i> ⁽⁵⁾	1.1 <i>U_e</i>	0.35
	AC ₄	6 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.35	6 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	0.35	12 <i>I_e</i> ⁽⁴⁾ 1.1 <i>U_e</i> 0.35 10 <i>I_e</i> ⁽⁵⁾	1.1 <i>U_e</i>	0.35	10 <i>I_e</i> ⁽⁴⁾ 1.1 <i>U_e</i> 0.35 8 <i>I_e</i> ⁽⁵⁾	1.1 <i>U_e</i>	0.35
		<i>I</i>	<i>U</i>	$\frac{L}{R}$ ms ⁽³⁾	<i>I</i>	<i>U</i>	$\frac{L}{R}$ ms ⁽³⁾	<i>I</i>	<i>U</i>	$\frac{L}{R}$ ms ⁽³⁾	<i>I</i>	<i>U</i>	$\frac{L}{R}$ ms ⁽³⁾
D.C.	DC ₁	<i>I_e</i>	<i>U_e</i>	1	<i>I_e</i>	<i>U_e</i>	1						
	DC ₂ (shunt-motors)	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	2	<i>I_e</i>	0.10 <i>U_e</i>	7.5	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	2.5	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	2.5
	DC ₃ (shunt-motors)	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	2	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	2	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	2.5	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	2.5
	DC ₄ (series-motors)	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	7.5	<i>I_e</i>	0.30 <i>U_e</i>	10	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	15	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	15
	DC ₅ (series-motors)	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	7.5	2.5 <i>I_e</i>	<i>U_e</i>	7.5	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	15	4 <i>I_e</i>	1.1 <i>U_e</i>	15
		<i>I_e</i> Rated operational current <i>U_e</i> Rated operational voltage						<i>I</i> Current made or broken <i>U</i> Voltage before make <i>U_r</i> Recovery voltage					

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

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

⁽⁴⁾ For values of *I_e* up to and including 100 A

⁽³⁾ Tolerance for $\frac{L}{R}$: $\pm 15\%$

⁽⁵⁾ For values of *I_e* above 100 A

4.3.7 Robustesse mécanique

En ce qui concerne la résistance à l'usure mécanique, un contacteur est caractérisé par le nombre de manœuvres qu'il est susceptible d'effectuer à vide avant qu'il devienne nécessaire de procéder à la révision ou au remplacement des parties mécaniques.

Par manœuvre à vide, on entend une opération de fermeture et une opération d'ouverture effectuées en l'absence de courant dans les circuits principaux.

Le nombre de manœuvres à vide suppose un entretien normal et un réglage des parties mécaniques après chaque dixième du nombre de manœuvres à vide, mais sans aucune réparation ni remplacement (voir paragraphe 8.2.7.3).

Les nombres préférentiels de manœuvres à vide, exprimés en millions, sont :

0,05 – 0,25 – 1,2 – 5 et 10.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, et dans un but de simplification, chaque classe de service intermittent, comme spécifié à l'article 4.3.4.3.1, correspond au nombre de manœuvres à vide indiqué ci-dessous :

pour la classe 0 : 0,05 million;
pour la classe I : 0,25 million;
pour la classe II : 1,2 million;
pour la classe III : 5 millions;
pour la classe IV : 10 millions.

4.3.8 Nombre de manœuvres en charge

Le constructeur doit indiquer le nombre de manœuvres en charge correspondant aux conditions de service du tableau II en fonctionnement normal sans réparation ni remplacement de pièces. A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le nombre de manœuvres en charge doit être le 1/20 du nombre de manœuvres à vide correspondant à la robustesse mécanique du contacteur, pour les catégories AC₃, DC₂ et DC₄.

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 :

a) Pour les circuits de commande :

- la nature du courant;
- la tension nominale d'alimentation;
- la fréquence nominale d'alimentation, dans le cas du courant alternatif.

La tension nominale d'alimentation et la fréquence nominale d'un circuit de commande sont les valeurs de la tension et de la fréquence d'alimentation sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement, d'échauffement et d'isolation des bobines de commande.

Par tension d'alimentation, il faut entendre la valeur de la tension mesurée aux bornes du circuit de commande, y compris tous accessoires, tels que résistances, redresseurs ou transformateurs, fournis ou indiqués par le constructeur comme étant essentiels pour le fonctionnement correct du contacteur, mais non compris les conducteurs reliant les bornes des bobines, tous accessoires extérieurs et la source de la tension d'alimentation. La tension d'alimentation ne doit pas être inférieure à 85 % lorsque le courant circulant dans le circuit de commande atteint sa valeur la plus élevée, ni supérieure à 110 % de la tension nominale d'alimentation. La tension d'alimentation à vide ne doit pas dépasser 120 % de la tension nominale d'alimentation.

4.3.7 Mechanical endurance

With respect to its resistance to mechanical wear, a contactor is characterized by the number of no-load operations which can be made before it becomes necessary to service or replace mechanical parts.

By no-load operation is meant closing and opening without current flowing in the main circuits.

The number of no-load operations assumes normal maintenance and adjustment of the mechanical parts after each tenth of the number of no-load operations, but not any repair or replacement (see Sub-clause 8.2.7.3).

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

0.05 – 0.25 – 1.2 – 5 and 10.

Unless otherwise specified, and with a view to simplification, each class of intermittent duty as specified in Sub-clause 4.3.4.3.1 corresponds to a number of no-load operations as follows:

For Class 0: 0.05 million;
For Class I: 0.25 million;
For Class II: 1.2 million;
For Class III: 5 millions;
For Class IV: 10 millions.

4.3.8 Number of load operations

The manufacturer shall state the number of load operations corresponding to the service conditions of Table II for normal operation without repair or replacement. Unless otherwise stated, the number of load operations shall be 1/20 of the number of no-load operations corresponding to the mechanical endurance of the contactor, for categories AC₃, DC₂ and DC₄.

4.4 Control circuits and air supply systems

The characteristics of control circuits and air supply systems are:

a) For control circuits

- kind of current;
- rated supply voltage;
- rated supply frequency, if a.c.

Rated supply voltage and frequency of a control circuit are the values of supply voltage and frequency upon which the operating, temperature rise and insulation characteristics of the operating coils are based.

The supply voltage is understood to be the value of the voltage measured at the terminals of the control circuit including any accessories such as resistors, rectifiers or transformers supplied or specified by the manufacturer as being essential for the correct operation of the contactor, but excluding the conductors interconnecting the coil terminals, any external accessories and the source of the supply voltage. The supply voltage shall be not less than 85% with the highest value of control circuit current flowing, or not more than 110% of the rated supply voltage. The open circuit supply voltage shall not exceed 120% of the rated supply voltage.

Si la tension nominale de commande est différente de celle du circuit principal, sa valeur doit de préférence être choisie parmi les valeurs du tableau III.

TABLEAU III

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

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

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

b) *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 (contact de fermeture, contact 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.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le courant nominal des circuits auxiliaires est de 6 ampères et la tension nominale et la fréquence (s'il y a lieu) des circuits auxiliaires sont égales à la tension nominale et à la fréquence (s'il y a lieu) du circuit principal.

5 PLAQUES SIGNALÉTIQUES

Chaque contacteur doit être muni d'une ou de plusieurs plaques signalétiques 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;

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

TABLE III

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

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

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

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

Unless otherwise specified, the rated current of auxiliary circuits is 6 amperes and the rated voltage and frequency (if any) of the auxiliary circuits equal the rated voltage and frequency (if any) of the main circuit.

5 NAMEPLATES

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

- a)* the manufacturer's name or trade-mark;
- b)* type designation or serial number;

- c) la tension nominale d'emploi;
- d) le courant nominal d'emploi ou la puissance nominale maximale du moteur sous la tension nominale d'emploi (voir paragraphe 4.3.2.2);
- e) la fréquence nominale (s'il y a lieu);

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

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

Les indications suivantes, concernant les bobines de commande du contacteur, devront figurer, soit sur leurs propres plaques signalétiques, soit sur la plaque signalétique du contacteur:

- j) la nature du courant et la fréquence nominale d'alimentation, s'il y a lieu;
- k) la tension nominale d'alimentation des circuits de commande

Pour les contacteurs commandés par air comprimé:

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

Note. — Si l'espace disponible est insuffisant pour porter toutes les indications ci-dessus, le matériel portera au moins un repère permettant de retrouver les indications complètes chez le constructeur.

6 CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE

6.1 Conditions normales de service

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

6.1.1 Température de l'air ambiant

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

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de — 5° C (voir annexe A).

Note. — Les contacteurs prévus pour fonctionner dans des endroits où la température ambiante dépasse 40° 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.

6.1.2 Altitude

L'altitude du lieu où le contacteur doit être installé n'excède pas 1 000 mètres au-dessus du niveau de la mer (voir annexe A).

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

- c) rated operational voltage;
- d) rated operational current, or maximum rated power of the motor, at the rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.2.2);
- e) rated frequency (if any);

Note.— If not evident from information stated elsewhere by the manufacturer, the following should also be stated on the contactor nameplate:

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

The following information concerning the operating coils of the contactor shall be placed either on their own nameplates or on the nameplate of the contactor:

- j) kind of current and rated supply frequency, if applicable;
- k) rated supply voltage of the control circuits.

For contactors operated by compressed air:

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

Note.— If the available space is insufficient to carry all the above data, the equipment shall carry at least a reference mark permitting the complete data to be obtained from the manufacturer.

6 STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE

6.1 Normal service conditions

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

6.1.1 Ambient temperature

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

The lower limit of the ambient temperature is —5° C (see Appendix A).

Note.— Contactors intended to be used in ambient temperatures above 40° C (e.g. in forges, boiler rooms, tropical countries) or below —5° C, shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user.

6.1.2 Altitude

The altitude of the site of installations does not exceed 1 000 metres (3 300 feet) above sea level (see Appendix A).

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.

6.1.3 Conditions atmosphériques

L'air doit être propre et son degré d'humidité relative ne doit pas dépasser 50 % à la température maximale de 40° C. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à 20° C. On doit tenir compte des faibles condensations qui peuvent se produire lors des variations de température (voir annexe A).

6.1.4 Conditions d'installation

Le contacteur doit être installé suivant les indications du constructeur (voir annexe A).

6.1.5 Forme et symétrie des tensions et des courants

Pour les contacteurs destinés à être alimentés en courant alternatif, on admet que la tension d'alimentation est pratiquement sinusoïdale et, dans le cas de circuits polyphasés, que le système de tensions est pratiquement symétrique.

7 CONDITIONS NORMALES D'ÉTABLISSEMENT

7.1 Réalisation mécanique

7.1.1 Généralités

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

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

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.

Les contacts, ainsi que les parties conductrices qui leur sont associées et qui sont soumises à une usure plus grande que les parties mécaniques du contacteur, doivent être facilement remplaçables.

7.1.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

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

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

7.1.3 Bornes

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

Les bornes doivent être prévues de manière qu'elles ne puissent pas tourner ni se déplacer lors du serrage des vis et que la position des conducteurs ne puisse pas être modifiée.

Les parties serrant les conducteurs doivent avoir une forme telle qu'elles ne risquent pas d'endommager les conducteurs.

Aucune pression de contact ne doit être transmise par des matériaux isolants et le serrage des conducteurs doit s'effectuer entre des surfaces métalliques.

6.1.3 Atmospheric conditions

The air is clean and its relative humidity does not exceed 50% at a maximum temperature of 40° C. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90% at 20° C. Care should be taken of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature (see Appendix A).

6.1.4 Conditions of installation

The contactor shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions (see Appendix A).

6.1.5 Shape and symmetry of voltages and currents

For contactors intended to be supplied with a.c., it is assumed that the supply voltage is practically sinusoidal, and, in the case of polyphase circuits, that the voltage system is practically symmetrical.

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.

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

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

Contacts and their associated current-carrying parts subject to greater wear than the mechanical parts of the contactor shall be readily replaceable.

7.1.2 Clearances and creepage distances

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

Note. — Recommendations are given in Appendix C.

7.1.3 Terminals

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

Terminals shall be such that they cannot turn or be displaced when the connecting screws are tightened and such that the conductors cannot become displaced.

The parts gripping the conductors must have such a shape that they cannot damage the conductors.

No contact pressure shall be transmitted through insulating materials and the gripping of the conductors shall take place between metal surfaces.

7.1.3.1 *Disposition des bornes*

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

7.1.3.2 *Borne de terre*

Les châssis, bâtis et parties fixes des enveloppes métalliques des contacteurs doivent être réunis électriquement entre eux et reliés à une borne permettant leur mise à la terre. Cette condition peut être remplie par les parties normales de construction assurant la continuité électrique.

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

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

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

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

7.2 Enveloppes

7.2.1 Degrés de protection des enveloppes

Des recommandations concernant les degrés de protection procurés par les enveloppes sont données à l'annexe B.

7.2.2 Dispositions constructives

Les enveloppes doivent être disposées de telle sorte que, lorsqu'elles sont ouvertes, toutes les pièces pouvant nécessiter des opérations d'entretien (par exemple les contacts fixes et mobiles), ainsi que les bornes, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur des enveloppes pour l'amenée des conducteurs extérieurs depuis leur entrée dans les enveloppes jusqu'aux bornes.

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

7.2.3 Isolation

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

7.3 Echauffement

7.3.1 Résultats à obtenir

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

7.1.3.1 *Arrangement of terminals*

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

7.1.3.2 *Earth terminal*

The chassis, frameworks and the fixed parts of the metal enclosures of contactors shall 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 electrical continuity.

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

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

The earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

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

7.2 **Enclosures**

7.2.1 **Degrees of protection of enclosures**

Recommendations concerning degrees of protection provided by enclosures are given in Appendix B.

7.2.2 **Mechanical details**

The enclosures shall be so arranged that, when the enclosures are opened, all the parts requiring maintenance (e.g. the fixed and moving contacts), as well as the terminals, are readily accessible.

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

The movable parts of the protective enclosures shall be firmly secured to the fixed parts by a device such that they cannot be accidentally loosened or detached owing to the effects of operation of the apparatus or of vibrations.

7.2.3 **Insulation**

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

7.3 **Temperature rise**

7.3.1 **Results to be obtained**

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

TABLEAU IV

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	75° C	60° C
E	90° C	60° C
B	100° C	60° C
F	125° C	—
H	150° C	—

Note. — La classification des isolations est celle figurant dans la 2^e Section de la Publication 85 de la CEI.
La classification de l'isolation de la bobine dépend du fait que l'on utilise ou non des substances liantes, d'imprégnation ou de revêtement dans la composition des matières ou dans le traitement de l'ensemble isolé. Par exemple, comme il est indiqué dans la Publication 85, les températures correspondant à la classe E peuvent être utilisées pour la combinaison de matières isolantes que l'expérience a montrées capables de supporter les températures maximales spécifiées pour cette classe.

TABLEAU V

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature de la matière Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au thermomètre ou au couple thermoélectrique)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires):	
— en cuivre { service ininterrompu { service de 8 heures, service intermittent } ou service temporaire	45° C 65° C
— en argent ou avec plaquettes d'argent	(¹)
— en tous autres métaux ou métaux frittés	(²)
Pièces de contact en cuivre et pièces de contact en argent ou avec plaquettes d'argent, 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
(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 ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre, cela implique une température totale n'excédant pas 75° C. (⁴) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes.	

TABLE IV

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

Class of insulating materials	Temperature-rise limit measured by resistance variation	
	Coils in air	Coils in oil
A	75° C	60° C
E	90° C	60° C
B	100° C	60° C
F	125° C	—
H	150° C	—

Note. — The classification of insulation is that given in IEC Publication 85, Section 2. The insulation classification of the coil is dependent on the use or omission of bonding, impregnating or coating substances in the manufacture of materials or in the treatment of the insulated assembly. For instance, as stated in Publication 85, Class E temperatures may be used for combinations of insulations which can be shown to be capable of being operated at the maximum temperatures stated for this class.

TABLE V

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit measured by thermometer or thermocouple
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
– copper { uninterrupted duty { eight-hour, intermittent, or temporary duty	45° C 65° C
– silver or silver-faced	(¹)
– all other metals or sintered metals	(²)
Copper and silver or silver-faced contact parts in oil	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

(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 temperature should 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.

TABEAU V (suite)

Nature de la matière Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au thermomètre ou au couple thermoélectrique)
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	50° C ⁽⁵⁾
Organes de commande manœuvrés à la main:	
– Pièces métalliques	15° C
– Pièces en matière isolante	25° C
Huile des appareils à huile (mesure effectuée à la partie supérieure de l'huile)	60° C
⁽⁵⁾ Lorsque l'on sait que les bornes seront reliées à des conducteurs nus ou à des conducteurs isolés avec des matières de classes A, E, B, F ou H, ou munis d'une gaine d'une telle matière, un échauffement de 65° C est admis. Cet échauffement est aussi admis dans le cas de jonction de conducteurs isolés avec d'autres matières isolantes, à condition que l'échauffement des conducteurs n'occasionne aucun dommage à l'isolation aux points où les conducteurs sont en contact les uns avec les autres ou en contact avec des parties accidentellement dangereuses.	

7.3.2 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement indiquées aux tableaux IV et V ne sont valables que si la température de l'air ambiant ne dépasse pas les valeurs indiquées à l'article 6.1.1.

7.3.3 Circuit principal

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

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

7.3.4 Enroulements des électro-aimants de commande

Le circuit principal étant parcouru par du courant (voir article 7.3.3), les enroulements des bobines de contacteurs, 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 IV et V.

En l'absence de courant dans le circuit principal, dans les mêmes conditions d'alimentation et sans dépasser les limites d'échauffement, les enroulements des bobines des contacteurs pour service intermittent des classes I à IV doivent également supporter les fréquences de manœuvre suivantes:

- *Contacteurs de la classe I de service intermittent*

Une opération de fermeture-ouverture toutes les 120 secondes, l'alimentation de la bobine de commande étant maintenue pendant 72 secondes à chaque opération;

TABLE V (continued)

Type of material Description of part	Temperature-rise limit measured by thermometer or thermocouple
Terminals for external insulated connections	50° C ⁽⁵⁾
Manual operating means:	
– Parts of metal	15° C
– Parts of insulating material	25° C
Oil in oil apparatus (measured at the upper part of the oil)	60° C
⁽⁵⁾ When it is known that the terminals will be connected to bare conductors or conductors insulated with Class A, E, B, F, or H materials or provided with a sleeve of such material, a temperature rise of 65° C is permitted. This temperature rise is also allowed for the connection of conductors with other insulating materials, provided that the temperature rise of the conductors does not cause any damage to the insulation at the point where the conductors meet each other or meet accidentally dangerous parts.	

7.3.2 Ambient temperature

The temperature-rise limits given in Tables IV and V are applicable only if the ambient temperature does not exceed the values given in Clause 6.1.1.

7.3.3 Main circuit

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

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

7.3.4 Windings of control electro-magnets

With current flowing through the main circuit (see Clause 7.3.3), the windings of contactor coils, including those of the electrically operated valves of electro-pneumatic contactors, must withstand under continuous load and at the rated frequency, if applicable, their rated voltage without exceeding the temperature-rise limits specified in Tables IV and V.

With no current flowing through the main circuit, under the same conditions of supply and without exceeding the temperature-rise limits, the coil windings of contactors for intermittent duty Classes I to IV shall also withstand the following frequencies of operations:

- *Contactors of Class I of intermittent duty*

One close-open operation every 120 seconds, the supply to the control coil being maintained during 72 seconds for each operation;

– *Contacteurs de la classe II de service intermittent*

Une opération de fermeture-ouverture toutes les 24 secondes, l'alimentation de la bobine de commande étant maintenue pendant 14,4 secondes à chaque opération;

– *Contacteurs de la classe III de service intermittent*

Une opération de fermeture-ouverture toutes les 6 secondes, l'alimentation de la bobine de commande étant maintenue pendant 2,4 secondes à chaque opération;

– *Contacteurs de la classe IV de service intermittent*

Une opération de fermeture-ouverture toutes les 3 secondes, l'alimentation de la bobine de commande étant maintenue pendant 1,2 seconde à chaque opération.

7.3.5 Circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires doivent pouvoir supporter leur courant nominal sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées au tableau V.

7.4 Qualités diélectriques

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

7.5 Limites de fonctionnement

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la fermeture des contacteurs électromagnétiques et électropneumatiques doit être assurée pour toutes tensions d'alimentation comprises entre 85 % et 110 % de la tension nominale, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif, et pour une température de l'air ambiant comprise entre -5°C et $+40^{\circ}\text{C}$.

En courant alternatif, ces limites de tension s'entendent à la fréquence nominale.

Pour les contacteurs pneumatiques et électropneumatiques, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement, les limites de variation de la pression d'alimentation en air sont de 85 % et 110 % de la pression nominale.

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 du circuit de commande. Toutes ces valeurs s'entendent pour des enroulements à la température qu'ils atteignent en fonctionnement normal sous la tension nominale et, dans le cas du courant alternatif, à la fréquence nominale.

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

8 ESSAIS

8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques des contacteurs comprennent:

- des essais de type (article 8.2);
- des essais individuels (article 8.3);
- des essais spéciaux.

– *Contactors of Class II of intermittent duty*

One close-open operation every 24 seconds, the supply to the control coil being maintained during 14.4 seconds for each operation;

– *Contactors of Class III of intermittent duty*

One close-open operation every 6 seconds, the supply to the control coil being maintained during 2.4 seconds for each operation;

– *Contactors of Class IV of intermittent duty*

One close-open operation every 3 seconds, the supply to the control coil being maintained during 1.2 seconds for each operation.

7.3.5 Auxiliary circuits

Auxiliary circuits shall be capable of carrying their rated current without exceeding the temperature-rise limits specified in Table V.

7.4 Dielectric properties

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

7.5 Limits of operation

Unless otherwise specified, electro-magnetic and electro-pneumatic contactors shall close with any supply voltage between 85 % and 110 % of the rated voltage both with d. c. and a. c. and an ambient temperature between -5°C and $+40^{\circ}\text{C}$.

For a. c., these voltage limits apply at the rated frequency.

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

For electro-magnetic 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 circuit voltage. All values are to be based on the operating coils being at the temperature which they will attain under normal service at the rated voltage and, in the case of a. c., rated frequency.

Note. — For latched contactors, operating limits are to be subjected to agreement between manufacturer and user.

8 TESTS

8.1 Verification of the characteristics of contactors

The tests to verify the characteristics of contactors include:

- Type tests (Clause 8.2);
- Routine tests (Clause 8.3);
- Special tests.

Les essais de type comprennent:

- a) la vérification des limites d'échauffement (article 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (article 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux (article 8.2.4),
 - (1) en fonctionnement normal (paragraphe 8.2.4.3),
 - (2) en fonctionnement occasionnel (paragraphe 8.2.4.4);
- d) s'il y a lieu, la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit et du courant de courte durée nominal (article 8.2.5);
- e) la vérification des limites de fonctionnement (article 8.2.6);
- f) la vérification de la robustesse mécanique (article 8.2.7).

Les essais individuels comprennent:

- a) les essais de fonctionnement (article 8.3.1);
- b) les essais diélectriques (article 8.3.2).

Les essais spéciaux sont des essais résultant d'accords entre le constructeur et l'utilisateur.

A moins d'accord contraire, les essais doivent être effectués dans les ateliers du constructeur; cependant, si ce dernier ne dispose pas des moyens nécessaires pour y procéder, ils peuvent être exécutés ailleurs et en particulier à l'emplacement où le contacteur doit être utilisé.

8.2 Essais de type

8.2.1 Généralités

Le contacteur à essayer doit être conforme dans tous ses détails essentiels aux dessins du type qu'il représente et tous les essais doivent être effectués à la fréquence nominale.

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 disposés régulièrement autour du contacteur, à environ la moitié de la hauteur et à une distance d'environ 1 mètre du contacteur. Les thermomètres doivent être protégés contre les courants d'air et les radiations de chaleur.

Note. — Pour éviter toute erreur d'indication due à un changement rapide de température, le thermomètre pourra être placé dans une petite bouteille contenant environ ½ litre d'huile.

8.2.2.2 Essais d'échauffement du circuit principal

Les essais d'échauffement du circuit principal doivent être faits sur un contacteur neuf muni de contacts propres. Toutefois, il est admis qu'on puisse, avant de commencer les essais, faire effectuer au contacteur un certain nombre de manœuvres à vide ou de coupures en charge.

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

Si cela est possible, les contacts seront fermés en alimentant la bobine de manœuvre du contacteur à sa tension nominale.

Les connexions provisoires de raccordement au circuit principal doivent être effectuées de telle sorte qu'aucune quantité anormale de chaleur ne soit enlevée du contacteur pendant

Type tests include:

- a) Verification of the temperature-rise limits (Clause 8.2.2);
- b) Verification of the dielectric properties (Clause 8.2.3);
- c) Verification of rated making and breaking capacities (Clause 8.2.4),
 - (1) in normal operation (Sub-clause 8.2.4.3),
 - (2) in occasional operation (Sub-clause 8.2.4.4);
- d) Where appropriate, verification of short-circuit making and breaking capacities and rated short-time current (Clause 8.2.5);
- e) Verification of operating limits (Clause 8.2.6);
- f) Verification of mechanical endurance (Clause 8.2.7).

Routine tests include:

- a) Operation tests (Clause 8.3.1);
- b) Dielectric tests (Clause 8.3.2).

Special tests are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

Unless otherwise agreed, the tests shall be made at the manufacturer's works; however, if the manufacturer has not the necessary facilities, they may be made elsewhere and in particular at the place where the contactor is to be used.

8.2 Type tests

8.2.1 General

The contactor to be tested shall agree in all essential details with the drawings of the type which it represents and all tests shall be made at the rated frequency.

8.2.2 Verification of temperature-rise limits

8.2.2.1 Ambient temperature

The ambient temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers equally distributed around the contactor at about half its height and at a distance of about 1 metre from the contactor. The thermometers shall be protected against air currents and heat radiation.

Note. — In order to avoid indication errors because of rapid temperature changes, the thermometer can be put into a small oil-filled bottle with an oil content of about half a litre.

8.2.2.2 Temperature-rise tests of the main circuit

The tests for temperature rise of the main circuit shall be made on a new contactor with clean contacts. However it shall be permissible, before beginning the test, to operate the contactor a few times with or without load.

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.

Where practicable, the contacts shall be closed by energizing the contactor operating coil at its rated voltage.

Temporary connections to the main circuit shall be such that no abnormal amount of heat is conducted away from the contactor during the test. Unless otherwise agreed between

l'essai. A moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, le type et la section des connexions provisoires doivent être conformes aux indications du constructeur et leurs caractéristiques particulières doivent être mentionnées dans le compte rendu d'essai.

L'essai d'échauffement du circuit principal est fait au courant nominal thermique ou au courant nominal d'emploi (voir article 7.3.3). L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante (mais inférieure à 8 heures) pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 degré Celsius par heure.

Notes 1) — Lorsque l'influence mutuelle de courants polyphasés peut influencer sur les résultats, l'essai doit être effectué avec du courant de la nature appropriée.

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

3) — Quand un électro-aimant de commande 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 V.

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

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

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

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

Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service intermittent doivent être soumis à l'essai indiqué ci-dessus ainsi qu'à l'essai prescrit à l'alinéa correspondant à leur classe dans l'article 7.3.4, le circuit principal étant sans courant.

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 degré Celsius 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 IV et V.

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 IV et V.

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.

manufacturer and user, the type and cross-section of the temporary connections shall be as specified by the manufacturer, and particulars shall be recorded in the test report.

The temperature-rise test on the main circuit is made at the rated thermal current or at the rated operational current (see Clause 7.3.3). The test shall be made for a sufficient time for the temperature rise to reach a constant value, but not exceeding 8 hours. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 Celsius degree per hour.

Notes 1) — When the mutual influence of polyphase currents may affect the results, the test shall be made under the appropriate current conditions.

2) — 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.

3) — 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 V.

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

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

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

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

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

Electro-magnets shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 Celsius degree 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 IV and V.

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 IV and V.

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 *Mesure de la température des organes*

Pour les conducteurs autres que les enroulements, la température des différents organes doit être mesurée au moyen de thermomètres et/ou de couples thermoélectriques placés le plus près possible du point le plus chaud accessible. La température de l'huile dans les contacteurs à huile doit être mesurée à la partie supérieure de l'huile.

Les réservoirs des thermomètres ou 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 doit être assurée entre le thermomètre ou le couple thermoélectrique et la surface de la partie en essai.

Pour les enroulements des électro-aimants, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit être employée de 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 thermomètre avant le commencement de l'essai, ne doit pas différer de plus de 3 degrés Celsius de celle du milieu environnant (air, huile, etc.).

Pour les conducteurs en cuivre, le rapport de la température à chaud T_2 à la température à froid T_1 peut être déduit du rapport de la résistance à chaud R_2 à la résistance à froid R_1 par la formule suivante:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2 + 234,5}{T_1 + 234,5}$$

où T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius. Une méthode plus simple 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 degré Celsius d'augmentation de la température.

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 corrections pour tenir compte de la température de l'air ambiant lors de l'essai et les valeurs des tableaux IV et V constituent les valeurs limites 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

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

For conductors other than windings, the temperature of the different parts shall be measured by means of thermometers and/or thermocouples, at the nearest accessible position to the hottest accessible spot. The temperature of oil in oil contactors shall be measured at the upper part of the oil.

Bulbs of thermometers or 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 thermometer or thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured.

For windings of electro-magnets the method of measuring the temperature by resistance variation shall generally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

The temperature of the windings as measured by a thermometer before beginning the test shall not differ from that of the surrounding medium (air, oil, etc.) by more than 3 Celsius degrees.

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

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

where T_1 and T_2 are expressed in degrees Celsius. A simpler method giving results only slightly less accurate may be used for most tests by calculating the temperature rise on the assumption that 0.4% increase in resistance represents a 1 Celsius degree increase in temperature.

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 temperature of the ambient air 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 temperature during the test and the values of Tables IV and V are the limiting values of temperature rise. If the ambient temperature exceeds 40° C or is less than 10° C, this Recommendation does not apply and the manufacturer and the user shall make a special agreement.

8.2.3 *Verification of the dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the contactor for tests*

Dielectric tests shall be made on new contactors mounted as under service conditions 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

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 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

A) Circuits principaux

Pour ces essais, les circuits de commande et les circuits auxiliaires doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant une minute 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 d'un côté réunies entre elles et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

B) Circuits de commande et circuits auxiliaires

Pour ces essais, les circuits principaux doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant une minute 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 isolée 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 et 65 Hz.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la valeur de la tension d'essai d'une minute à sec doit être la suivante :

a) Pour les circuits principaux : conforme au tableau VI ci-après.

b) Pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires :

Si leur tension nominale est inférieure ou égale à 60 V : 1 000 V.

Si leur tension nominale est égale ou supérieure à 61 V : $2 U + 1\,000$ V, avec un minimum de 1 500 V.

Pour les circuits reliés à des secondaires de transformateurs de courant : 2 500 V.

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*

A) *Main circuits*

For these tests, the control and auxiliary circuits shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for one minute 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 terminals of one side connected together and the terminals of the other side connected together.

B) *Control and auxiliary circuits*

For these tests, the main circuits shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for one minute 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 insulated 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 wave form and a frequency between 45 and 65 Hz(c/s).

Unless otherwise specified, the value of the dry one-minute test voltage shall be as follows:

a) For main circuits: in accordance with Table VI below.

b) For control circuits and auxiliary circuits:

For control circuits and auxiliary circuits rated up to and including 60 V: 1 000 V.

For control circuits and auxiliary circuits rated 61 V and above: $2 U + 1\,000$ V, with a minimum of 1 500 V.

For circuits connected to the secondaries of current transformers: 2 500 V.

TABLEAU VI

Tensions nominales d'isolement		Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
Nature	Limites V	
Courant alternatif et courant continu	inférieures ou égales à 60	1 000
	61– 300	2 000
	301– 660	2 500
	661– 800	3 000
	801–1 000	3 500
Courant continu seulement	1 001–1 200	3 500

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 correspondant à sa catégorie d'emploi, et non pas de vérifier l'usure des contacts en fonctionnement de longue durée.

Si cela est possible, les essais concernant les pouvoirs de fermeture et de coupure peuvent être combinés, sauf en ce qui concerne les catégories AC₃ et AC₄, en fonctionnement occasionnel, pour lesquelles les vérifications du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure doivent faire l'objet d'essais séparés.

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

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

8.2.4.2 Etat du contacteur pour les essais

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

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand le contacteur est en service. En cas de nécessité ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et auxiliaires, et en particulier la bobine du contacteur, peuvent être alimentés par une source indépendante. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles spécifiées pour les conditions d'utilisation.

Pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en fonctionnement normal et en fonctionnement occasionnel, 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

TABLE VI

Rated insulation voltages		Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) V
Kind	Range V	
A.C. and d.c.	up to and including 60	1 000
	61– 300	2 000
	301– 660	2 500
	661– 800	3 000
	801–1 000	3 500
D.C. only	1 001–1 200	3 500

8.2.4 Verification of rated making and breaking capacities

8.2.4.1 General

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities of a contactor are intended to verify that the contactor is capable of making and breaking the currents corresponding to its utilization category and not to verify the contact wear over long periods of operation.

When practicable, tests for making and breaking capacities may be combined, but as regards categories AC₃ and AC₄ for occasional operation the verification of making capacity and breaking capacity should be made as separate tests.

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

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

8.2.4.2 Condition of the contactor for tests

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

The connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor is in service. If necessary, or for convenience, the control and auxiliary circuits, and in particular the magnet coil of the contactor, may be supplied by an independent source. Such a source must deliver the same kind of current at the same voltage as is specified for service conditions.

For verification of the making and breaking capacities in normal and occasional operation, all parts of the contactor normally earthed in service, including its enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A. This connection shall include a reliable device (such as a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter), for the

(tel qu'un fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre) pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

8.2.4.3 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en fonctionnement normal*

Si les essais prévus au paragraphe 8.2.4.4 sont effectués, on pourra omettre les essais suivants.

Les essais doivent être effectués avec des circuits d'essai conformes aux prescriptions du paragraphe 8.2.4.5.

Pour les contacteurs définis par leur catégorie d'emploi, les pouvoirs de fermeture et de coupure à réaliser aux essais sont spécifiés au tableau II dans les colonnes pour le fonctionnement normal.

La bobine de l'électro-aimant du contacteur doit être alimentée à sa tension nominale. Le nombre de manœuvres à effectuer est de 50, l'intervalle de temps entre deux manœuvres étant compris entre 5 et 10 secondes.

Note. — Pour les contacteurs de la classe IV, l'intervalle de temps doit être réduit conformément au paragraphe 4.3.4.3.1.

Pendant toute la durée de l'essai, 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.

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

Après l'essai, le contacteur doit être dans un état de fonctionnement satisfaisant et répondre aux conditions de l'article 8.2.6.

8.2.4.4 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en fonctionnement occasionnel*

Les essais doivent être effectués avec des circuits d'essai conformes aux prescriptions du paragraphe 8.2.4.5.

Pour les contacteurs définis par leur catégorie d'emploi, les pouvoirs de fermeture et de coupure à réaliser aux essais sont spécifiés au tableau II dans les colonnes pour le fonctionnement occasionnel.

La bobine de l'électro-aimant du contacteur doit être alimentée à sa tension nominale. Le nombre de manœuvres à effectuer est de 20.

Toutefois, pour les catégories d'emploi AC₃ et AC₄, le nombre de manœuvres pour la vérification du pouvoir de fermeture doit être de 100 opérations de fermeture : 50 manœuvres étant effectuées à 85 % et 50 manœuvres à 110 % de la tension nominale de la bobine. Le nombre de manœuvres pour la vérification du pouvoir de coupure pour ces deux catégories demeure égal à 20.

L'intervalle de temps entre deux manœuvres doit être compris entre 5 et 10 secondes.

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

Pendant toute la durée de l'essai, 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.

detection of the fault current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

8.2.4.3 *Verification of making and breaking capacities in normal operation*

If the tests specified in Sub-clause 8.2.4.4 are carried out, the following tests can be omitted.

The tests shall be carried out with test circuits as specified in Sub-clause 8.2.4.5.

For contactors defined by their utilization category, the making and breaking capacities to be obtained during the tests are those specified in Table II in the columns for normal operation.

The coil of the contactor electro-magnet shall be supplied at its rated voltage. The number of operations to be carried out is 50, the time interval between two operations being 5 to 10 seconds.

Note. — For contactors of Class IV, the time interval should be reduced in accordance with Sub-clause 4.3.4.3.1.

Throughout the test, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see Sub-clause 8.2.4.2) and no welding of the contacts.

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

After the test, the contactor shall be in a satisfactory operating condition and comply with Clause 8.2.6.

8.2.4.4 *Verification of making and breaking capacities in occasional operation*

The tests shall be carried out with test circuits as specified in Sub-clause 8.2.4.5.

For contactors defined by their utilization category, the making and breaking capacities to be obtained during the tests are those specified in Table II in the columns for occasional operation.

The coil of the contactor electro-magnet shall be supplied at its rated voltage. The number of operations to be carried out is 20.

However for utilization categories AC₃ and AC₄, the number of operations for the verification of the making capacity should be 100 making operations: 50 operations should be made at 85 % and 50 operations at 110 % of the rated coil voltage. The number of operations for verification of the breaking capacity for these two categories remains 20.

The time interval between two operations shall be 5 to 10 seconds.

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

Throughout the test, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles, no blowing of the fuse in the earth circuit (see Sub-clause 8.2.4.2) and no welding of the contacts.

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

Après l'essai et après nettoyage ou remise en état des contacts et remplissage d'huile si nécessaire, le contacteur doit être dans un état de fonctionnement satisfaisant et répondre aux conditions de l'article 8.2.6.

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

La source utilisée pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doit avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées au tableau II.

Le circuit d'essai peut comprendre soit un moteur, soit des inductances sans fer en série avec des résistances. Une résistance shunt peut être placée aux bornes de l'inductance, le courant dérivé étant tel que les conditions d'essai ne soient pas moins sévères que si on effectuait l'essai avec un moteur.

Note. — Dans l'attente de nouvelles recherches pour déterminer l'équivalence des deux types de circuit, on admettra que cette condition est remplie si le courant dérivé par la résistance est égal ou inférieur à 1% du courant dans l'inductance.

La résistance et l'inductance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les inductances doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances, sauf dans le cas spécifié ci-dessus, et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série d'inductances élémentaires. Le couplage en parallèle d'inductances est admis lorsque ces inductances ont pratiquement la même constante de temps.

Le circuit d'essai sera raccordé du côté « utilisation » du contacteur.

Note. — Si cependant l'installation d'essai est telle qu'il soit souhaitable de limiter le courant de court-circuit aux bornes amont du contacteur, on pourra insérer en amont du contacteur une partie de l'impédance additionnelle introduite dans le circuit d'essai en vue d'obtenir le courant d'essai prescrit.

De toute façon, l'impédance insérée en amont du contacteur ne doit pas être supérieure à 10% de l'impédance totale du circuit d'essai.

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

Si des contacteurs équipés de relais ou de déclencheurs à maximum de courant ont pour fonction d'assurer une protection contre les courts-circuits, cet essai doit être effectué conformément à la Publication 157-1 (1964) de la CEI.

8.2.6 **Vérification des limites de fonctionnement**

On doit vérifier que le contacteur s'ouvre et se ferme franchement par ouverture ou fermeture brusque du circuit de la bobine et dans les limites de tension et de température ambiante spécifiées à l'article 7.5.

8.2.7 **Vérification de la robustesse mécanique**

8.2.7.1 *Etat du contacteur pour les essais*

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

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

After the test, and after cleaning or servicing the contacts and refilling with oil if appropriate, the contactor shall be in a satisfactory operating condition and comply with Clause 8.2.6.

8.2.4.5 *Test circuit for the verification of making and breaking capacities*

The power supply used for the verification of making and breaking capacities shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given in Table II.

The test circuit may consist of either a motor or of air cored reactors in series with resistors. A shunt resistor may be placed across the terminals of the reactor, the shunted current being such that the test conditions are not less severe than by testing with a motor.

Note. — Pending further investigations to determine the equivalence of the two types of circuits, it shall be assumed that this condition is met if the current shunted by the resistor is equal to or less than 1% of the reactor current.

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors must be air cored. They shall be always connected in series with the resistors, except as specified above, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

The test circuit shall be connected on the load side of the contactor.

Note. — If, however, to meet test plant requirements it is desirable to limit the short-circuit current at the source terminals of the contactor, it shall be permissible to include on the source side of the contactor a proportion of the additional impedance introduced into the test circuit to obtain the required test current.

In any case, the impedance on the source side of the contactor shall be not greater than 10% of the total impedance of the test circuit.

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

If contactors fitted with relays or over-current releases are required to provide short-circuit protection, this test shall be carried out in accordance with the IEC Publication 157-1 (1964).

8.2.6 **Verification of operating limits**

It shall be verified that the contactor opens and closes cleanly when the coil circuit is rapidly broken or made, within the voltage and ambient temperature limits specified in Clause 7.5.

8.2.7 **Verification of mechanical endurance**

8.2.7.1 *Condition of the contactor for tests*

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

Pendant l'essai, les circuits principaux ne doivent être ni sous tension ni sous courant. Il est admis que le contacteur puisse être graissé avant l'essai si le graissage est prescrit en service normal.

8.2.7.2 Conditions de manœuvre

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

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

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

8.2.7.3 Modalités des essais

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

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

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

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

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

Ce travail d'entretien ne doit comporter aucun remplacement de pièces, sauf des contacts.

8.2.7.4 Résultats à obtenir

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

8.2.8 Ordre de succession des essais de type

Le constructeur et l'utilisateur doivent se mettre d'accord sur ceux des essais de type énumérés ci-dessus qu'il convient d'effectuer, étant donné le genre de contacteur considéré et l'emploi auquel il est destiné, ainsi que sur l'ordre dans lequel doivent être exécutés ces essais.

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

8.2.7.2 *Operating conditions*

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

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

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

8.2.7.3 *Test procedure*

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

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

The number of operations to be carried out shall be not less than the number of operations specified in Clause 4.3.7.

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

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

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

8.2.7.4 *Results to be obtained*

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

8.2.8 *Order of carrying out the type tests*

The manufacturer and the user shall agree on the type tests listed above which shall be carried out, bearing in mind the type of contactor, the application for which it is intended, and the order in which these tests shall be carried out.

8.2.9 Vérification de la durée de vie des contacts

Les essais de vérification de la durée de vie des contacts prévus à l'article 4.3.8 sont des essais spéciaux. La vérification doit être basée sur les essais effectués selon les prescriptions du paragraphe 8.2.4.3, sauf en ce qui concerne le nombre et la fréquence des manœuvres.

Après l'essai, le contacteur doit répondre aux conditions de fonctionnement spécifiées à l'article 8.2.6 et satisfaire aux essais diélectriques de l'article 8.2.3, ceux-ci étant limités aux essais spécifiés comme devant être effectués avec les contacts fermés.

Note. — Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais relatifs aux catégories AC_3 , DC_2 et DC_4 peuvent être effectués en exécutant séparément les opérations de fermeture et les opérations d'ouverture.

8.3 Essais individuels

8.3.1 Essais de fonctionnement

Ces essais de fonctionnement doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles indiquées à l'article 8.2.6 pour les essais de type; cependant les essais individuels ne s'effectuent que sur des contacteurs à la température de la pièce seulement.

8.3.2 Essais diélectriques

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

La valeur de la tension d'essai doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 8.2.3.3.

La durée de chaque essai peut être réduite à une seconde.

La tension d'essai doit être appliquée dans les conditions suivantes:

- a) entre les pôles, les contacts principaux étant fermés;
- b) entre les pôles et le bâti, les contacts principaux étant fermés;
- c) entre les bornes de chaque pôle, les contacts principaux étant ouverts;
- d) aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué au paragraphe 8.2.3.2 B).

L'usage d'une feuille métallique, mentionné au paragraphe 8.2.3.1, n'est pas nécessaire.

8.2.9 Verification of the life of contacts

Tests for the verification of the life of contacts, according to Clause 4.3.8, are special tests. The verification shall be based on tests carried out according to Sub-clause 8.2.4.3, except with respect to the number and frequency of operations.

After the test, the contactor shall fulfil the operating conditions specified in Clause 8.2.6 and withstand the dielectric tests of Clause 8.2.3, but limited to the tests specified to be made with closed contacts.

Note. — By agreement between manufacturer and user, the tests for categories AC_3 , DC_2 and DC_4 may be made with making and breaking operations separately.

8.3 Routine tests

8.3.1 Operation tests

These tests shall be carried out under the same conditions as those given in Clause 8.2.6 for type tests, except that routine tests are made with the contactors at room temperature only.

8.3.2 Dielectric tests

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

The value of the test voltage shall be in accordance with Sub-clause 8.2.3.3.

The duration of each test may be reduced to one second.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles with the main contacts closed;
- b) between poles and frame with the main contacts closed;
- c) across the terminals of each pole with the main contacts open;
- d) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in Sub-clause 8.2.3.2 B).

The use of metal foil, as specified in Sub-clause 8.2.3.1, is unnecessary.

ANNEXE A

INDICATIONS A FOURNIR PAR L'UTILISATEUR

1) Température de l'air ambiant

L'utilisateur devra spécifier au constructeur les limites prévues pour la température de l'air ambiant si celle-ci peut être inférieure à -5°C ou supérieure à 40°C .

2) Altitude

L'utilisateur devra spécifier au constructeur l'altitude du lieu d'installation si cette altitude est supérieure à 1 000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

3) Conditions atmosphériques

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

4) Conditions d'installation

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

5) Conducteurs de raccordement avec d'autres appareils

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

6) Applications spéciales

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

APPENDIX A

INFORMATION TO BE GIVEN BY THE USER

1) Ambient temperature

The user shall state to the manufacturer the expected range of ambient temperature if this temperature can be lower than -5°C or higher than 40°C .

2) Altitude

The user shall state to the manufacturer the altitude of the place of installation if it is more than 1 000 metres (3 300 feet) above sea level.

3) Atmospheric conditions

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

4) Conditions of installation

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

5) Connections with other apparatus

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

6) Special applications

The user shall call the manufacturer's attention to the fact that the contactor may be used for types of use not covered by Table I, e.g. the switching of capacitors or tungsten filament lamps.

ANNEXE B

DEGRÉS DE PROTECTION DES ENVELOPPES POUR L'APPAREILLAGE A BASSE TENSION

1. Domaine d'application

La présente annexe a pour objet de définir:

- les degrés de protection normaux procurés par les enveloppes de protection pour l'appareillage à basse tension, en ce qui concerne:
 - a) la protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe et la protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers,
 - b) la protection du matériel contre la pénétration de liquides,
 - c) la protection du matériel contre les dommages mécaniques (à l'étude),
- les symboles relatifs à ces degrés de protection;
- les essais à effectuer en vue de vérifier que le matériel répond bien aux conditions de cette annexe.

Cette annexe ne s'applique pas aux degrés de protection spéciaux, tels que la protection du matériel pour atmosphères explosives. Ce matériel doit satisfaire aux recommandations préparées par le Comité d'Etudes N° 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives. Elle ne concerne pas non plus les protections dans d'autres conditions de service anormales, telles que les moisissures et les vapeurs corrosives.

Cette annexe a pour but de servir de guide en ce qui concerne les conditions que doivent remplir les enveloppes de protection. Les essais, cependant, ne devront être exécutés que dans la mesure du possible et suivant accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Cette annexe ne concerne pas l'influence des efforts intervenant dans le fonctionnement en court-circuit, lesquels font l'objet d'une publication de la CEI à l'étude.

2. Symboles

Les symboles utilisés pour indiquer le degré de protection sont constitués par les lettres IP suivies par deux chiffres caractéristiques signifiant respectivement que ce matériel est conforme aux conditions des codes décrits aux articles 3 et 4.

Le premier chiffre caractéristique désigne le degré de protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe et la protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers.

Note. — Un seul chiffre caractéristique sert à désigner les deux degrés de protection ci-dessus mentionnés, étant donné que la protection contre la pénétration de corps solides étrangers implique un certain degré de protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe et réciproquement.

Le deuxième chiffre caractéristique désigne le degré de protection contre la pénétration de liquides.

Note. — Un troisième chiffre caractéristique, servant à désigner la protection contre les dommages mécaniques, est à l'étude.

APPENDIX B

DEGREES OF PROTECTION OF ENCLOSURES FOR LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

1. Scope

This Appendix covers:

- standard degrees of protection provided by enclosures for low-voltage controlgear, as regards:
 - a) protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and protection of equipment against ingress of solid foreign bodies,
 - b) protection of equipment against ingress of liquid,
 - c) protection of equipment against mechanical damage (under consideration).
- markings regarding these degrees of protection;
- tests to be performed to prove that the equipment meets the requirements of this Appendix.

This Appendix does not apply to special degrees of protection, such as protection of equipment in an explosive atmosphere. Such equipment must comply with the recommendations prepared by IEC Technical Committee No. 31: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Neither does it cover protection against other unusual service conditions such as fungus and corrosive vapours.

This Appendix is intended to serve as a guide to the requirements for protective enclosures. The tests, however, are applicable only where practicable and where agreed between manufacturer and user.

The effects of stresses occurring during short-circuit operation are not covered by this Appendix, but are dealt with in an IEC Publication under consideration.

2. Markings

Markings used to indicate the degree of protection consist of the letters IP, followed by two characteristic numerals signifying respectively conformity to the codes described in Clauses 3 and 4.

The first characteristic numeral designates the degree of protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and of equipment against ingress of solid foreign bodies.

Note. — A single characteristic numeral is used to designate the two means of protection mentioned above since it is understood that protection against ingress of solid foreign bodies implies a certain amount of protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and vice versa.

The second characteristic numeral designates the degree of protection against ingress of liquid.

Note. — A third characteristic numeral designating protection against mechanical damage is under consideration.

3. Protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe et protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers

La protection contre les contacts avec les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe ne vise que les contacts avec les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe qui peuvent être dangereux pour les personnes.

Premier chiffre caractéristique	Degré de protection
0	Pas de protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Pas de protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers.
1	Protection contre les contacts, accidentels ou involontaires, d'une grande surface du corps humain, par exemple la main, avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe, mais non contre l'accès volontaire à de telles pièces. Protection contre la pénétration de corps solides étrangers de grandes dimensions. Voir paragraphe 7.1 en ce qui concerne l'essai correspondant.
2	Protection contre les contacts des doigts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Protection contre la pénétration de corps solides étrangers de moyennes dimensions. Voir paragraphe 7.2 en ce qui concerne l'essai correspondant.
3	Protection contre les contacts d'outils, de fils ou d'objets analogues d'épaisseur supérieure à 2,5 mm avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Protection contre la pénétration de corps solides étrangers de petites dimensions. Voir paragraphe 7.3 en ce qui concerne l'essai correspondant.
4	Protection contre les contacts d'outils, de fils ou d'objets analogues d'épaisseur supérieure à 1 mm avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Protection contre la pénétration de corps solides étrangers de petites dimensions. Voir paragraphe 7.4 en ce qui concerne l'essai correspondant.
5	Protection totale contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Protection contre les dépôts nuisibles de poussière. La pénétration de la poussière n'est pas totalement empêchée, mais la poussière ne doit pas pouvoir pénétrer en quantité suffisante pour nuire au bon fonctionnement du matériel protégé. Voir paragraphe 7.5 en ce qui concerne l'essai correspondant.
6	Protection totale contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe. Protection contre la pénétration de la poussière. Voir paragraphe 7.6 en ce qui concerne l'essai correspondant.

3. Protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and protection of equipment against ingress of solid foreign bodies

Protection against contact with moving parts inside the enclosure is limited to contact with moving parts inside the enclosure which might cause danger to persons.

First characteristic numeral	Degree of protection
0	No protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure. No protection of equipment against ingress of solid foreign bodies.
1	Protection against accidental or inadvertent contact with live or moving parts inside the enclosure by a large surface of the human body, for example, a hand, but not protection against deliberate access to such parts. Protection against ingress of large solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.1.
2	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by fingers. Protection against ingress of medium size solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.2.
3	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by tools, wires or such objects of thickness greater than 2.5 mm. Protection against ingress of small solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.3.
4	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by tools, wires or such objects of thickness greater than 1 mm. Protection against ingress of small solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.4.
5	Complete protection against contact with live or moving parts inside the enclosure. Protection against harmful deposits of dust. The ingress of dust is not totally prevented, but dust cannot enter in an amount sufficient to interfere with satisfactory operation of the equipment enclosed. See test Sub-clause 7.5.
6	Complete protection against contact with live or moving parts inside the enclosure. Protection against ingress of dust. See test Sub-clause 7.6.

4. Protection du matériel contre la pénétration de liquides

Deuxième chiffre caractéristique	Degré de protection
0	Pas de protection.
1	Protection contre la chute de gouttes d'eau condensée: La chute de gouttes d'eau condensée tombant sur l'enveloppe ne doit pas avoir d'effets nuisibles. Voir paragraphe 8.1 en ce qui concerne l'essai correspondant.
2	Protection contre les gouttes de liquides: La chute de gouttes de liquides ne doit pas avoir d'effets nuisibles quand on incline l'enveloppe par rapport à la verticale d'un angle quelconque, inférieur ou égal à 15°. Voir paragraphe 8.2 en ce qui concerne l'essai correspondant.
3	Protection contre la pluie: De l'eau tombant en pluie dans une direction faisant avec la verticale un angle inférieur ou égal à 60° ne doit pas avoir d'effets nuisibles. Voir paragraphe 8.3 en ce qui concerne l'essai correspondant.
4	Protection contre les projections de liquides: Un liquide projeté dans n'importe quelle direction ne doit pas avoir d'effets nuisibles. Voir paragraphe 8.4 en ce qui concerne l'essai correspondant.
5	Protection contre les jets d'eau: De l'eau projetée à l'aide d'une lance dans n'importe quelle direction et dans des conditions déterminées ne doit pas avoir d'effets nuisibles. Voir paragraphe 8.5 en ce qui concerne l'essai correspondant.
6	Protection du matériel situé sur le pont des navires contre les intempéries (protection contre les paquets de mer): Par grosse mer l'eau ne doit pas pénétrer dans l'enveloppe, dans les conditions spécifiées. Voir paragraphe 8.6 en ce qui concerne l'essai correspondant.
7	Protection contre l'immersion dans l'eau: L'introduction d'eau à l'intérieur de l'enveloppe sous une pression et pendant une durée déterminées ne doit pas être possible. Voir paragraphe 8.7 en ce qui concerne l'essai correspondant.
8	Protection contre l'immersion indéfinie dans l'eau sous une pression spécifiée: L'introduction d'eau à l'intérieur de l'enveloppe ne doit pas être possible. Voir paragraphe 8.8 en ce qui concerne l'essai correspondant.

4. Protection of equipment against ingress of liquid

Second characteristic numeral	Degree of protection
0	No protection.
1	Protection against drops of condensed water: Drops of condensed water falling on the enclosure shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.1.
2	Protection against drops of liquid: Drops of falling liquid shall have no harmful effect when the enclosure is tilted at any angle up to 15° from the vertical. See test Sub-clause 8.2.
3	Protection against rain: Water falling in rain at an angle up to 60° with respect to the vertical shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.3.
4	Protection against splashing: Liquid splashed from any direction shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.4.
5	Protection against water-jets: Water projected by a nozzle from any direction under stated conditions shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.5.
6	Protection against conditions on ships' decks (deck watertight equipment): Water from heavy seas shall not enter the enclosure under prescribed conditions. See test Sub-clause 8.6.
7	Protection against immersion in water: It must not be possible for water to enter the enclosure under stated conditions of pressure and time. See test Sub-clause 8.7.
8	Protection against indefinite immersion in water under specified pressure: It must not be possible for water to enter the enclosure. See test Sub-clause 8.8.

5. Protection du matériel contre les dommages mécaniques

A l'étude.

6. Degrés de protection

Le tableau ci-après donne les degrés de protection le plus fréquemment utilisés selon les descriptions figurant aux articles 3 et 4.

Il est recommandé que les lettres et les chiffres caractéristiques soient marqués sur l'enveloppe.

Lettres caractéristiques	Premier chiffre caractéristique Protection contre les contacts et la pénétration de corps étrangers	Deuxième chiffre caractéristique Protection contre la pénétration de liquides								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
IP	0	IP 00	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	IP 10	IP 11	IP 12	—	—	—	—	—	—
	2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23	—	—	—	—	—
	3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34	—	—	—	—
	4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	—	—	—	—
	5	IP 50	—	—	—	IP 54	IP 55	—	—	—
	6	IP 60	—	—	—	—	IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

5. Protection of equipment against mechanical damage

Under consideration.

6. Degrees of protection

The table below gives the most frequently used degrees of protection in accordance with the descriptions given in Clauses 3 and 4.

It is recommended that the characteristic letters and numerals be marked on the enclosure.

Character- istic letters	First characteristic numeral Protection against contact and ingress of foreign bodies	Second characteristic numeral Protection against ingress of liquid								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
IP	0	IP 00	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	IP 10	IP 11	IP 12	—	—	—	—	—	—
	2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23	—	—	—	—	—
	3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34	—	—	—	—
	4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	—	—	—	—
	5	IP 50	—	—	—	IP 54	IP 55	—	—	—
	6	IP 60	—	—	—	—	IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

7. Essais pour la vérification de la protection des personnes contre les contacts avec les pièces sous tension ou les pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe et de la protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers

Ces essais sont des essais de type.

Premier chiffre caractéristique	Conditions d'essai
0	Aucun essai n'est exigé.
1	L'essai s'effectue avec une sphère de 52,5 mm de diamètre. L'essai est jugé satisfaisant si l'on ne réussit pas à toucher avec la sphère des pièces sous tension ou des pièces en mouvement intérieures à l'enveloppe.
2	L'essai s'effectue à l'aide d'un doigt de contact métallique, tel que celui représenté sur la figure 1, réuni par l'intermédiaire d'une lampe à incandescence à l'un des pôles d'une source d'au moins 40 V, l'autre pôle de la source étant relié aux pièces destinées à être sous tension en service normal, réunies entre elles électriquement. La protection est jugée satisfaisante si l'on ne réussit pas à faire briller la lampe en essayant de toucher les pièces nues sous tension ou les pièces insuffisamment isolées, avec le doigt d'épreuve placé dans toutes les positions possibles et sans exercer une poussée excessive sur ce doigt. Pour ces essais, les pièces insuffisamment isolées seront recouvertes d'une feuille métallique reliée aux pièces qui sont sous tension en service normal. Les pièces conductrices recouvertes seulement de vernis ou d'émail ou protégées par oxydation ou par un procédé analogue doivent être considérées comme insuffisamment isolées. De plus, il ne doit pas être possible de faire pénétrer une bille de 12,5 mm de diamètre à l'intérieur de l'enveloppe.
3	L'essai s'effectue avec un fil d'acier de 2,5 mm de diamètre. L'essai est jugé satisfaisant si l'on ne réussit pas à faire pénétrer ce fil à l'intérieur de l'enveloppe.
4	L'essai s'effectue avec un fil d'acier de 1 mm de diamètre. L'essai est jugé satisfaisant si l'on ne réussit pas à faire pénétrer ce fil à l'intérieur de l'enveloppe.
5	L'essai s'effectue de préférence au moyen d'un appareil constitué par une chambre d'essai fermée dans laquelle de la poudre de talc est maintenue en suspension par un courant d'air (Figure 2). La poudre de talc utilisée doit pouvoir passer à travers un tamis à mailles carrées dont le diamètre nominal des fils est de 50 μ et l'espace libre nominal entre les fils de 75 μ . La quantité de talc à employer est de 2 kg par m ³ de la chambre d'essai. L'appareil en essai est suspendu à l'intérieur de la chambre et son enveloppe est mise en relation avec une pompe à vide permettant de maintenir à l'intérieur de l'enveloppe une dépression dont la valeur ne doit pas dépasser celle correspondant à une colonne d'eau de 200 mm. L'essai est arrêté au bout de 2 h si le volume de l'air aspiré pendant cette durée est de 80 à 120 fois le volume d'air de l'enveloppe essayée. Si avec la dépression correspondant à une colonne d'eau de 200 mm il n'est pas possible d'aspirer 80 fois le volume d'air indiqué ci-dessus, l'essai doit être prolongé jusqu'à ce que cette valeur soit atteinte; la durée de l'essai ne doit, en aucun cas, dépasser 8 h. La quantité admissible de poudre de talc qui aura pu pénétrer à l'intérieur de l'enveloppe fera l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.
6	L'essai s'effectue de préférence dans les mêmes conditions que ci-dessus pour le degré de protection 5. L'essai est jugé satisfaisant si aucun dépôt de poussière n'est visible à l'intérieur de l'enveloppe à la fin de l'essai.

7. Tests to prove protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and protection of equipment against ingress of solid foreign bodies

These tests are type tests.

First characteristic numeral	Test conditions
0	No test is required.
1	The test is made with a sphere of 52.5 mm diameter. The test is deemed satisfactory if the sphere cannot touch live or moving parts inside the enclosure.
2	The test is made using a metallic contact finger such as the one shown in Figure 1, connected by an incandescent lamp to one pole of a supply of at least 40 V, the other pole of the supply being connected to the parts intended to be live in normal service, electrically connected together. The protection is deemed satisfactory if the lamp does not light when an attempt is made to touch the bare live parts or insufficiently insulated parts, with the test finger placed in every possible position and pushed without undue force. For these tests, the insufficiently insulated parts shall be covered with a metal foil connected to those parts alive in normal service. Conducting parts covered only with varnish or enamel or protected by oxidation or by a similar process shall be considered as insufficiently insulated. In addition, the enclosure must not admit a ball of 12.5 mm diameter.
3	The test is made with a steel wire of 2.5 mm diameter. The test is deemed satisfactory if the wire cannot enter the enclosure.
4	The test is made with a steel wire of 1 mm diameter. The test is deemed satisfactory if the wire cannot enter the enclosure.
5	The test should preferably be made using the equipment shown in Figure 2, consisting of a closed test chamber in which talcum powder is maintained in suspension by an air current. The talcum powder used is to pass a square-meshed sieve whose nominal wire diameter is 50μ and the nominal width between wires is 75μ. The amount of talcum powder to be used is 2 kg per cubic metre of the test chamber. The equipment under test is hung inside the chamber and its enclosure is connected to a vacuum pump which maintains inside the enclosure a differential pressure equivalent to not more than a head of 200 mm water. The test is stopped at the end of 2 h if the volume of the air drawn in during this period is from 80 to 120 times the volume of air in the enclosure under test. If, with the vacuum equivalent to a head of 200 mm water, it is not possible to draw in 80 times the volume of air indicated above, the test must be continued until that value is attained; in no case should the test be longer than 8 h. The permissible amount of talcum powder penetration inside the enclosure is subject to agreement between manufacturer and user.
6	The test should preferably be made under the same conditions as given above for degree of protection 5. The test is deemed satisfactory if no deposit of dust is observable inside the enclosure at the end of the test.

8. Essais pour la vérification de la protection du matériel contre la pénétration de liquides

Ces essais sont des essais de type.

Deuxième chiffre caractéristique	Conditions d'essai
0	Aucun essai n'est exigé.
1	(A l'étude).
2	L'essai s'effectue de préférence à l'aide de l'appareil représenté sur la figure 3, utilisant de l'eau et réglé de telle sorte que le débit soit de 3 mm d'eau par minute. L'appareil en essai est monté dans sa position normale d'utilisation au-dessous de l'appareil à gouttes dont le fond doit avoir une section supérieure à celle de l'appareil en essai. L'appareil essayé est incliné successivement dans deux plans orthogonaux d'un angle de $\pm 15^\circ$ de part et d'autre de sa position normale de service. La durée totale de l'essai est de 10 minutes. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, la quantité d'eau qui s'est introduite n'est pas susceptible de nuire au bon fonctionnement de l'appareil et s'il ne s'est produit ni accumulation d'eau à proximité de la tête de câble ni pénétration d'eau dans le câble.
3	L'essai s'effectue de préférence à l'aide de l'appareil représenté sur la figure 4. Celui-ci est constitué par un tube oscillant en forme d'un demi-cercle dont le rayon est le plus petit possible compte tenu des dimensions de l'appareil essayé. Ce tube effectue un mouvement oscillant d'une amplitude de 60° de part et d'autre de la verticale. La durée d'une oscillation simple est de 2 secondes environ. La pression de l'eau est voisine de celle correspondant à une colonne d'eau de 10 m. L'appareil en essai est monté dans sa position normale sur une table tournante, à axe vertical, réglable en hauteur, au voisinage du centre du demi-cercle formé par le tube oscillant. La durée de l'essai est de 10 minutes. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, la quantité d'eau qui s'est introduite n'est pas susceptible de nuire au bon fonctionnement de l'appareil et s'il ne s'est produit ni accumulation d'eau à proximité de la tête de câble ni pénétration d'eau dans le câble.
4	L'essai s'effectue de préférence comme décrit ci-dessus pour le degré de protection 3. Le tube oscillant oscille d'un angle se rapprochant le plus possible de 180° de part et d'autre de la verticale et à une vitesse de 90° par seconde. De plus, le support de l'appareil en essai est en forme de grille afin de ne pas constituer un écran. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, la quantité d'eau qui s'est introduite n'est pas susceptible de nuire au bon fonctionnement de l'appareil et s'il ne s'est produit ni accumulation d'eau à proximité de la tête de câble ni pénétration d'eau dans le câble.

8. Tests to prove protection of equipment against ingress of liquid

These tests are type tests.

Second characteristic numeral	Test conditions
0	No test is required.
1	(Under consideration).
2	The test should preferably be made by means of the equipment shown in Figure 3 using water, and adjusted so that the discharge is 3 mm of water per minute. The equipment under test is placed in its normal operating position under the dripping equipment, the base of which must be larger than that of the equipment under test. The equipment under test is tilted up to an angle of $\pm 15^\circ$ in respect to its normal operating position successively in two planes at right angles. The total duration of the test is 10 minutes. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, the amount of water which has entered the interior of the equipment is not capable of interfering with its satisfactory operation, and if no water has accumulated near the cable-end or entered the cable.
3	The test should preferably be made by means of the equipment shown in Figure 4. It consists of an oscillating tube formed into a semicircle, the radius of which is as small as possible taking into account the dimensions of the equipment under test. This tube is oscillated so as to describe an angle of 60° from vertical in both directions. The duration of a simple oscillation is about 2 seconds. The water pressure corresponds to a head of about 10 m water. The equipment under test is mounted in its normal position on a turntable, the axis of which is vertical and the height of which may be regulated, located near the centre of the semicircle formed by the oscillating tube. The duration of the test is 10 minutes. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, the amount of water which has entered the interior of the equipment is not capable of interfering with its satisfactory operation, and if no water has accumulated near the cable-end or entered the cable.
4	The test should preferably be made as described above for degree of protection 3. The oscillating tube oscillates through an angle of almost 180° with respect to the vertical in both directions and at a speed of 90° per second. Moreover, the support for the equipment under test is grid-shaped in order not to act as a baffle. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, the amount of water which has entered the interior of the equipment is not capable of interfering with its satisfactory operation and if no water has accumulated near the cable-end or entered the cable.

Deuxième chiffre caractéristique	Conditions d'essai
5	L'essai s'effectue de préférence au moyen d'un jet d'eau aspergeant le matériel dans toutes les directions et jaillissant, sous une pression correspondant à une colonne d'eau d'environ 10 m, d'une lance de 12,5 mm de diamètre intérieur. L'extrémité de la lance doit se trouver à une distance de 3 m du matériel essayé. La durée de l'essai est de 15 minutes. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, la quantité d'eau qui s'est introduite n'est pas susceptible de nuire au bon fonctionnement de l'appareil et s'il ne s'est produit ni accumulation d'eau à proximité de la tête de câble ni pénétration d'eau dans le câble.
6	L'essai s'effectue de préférence au moyen d'un jet d'eau aspergeant le matériel dans toutes les directions et jaillissant, sous une pression correspondant à une colonne d'eau d'environ 10 m, d'une lance de 12,5 mm de diamètre intérieur. L'extrémité de la lance doit se trouver à une distance de 1,5 m du matériel essayé. La durée de l'essai est de 15 minutes. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, il ne s'est pas produit de pénétration d'eau dans l'appareil.
7	L'essai s'effectue de préférence en immergeant complètement l'appareil en essai dans l'eau, de telle sorte que la hauteur d'eau au-dessus de l'appareil soit de 1 m. La durée de l'essai est de 30 minutes. L'essai est jugé satisfaisant si, lorsqu'il est terminé, aucune quantité d'eau ne s'est introduite à l'intérieur de l'appareil et s'il ne s'est produit ni accumulation d'eau à proximité de la tête de câble ni pénétration d'eau dans le câble. Sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, cet essai peut être remplacé par le suivant: L'enveloppe est essayée avec une surpression d'air intérieure correspondant à une colonne d'eau d'environ 1 m. La durée de l'essai est de 1 minute. L'essai est jugé satisfaisant si de l'air ne s'échappe pas pendant l'essai. Les fuites d'air peuvent être détectées soit par immersion, l'eau couvrant juste l'appareil, soit par application d'eau savonneuse.
8	L'essai doit de préférence faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — Pour les essais correspondant aux degrés de protection 5, 6 et 7, la température de l'appareil ne doit pas différer de plus de 5°C de celle de l'eau.

9. Essais pour la vérification de la protection du matériel contre les dommages mécaniques

A l'étude.

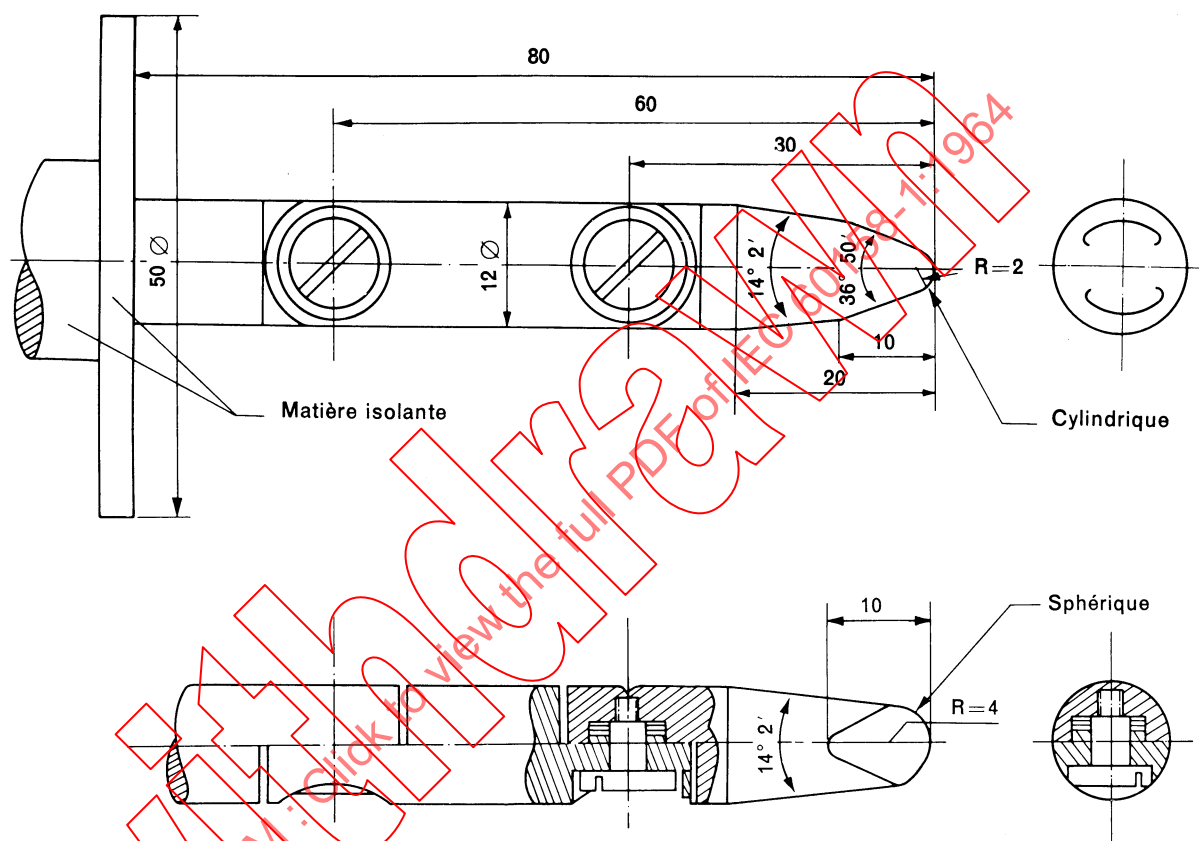
Second characteristic numeral	Test conditions
5	The test should preferably be made by applying a stream of water from a nozzle of 12.5 mm inside diameter on the equipment in all directions at a pressure corresponding to a head of about 10 m of water. The nozzle should be held at a distance of 3 m away from the equipment under test. The duration of the test is 15 minutes. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, the amount of water which has entered the interior of the equipment is not capable of interfering with its satisfactory operation and if no water has accumulated near the cable-end or entered the cable.
6	The test should preferably be made by applying a stream of water from a nozzle of 12.5 mm inside diameter on the equipment in all directions at a pressure corresponding to a head of about 10 m of water. The nozzle should be held at a distance of 1.5 m away from the equipment under test. The duration of the test is 15 minutes. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, no water has entered the interior of the equipment.
7	The test should preferably be made by completely immersing the equipment under test in water so that the head of water above the equipment is 1 m. The duration of the test is 30 minutes. The test is deemed satisfactory if, on its conclusion, no water has entered the interior of the equipment and if no water has accumulated near the cable-end or entered the cable. By agreement between manufacturer and user, this test can be replaced by the following one. The enclosure should be tested with an inside air-pressure corresponding to a head of about 1 m of water. The duration of the test is 1 minute. The test is deemed satisfactory if no air leaks out during the test. Air leakage may be detected either by submersion, the water just covering the equipment, or by the application of a solution of soap in water.
8	The test should preferably be subject to agreement between manufacturer and user.

Note. — For the tests according to degrees of protection 5, 6 and 7, the temperature of the equipment should not differ by more than 5°C from that of the water.

9. Tests to prove protection of equipment against mechanical damage

Under consideration.

Dimensions en millimètres



Tolérances

sur les angles	$\pm 5'$
sur les dimensions	
— inférieures à 25 mm	— 0,05
— supérieures à 25 mm	$\pm 0,2$

FIG. 1. — Doigt d'épreuve.