

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
158-2**

Première édition
First edition
1982

Appareillage de commande à basse tension

Deuxième partie:

Contacteurs à semi-conducteurs
(contacteurs statiques)

Low-voltage controlgear

Part 2:

Semiconductor contactors
(solid state contactors)



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 158-2: 1982

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
158-2**

Première édition
First edition
1982

Appareillage de commande à basse tension

Deuxième partie:
Contacteurs à semi-conducteurs
(contacteurs statiques)

Low-voltage controlgear

Part 2:
Semiconductor contactors
(solid state contactors)

© CEI 1982 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Objet	8
2. Définitions	8
2.1 Définitions relatives aux contacteurs et aux contacteurs à semi-conducteurs	8
2.2 Définitions relatives aux états, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un contacteur à semi-conducteurs	14
3. Classification	16
4. Caractéristiques des contacteurs à semi-conducteurs	16
4.1 Énumération des caractéristiques	16
4.2 Type du contacteur à semi-conducteurs	18
4.3 Valeurs assignées	18
4.4 Circuits de commande	30
4.5 Circuits auxiliaires	32
4.6 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	32
5. Plaques signalétiques	34
6. Conditions normales de fonctionnement en service	34
6.1 Conditions normales de service	34
7. Conditions normales de construction	36
7.1 Réalisation mécanique	36
7.2 Enveloppes	36
7.3 Échauffement	36
7.4 Qualités diélectriques	40
7.5 Limites de fonctionnement	40
8. Essais	40
8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs à semi-conducteurs	40
8.2 Essais de type	42
8.3 Essais individuels	50
8.4 Essais spéciaux	52
ANNEXE A — Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	64
ANNEXE B — Distances d'isolement et lignes de fuite pour les contacteurs à basse tension (à l'étude)	64
ANNEXE C — Protection d'un contacteur par un dispositif de protection contre les courts-circuits (à l'étude)	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. General	9
1.1 Scope	9
1.2 Object	9
2. Definitions	9
2.1 Definitions concerning contactors and semiconductor contactors	9
2.2 Definitions concerning states, control and auxiliary circuits of a semiconductor contactor	15
3. Classification	17
4. Characteristics of semiconductor contactors	17
4.1 Summary of characteristics	17
4.2 Type of semiconductor contactor	19
4.3 Rated values	19
4.4 Control circuits	31
4.5 Auxiliary circuits	33
4.6 Co-ordination with short-circuit protective devices	33
5. Nameplates	35
6. Standard conditions for operation in service	35
6.1 Normal service conditions	35
7. Standard conditions for construction	37
7.1 Mechanical design	37
7.2 Enclosures	37
7.3 Temperature rise	37
7.4 Dielectric properties	41
7.5 Limiting values of operation	41
8. Tests	41
8.1 Verification of the characteristics of semiconductor contactors	41
8.2 Type tests	43
8.3 Routine tests	51
8.4 Special tests	53
APPENDIX A — Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	65
APPENDIX B — Clearances and creepage distances for low-voltage contactors (<i>under consideration</i>)	65
APPENDIX C — Protection of a contactor by a short-circuit protective device (<i>under consideration</i>)	65

ANNEXE D — Circuit conventionnel d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés des contacteurs	64
ANNEXE E — Méthode de présentation d'un diagramme de charge	66
ANNEXE F — Dispositif et circuits d'essais pour l'essai de tenue aux parasites transitoires . . .	72

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60158-2:1982

	Page
APPENDIX D — Conventional test circuit for the verification of rated making and breaking capacities of contactors	65
APPENDIX E — Method of presenting a load diagram	67
APPENDIX F — Test equipment and circuits for showering arc test	73

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60158-2:1982

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE DE COMMANDE À BASSE TENSION

Deuxième partie: Contacteurs à semi-conducteurs (contacteurs statiques)

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 17B: Appareillage à basse tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Un premier projet fut examiné lors de la réunion tenue à Moscou en 1977. Un deuxième projet fut diffusé aux Comités nationaux, remplacé ultérieurement par un troisième projet diffusé suivant la Procédure Accélérée en juin 1978; à la suite de quoi, un quatrième projet, document 17B(Bureau Central)106, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mai 1979.

Des modifications, document 17B(Bureau Central)115, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mars 1981.

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

Afrique du Sud (République d')	Egypte	République Démocratique
Allemagne	Espagne	Allemande
Argentine	États-Unis d'Amérique	Roumanie
Australie	Finlande	Royaume-Uni
Autriche	France	Suède
Belgique	Hongrie	Suisse
Bulgarie	Israël	Turquie
Chine	Italie	Union des Républiques
Danemark	Japon	Socialistes Soviétiques
	Pays-Bas	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 60-2: Techniques des essais à haute tension, Deuxième partie: Modalités d'essais.
- 65: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- 144: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.
- 147-0: Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semi-conducteurs et principes généraux des méthodes de mesure, Partie zéro: Généralités et terminologie.
- 158-1: Appareillage de commande à basse tension, Première partie: Contacteurs. Comportement des Compléments A et B.
- 664: Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.
- 664A: Premier complément.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 2: Semiconductor contactors (solid state contactors)

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 17B: Low-voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and Controlgear.

A first draft was discussed at the meeting held in Moscow in 1977. A second draft was circulated to the National Committees, and replaced later on by a third draft circulated under the Accelerated Procedure in June 1978; as a result of which a fourth draft, Document 17B(Central Office)106, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1979.

Amendments, Document 17B(Central Office)115, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	France	South Africa (Republic of)
Australia	German Democratic Republic	Spain
Austria	Germany	Sweden
Belgium	Hungary	Switzerland
Bulgaria	Israel	Turkey
China	Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Denmark	Japan	United Kingdom
Egypt	Netherlands	United States of America
Finland	Romania	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 60-2: High-voltage Test Techniques, Part 2: Test Procedures.
- 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.
- 144: Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.
- 147-0: Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods, Part 0: General and Terminology.
- 158-1: Low-voltage Controlgear, Part 1: Contactors. Including Supplements A and B.
- 664: Insulation Co-ordination within Low-voltage Systems including Clearances and Creepage Distances for Equipment.
- 664A: First Supplement.

APPAREILLAGE DE COMMANDE À BASSE TENSION

Deuxième partie: Contacteurs à semi-conducteurs (contacteurs statiques)

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente norme est applicable aux contacteurs à semi-conducteurs destinés à effectuer des manœuvres électriques en changeant l'état des circuits électriques, les faisant passer de l'état passant à l'état bloqué.

Cette norme complète la Publication 158-1 de la CEI: Appareillage de commande à basse tension, Première partie: Contacteurs (comprenant les Compléments A et B) qui reste toujours applicable, pourvu qu'elle ne soit pas modifiée par la présente norme.

Elle n'est applicable qu'aux contacteurs à semi-conducteurs dont le circuit principal est destiné à être relié à des circuits dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Notes 1. — Les contacteurs à semi-conducteurs concernés par cette norme ne sont pas destinés à assurer la protection du circuit principal contre les courts-circuits mais peuvent contenir des dispositifs de protection des éléments à semi-conducteurs contre les courts-circuits.

2. — Les démarreurs de moteurs à semi-conducteurs seront traités dans une publication ultérieure.

La présente norme s'applique également aux contacteurs à semi-conducteurs hybrides, qui font également partie du domaine d'application de la Publication 158-1 de la CEI pour leur partie électromagnétique.

1.2 *Objet*

Voir Publication 158-1 de la CEI*.

2. Définitions

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente norme.

2.1 *Définitions relatives aux contacteurs et aux contacteurs à semi-conducteurs*

2.1.1 *Appareil de connexion à semi-conducteurs*

Appareil de connexion conçu pour établir le courant dans un circuit électrique en commandant la conductibilité d'un semi-conducteur.

Note. — Dans un circuit où le courant passe par la valeur zéro (de façon périodique ou autre), le fait de ne pas établir le courant après passage par cette valeur zéro équivaut à couper le courant.

2.1.2 *Appareil mécanique de connexion*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

* Chaque fois qu'il est fait référence à la Publication 158-1 de la CEI, l'article portant le même numéro est applicable, éventuellement modifié par le texte qui suit, sous réserve de remplacer le mot « contacteur » par « contacteur à semi-conducteurs ».

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 2: Semiconductor contactors (solid state contactors)

1. General

1.1 Scope

This standard applies to semiconductor contactors intended for performing electrical operations by changing the state of electric circuits between on state and off state.

This standard is additional to IEC Publication 158-1: Low-voltage Controlgear, Part 1: Contactors (including Supplements A and B) which is applicable, provided it is not amended by this standard.

It applies only to semiconductor contactors, the main circuit of which is intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

Notes 1. — Semiconductor contactors dealt with in this standard are not intended to provide short-circuit protection of the main circuit, but may contain short-circuit protective devices for semiconductor parts.

2. — Semiconductor motor-starters will be dealt with in a later publication.

This standard applies also to hybrid semiconductor contactors, which are also covered by the scope of IEC Publication 158-1 as concerns their electromagnetic part.

1.2 Object

See IEC Publication 158-1*.

2. Definitions

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

2.1 Definitions concerning contactors and semiconductor contactors

2.1.1 Semiconductor switching device

A switching device designed to make the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor.

Note. — In a circuit where the current passes through zero (alternately or otherwise), the effect of “not making” the current following such a zero value is equivalent to breaking the current.

2.1.2 Mechanical switching device

See IEC Publication 158-1.

* Whenever reference is made to IEC Publication 158-1, the clause with the same clause number applies, in some instances modified by the text which follows, it being understood that the word “contactor” shall be replaced by “semiconductor contactor”.

2.1.3 *Appareillage de commande*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.4 *Contacteur (mécanique)*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.5 *Semi-conducteur* (paragraphe 0-1.1 de la Publication 147-0 de la CEI*)

Matériau dont la résistivité est normalement comprise entre celle des métaux et celle des isolants, et dont la concentration de porteurs de charge électrique croît avec la température dans une certaine plage de températures.

2.1.6 *Contacteur à semi-conducteurs*

Dispositif qui remplit la fonction d'un contacteur en utilisant un appareil de connexion à semi-conducteurs.

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

2.1.7 *Contacteur à semi-conducteurs hybride*

Dispositif qui assure la fonction d'un contacteur en utilisant une combinaison de semi-conducteurs et de dispositifs mécaniques, et dans lequel la fonction de commutation est assurée par un dispositif à semi-conducteurs et la fonction de passage du courant par un dispositif mécanique.

2.1.8 (Disponible)

2.1.9 (Disponible)

2.1.10 *Circuit principal (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

Ensemble des pièces conductrices d'un contacteur à semi-conducteurs insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de commander.

2.1.11 *Pôle d'un contacteur*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.12 (Disponible)

2.1.13 *Courant coupé (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

Terme général employé pour désigner la valeur du courant dans un pôle de contacteur à semi-conducteurs:

- a) en courant alternatif, valeur efficace du courant immédiatement avant le passage de l'état passant à l'état bloqué;
- b) en courant continu, valeur du courant juste avant le début du blocage.

* Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semi-conducteurs et principes généraux des méthodes de mesure, Partie zéro: Généralités et terminologie.

2.1.3 *Controlgear*

See IEC Publication 158-1.

2.1.4 *Contactor (mechanical)*

See IEC Publication 158-1.

2.1.5 *Semiconductor* (Sub-clause 0-1.1 of IEC Publication 147-0*)

A material with resistivity usually in the range between metals and insulators, in which the electrical charge carrier concentration increases with increasing temperature over a certain temperature range.

2.1.6 *Semiconductor contactor*

A device which performs the function of a contactor by utilizing a semiconductor switching device.

Note. — A semiconductor contactor may also contain mechanical switching devices.

2.1.7 *Hybrid semiconductor contactor*

A device which performs the function of a contactor by utilizing a combination of semiconductor and mechanical devices with the switching duty performed by a semiconductor device while the current-carrying duty is taken care of by a mechanical device.

2.1.8 (Vacant)

2.1.9 (Vacant)

2.1.10 *Main circuit (of a semiconductor contactor)*

All the conductive parts of a semiconductor contactor included in the circuit it is designed to control.

2.1.11 *Pole of a contactor*

See IEC Publication 158-1.

2.1.12 (Vacant)

2.1.13 *Breaking current (of a semiconductor contactor)*

A general term used to designate the value of current in a pole of a semiconductor contactor:

- a) for a.c., the r.m.s. value of the current immediately before the change from the “on-state” to the “off-state”;
- b) for d.c., the value of the current just before the turn-off is initiated.

* Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods, Part 0: General and Terminology.

2.1.14 *Pouvoir de coupure (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

En courant alternatif, valeur efficace du courant coupé maximal d'un contacteur à semi-conducteurs qui cesse de passer lorsque la commande de conduction est retirée et, en courant continu, le courant maximal susceptible d'être interrompu lorsque le signal de blocage est appliqué et le signal de conduction retiré, à une valeur de tension déterminée, dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

2.1.15 *Pouvoir de fermeture*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.16 *Tension de rétablissement*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.16.1 *Tension transitoire de rétablissement*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.16.2 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.17 *Courant de courte durée admissible*

Courant qu'un contacteur à semi-conducteurs peut supporter dans l'état passant pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

2.1.18 *Surintensité*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.19 *Surcharge*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.20 *Partie conductrice*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.21 *Distance d'isolement*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.21.1 *Distance d'isolement entre pôles*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.21.2 *Distance d'isolement à la terre*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.21.3 (Disponible)

2.1.22 *Ligne de fuite*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.14 *Breaking capacity (of a semiconductor contactor)*

For a.c., the r.m.s. value of the maximum breaking current of a semiconductor contactor which will cease to flow when the control initiating the “on-state” is removed and for d.c., the maximum current that can be turned off when the “turn off” signal is applied and the “turn on” signal is removed, at a stated value of voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.15 *Making capacity*

See IEC Publication 158-1.

2.1.16 *Recovery voltage*

See IEC Publication 158-1.

2.1.16.1 *Transient recovery voltage*

See IEC Publication 158-1.

2.1.16.2 *Power-frequency recovery voltage*

See IEC Publication 158-1.

2.1.17 *Short-time withstand current*

The current that a semiconductor contactor can carry in the on-state during a specified short-time under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.18 *Over-current*

See IEC Publication 158-1.

2.1.19 *Overload*

See IEC Publication 158-1.

2.1.20 *Conductive part*

See IEC Publication 158-1.

2.1.21 *Clearance*

See IEC Publication 158-1.

2.1.21.1 *Clearance between poles*

See IEC Publication 158-1.

2.1.21.2 *Clearance to earth*

See IEC Publication 158-1.

2.1.21.3 (Vacant)

2.1.22 *Creepage distance*

See IEC Publication 158-1.

2.1.23 *Partie conductrice accessible (masse)*

Partie conductrice, susceptible d'être touchée directement, qui n'est pas sous tension en service normal mais qui peut le devenir en cas de défaut.

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

2.1.24 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.1.25 *Courant maximal d'un demi-cycle à l'état passant*

Valeur de crête du courant que peut supporter un contacteur à semi-conducteurs à l'état passant pendant une durée égale à celle d'un demi-cycle de la tension d'alimentation sans perdre la capacité de fonctionnement pour laquelle il est prévu.

2.1.26 *Courant de fuite I_L à l'état bloqué*

Courant maximal que laisse passer le circuit principal d'un contacteur à semi-conducteurs à l'état bloqué.

2.1.27 *Courant minimal de charge*

Courant minimal de fonctionnement du circuit principal nécessaire au fonctionnement correct d'un contacteur à semi-conducteurs à l'état passant.

Note. — Il est recommandé d'indiquer la valeur efficace du courant minimal de charge.

2.2 *Définitions relatives aux états, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un contacteur à semi-conducteurs*

2.2.1 *Etat inactif*

Etat d'un contacteur à semi-conducteurs en l'absence de tout signal de commande.

2.2.2 *Circuit de commande (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

Ensemble des pièces conductrices (conducteurs, résistances, condensateurs, bobines, diodes, etc.) d'un contacteur à semi-conducteurs destinées à être insérées dans un circuit (autre que le circuit principal) utilisé pour provoquer les manœuvres d'établissement et de coupure d'un contacteur à semi-conducteurs.

2.2.3 *(Disponible)*

2.2.4 *Circuit auxiliaire*

Ensemble des parties conductrices (conducteurs, résistances, condensateurs, contacts, diodes, etc.) d'un contacteur à semi-conducteurs destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande du contacteur à semi-conducteurs.

Note. — Certains circuits auxiliaires répondent à des prescriptions supplémentaires concernant, par exemple, la signalisation, le verrouillage, le refroidissement, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

2.2.5 *Contact auxiliaire*

Contact inséré dans un circuit auxiliaire d'un contacteur à semi-conducteurs et manœuvré par le contacteur.

2.1.23 *Exposed conductive part*

A conductive part which can be touched readily and which normally is not live, but which may become live under fault conditions.

Note. — Typical exposed conductive parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

2.1.24 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 158-1.

2.1.25 *Maximum on-state current for one-half a cycle*

The peak value of the current which a semiconductor contactor can carry in the on-state for half a cycle of the supply voltage without losing its ability to perform as intended.

2.1.26 *Off-state leakage current I_L*

The maximum current which flows through the main circuit of a semiconductor contactor in the off-state.

2.1.27 *Minimum load current*

The minimum operational current in the main circuit which is necessary for correct action of a semiconductor contactor in the on-state.

Note. — The minimum load current should be given as r.m.s. value.

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

2.2.1 *Inactive state*

The condition of a semiconductor contactor without any control signal.

2.2.2 *Control circuit (of a semiconductor contactor)*

All the conductive parts (conductors, resistors, capacitors, coils, diodes, etc.) of a semiconductor contactor intended to be included in a circuit (other than the main circuit) used to initiate the making and breaking operation of the semiconductor contactor.

2.2.3 *(Vacant)*

2.2.4 *Auxiliary circuit*

All the conductive parts (conductors, resistors, capacitors, contacts, diodes, etc.) of a semiconductor contactor intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the semiconductor contactor.

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

2.2.5 *Auxiliary contact*

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

2.2.6 (Disponible)

2.2.7 (Disponible)

2.2.8 *Etat passant*

Etat d'un contacteur à semi-conducteurs lorsque le courant de conduction peut passer par son circuit principal.

2.2.9 *Etat bloqué*

Etat d'un contacteur à semi-conducteurs lorsque aucun signal de commande n'est appliqué et qu'aucun courant de valeur supérieure à celle du courant de fuite I_L à l'état bloqué ne passe par son circuit principal.

Note. — Lorsqu'ils sont à l'état bloqué, les contacteurs à semi-conducteurs ne peuvent pas présenter de séparation des contacts dans le circuit principal. En conséquence, le circuit principal du côté aval doit être considéré comme étant sous tension.

2.2.10 *Manœuvre (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

Passage de l'état passant à l'état bloqué ou l'inverse.

2.2.11 *Cycle de manœuvres (d'un contacteur à semi-conducteurs)*

Suite de manœuvres d'un état à l'autre avec retour au premier état.

Note. — Une suite de manœuvres ne formant pas un cycle de manœuvres est appelée série de manœuvres (ou série d'opérations).

2.2.12 *Manœuvre d'établissement*

Manœuvre par laquelle on fait passer le contacteur à semi-conducteurs de l'état bloqué à l'état passant.

2.2.13 *Manœuvre de coupure*

Manœuvre par laquelle on fait passer le contacteur à semi-conducteurs de l'état passant à l'état bloqué.

3. Classification

3.1 (Disponible)

3.2 Suivant leur système de refroidissement, les contacteurs à semi-conducteurs peuvent être classés en différentes catégories, par exemple ventilation naturelle, ventilation forcée, refroidissement par liquide. Le système de refroidissement est considéré comme faisant partie de l'appareil.

3.3 Suivant le degré de protection procuré par l'enveloppe. Tous les détails sont donnés dans la Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

4. Caractéristiques des contacteurs à semi-conducteurs

4.1 *Enumération des caractéristiques*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

2.2.6 (Vacant)

2.2.7 (Vacant)

2.2.8 *ON-state*

The condition of a semiconductor contactor when the conduction current can flow through its main circuit.

2.2.9 *OFF-state*

The condition of a semiconductor contactor when no control signal is applied and no current exceeding the OFF-state leakage current I_L flows through the main circuit.

Note. — Semiconductor contactors may not provide in the OFF-state a contact gap in the main circuit. Therefore, the main circuit on the load side shall be considered to be live.

2.2.10 *Operation (of a semiconductor contactor)*

The transition from the ON-state to the OFF-state or the reverse.

2.2.11 *Operating cycle (of a semiconductor contactor)*

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

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

2.2.12 *Making operation*

An operation by which the semiconductor contactor is brought from the OFF-state to the ON-state.

2.2.13 *Breaking operation*

An operation by which the semiconductor contactor is brought from the ON-state to the OFF-state.

3. Classification

3.1 (Vacant)

3.2 According to the cooling system, semiconductor contactors can be divided into different groups, for example natural cooling, forced air cooling, liquid cooling. The cooling system is considered as a part of the device.

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

4. Characteristics of semiconductor contactors

4.1 *Summary of characteristics*

See IEC Publication 158-1.

4.2 *Type du contacteur à semi-conducteurs*

Il est nécessaire d'indiquer:

4.2.1 *Nombre de pôles*

4.2.2 *Nature du courant*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

4.2.3 (Disponible)

4.2.4 (Disponible)

4.3 *Valeurs assignées*

Les valeurs assignées relatives à un contacteur à semi-conducteurs doivent être indiquées conformément aux paragraphes 4.3.1 à 4.3.8, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs assignées énumérées.

4.3.1 *Tensions assignées*

Un contacteur à semi-conducteurs est défini par les tensions assignées suivantes:

4.3.1.1 *Tensions d'emploi assignées*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

4.3.1.2 *Tension d'isolement assignée*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

4.3.2 *Courants assignés*

Un contacteur à semi-conducteurs est défini par les courants assignés suivants:

4.3.2.1 *Courant thermique conventionnel assigné*

Voir Publication 158-1B de la CEI.

4.3.2.2 *Courant thermique assigné sous enveloppe*

Voir Publication 158-1B de la CEI.

4.3.2.3 *Courants d'emploi assignés ou puissances d'emploi assignées*

Voir Publication 158-1B de la CEI.

4.3.3 *Fréquence assignée*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

4.3.4 *Service assigné*

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants:

4.2 *Type of semiconductor contactor*

The following shall be stated:

4.2.1 *Number of poles*

4.2.2 *Kind of current*

See IEC Publication 158-1.

4.2.3 (Vacant)

4.2.4 (Vacant)

4.3 *Rated values*

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

4.3.1 *Rated voltages*

A semiconductor contactor is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 *Rated operational voltages*

See IEC Publication 158-1.

4.3.1.2 *Rated insulation voltage*

See IEC Publication 158-1.

4.3.2 *Rated currents*

A semiconductor contactor is defined by the following rated currents:

4.3.2.1 *Rated conventional thermal current*

See IEC Publication 158-1B.

4.3.2.2 *Rated enclosed thermal current*

See IEC Publication 158-1B.

4.3.2.3 *Rated operational currents or rated operational powers*

See IEC Publication 158-1B.

4.3.3 *Rated frequency*

See IEC Publication 158-1.

4.3.4 *Rated duty*

The rated duties considered as normal are as follows:

4.3.4.1 *Service de 8 h*

Service dans lequel le contacteur à semi-conducteurs demeure en l'état passant, tout en étant parcouru par un courant constant, pendant une durée assez longue pour qu'il puisse atteindre l'équilibre thermique mais ne dépassant pas 8 h sans interruption.

Note. — Ce service est le service de base d'après lequel le courant thermique assigné de l'appareil est déterminé.

4.3.4.2 *Service ininterrompu*

Service dans lequel le contacteur à semi-conducteurs demeure en l'état passant tout en étant parcouru par un courant constant, pendant des durées supérieures à 8 h (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — En ce qui concerne les contacteurs à semi-conducteurs, la différence entre le service ininterrompu et le service de 8 h peut être négligeable. Il peut être tenu compte du service ininterrompu soit par l'adoption d'un facteur de déclassement, soit par des réalisations spéciales.

4.3.4.3 *Service intermittent périodique ou service intermittent*

Service dans lequel le contacteur à semi-conducteurs demeure en l'état passant pendant des durées ayant une relation définie par rapport aux durées pendant lesquelles ils ne sont parcourus par aucun courant, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au contacteur à semi-conducteurs d'atteindre l'équilibre thermique.

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

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

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

Note. — Si ce service comporte un facteur de marche variable en vue de faire varier la valeur effective d'une quantité réglée par le contacteur à semi-conducteurs (la température d'un four par exemple), il est aussi appelé «réglage multicycle» (voir les normes de la CEI relatives aux gradateurs à thyristors pour courant alternatif) (à l'étude), et n'est pas couvert par la présente norme.

Classes de service intermittent

Suivant le nombre de cycles de manœuvres (voir paragraphe 2.2.11) qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les contacteurs à semi-conducteurs sont répartis entre les diverses classes suivantes:

- Classe 0,03: jusqu'à 3 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,1: jusqu'à 12 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 0,3: jusqu'à 30 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 1: jusqu'à 120 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 3: jusqu'à 300 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 10: jusqu'à 1 200 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 30: jusqu'à 3 000 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 100: jusqu'à 12 000 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 300: jusqu'à 30 000 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 1 000: jusqu'à 120 000 cycles de manœuvres par heure;
- Classe 3 000: jusqu'à 300 000 cycles de manœuvres par heure.

Pour un service intermittent comportant un grand nombre de cycles de manœuvres par heure, le constructeur doit indiquer les valeurs des courants d'emploi assignés, soit en utilisant

4.3.4.1 *Eight-hour duty*

Duty in which the semiconductor contactor remains in the on-state while carrying a steady current long enough to reach thermal equilibrium but for not more than 8 h without interruption.

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

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

Duty in which the semiconductor contactor remains in the on-state while carrying a steady current without interruption for periods of more than 8 h (weeks, months or even years).

Note. — For semiconductor contactors, the difference between uninterrupted duty and 8 h duty may be negligible. Uninterrupted duty can be taken account of either by a derating factor, or by special design considerations.

4.3.4.3 *Intermittent periodic duty or intermittent duty*

Duty in which the semiconductor contactor remains in the on-state for periods bearing a definite relation to the no-load periods, both periods being too short to allow the semiconductor contactor to reach a thermal equilibrium.

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

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

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

Note. — If this duty is applied with a variable on-load factor in order to vary the effective value of a quantity controlled by the semiconductor contactor (e.g. the temperature of an oven), it is also called "multicycle control" (see IEC standards for thyristor a.c. power controllers) (under consideration), and is not covered by this standard.

Classes of intermittent duty

According to the number of operating cycles (see Sub-clause 2.2.11) which they shall be capable of carrying out per hour, semiconductor contactors are divided into the following classes:

- Class 0.03: up to 3 operating cycles per hour;
- Class 0.1: up to 12 operating cycles per hour;
- Class 0.3: up to 30 operating cycles per hour;
- Class 1: up to 120 operating cycles per hour;
- Class 3: up to 300 operating cycles per hour;
- Class 10: up to 1 200 operating cycles per hour;
- Class 30: up to 3 000 operating cycles per hour;
- Class 100: up to 12 000 operating cycles per hour;
- Class 300: up to 30 000 operating cycles per hour;
- Class 1 000: up to 120 000 operating cycles per hour;
- Class 3 000: up to 300 000 operating cycles per hour.

For intermittent duty with a large number of operating cycles per hour, the manufacturer shall indicate the values of the rated operational currents, either in terms of the true cycle if this

le cycle réel si celui-ci est connu, soit en utilisant des cycles conventionnels qu'il indiquera, soit sous forme d'un diagramme de charge.

Note. — L'annexe E montre la méthode préférentielle de présentation d'un diagramme de charge.

4.3.4.4 *Service temporaire*

Service dans lequel le contacteur à semi-conducteurs demeure en l'état passant pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour permettre au contacteur à semi-conducteurs d'atteindre l'équilibre thermique, les périodes de passage de courant étant séparées par des périodes sans courant d'une durée suffisante pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu refroidissant.

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

4.3.5 *Pouvoirs de fermeture et de coupure*

Un contacteur à semi-conducteurs est défini par ses pouvoirs de fermeture et ses pouvoirs de coupure, conformément aux catégories d'emploi du tableau II (voir paragraphe 4.3.6).

4.3.5.1 *Pouvoir de fermeture assigné*

Le pouvoir de fermeture assigné d'un contacteur à semi-conducteurs est une valeur de courant en régime établi que le contacteur à semi-conducteurs peut établir sans changement excessif de ses caractéristiques correspondantes, dans des conditions de fermeture spécifiées.

Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont:

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

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

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

Notes 1. — En courant alternatif, la valeur de crête du courant pendant les premières demi-périodes qui suivent la fermeture du contacteur à semi-conducteurs 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 à semi-conducteurs 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.

2. — Lors de l'exécution de l'essai, la valeur de di/dt spécifiée par le constructeur ne devrait pas être dépassée.

Le pouvoir de fermeture assigné n'est valable que si le contacteur à semi-conducteurs est manœuvré dans les conditions prescrites au paragraphe 7.5.

4.3.5.2 *Pouvoir de coupure assigné*

Le pouvoir de coupure assigné d'un contacteur à semi-conducteurs est une valeur de courant que le contacteur à semi-conducteurs peut couper sans changement excessif de ses caractéristiques dans des conditions de coupure spécifiées sous la tension d'emploi assignée.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont:

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

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

is known, or in terms of conventional cycles designated by him, or in the form of a load diagram.

Note. — Appendix E shows the preferred method of presenting a load diagram.

4.3.4.4 *Temporary duty*

Duty in which the semiconductor contactor remains in the on-state for periods of time insufficient to allow the semiconductor contactor to reach thermal equilibrium, the current-carrying periods being separated by no-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

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

4.3.5 *Making and breaking capacities*

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

4.3.5.1 *Rated making capacity*

The rated making capacity of a semiconductor contactor is a value of current determined under steady-state conditions which the semiconductor contactor can make without undue change of its relevant characteristics, under specified making conditions.

The making conditions which shall be specified are:

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

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

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

Notes 1. — For a.c., the peak value of the current during the first half-cycles following closing of the semiconductor contactor may be appreciably greater than the peak value of the current under steady-state conditions used in the definition of making capacity, depending on the power-factor of the circuit and the instant on the voltage wave when closing occurs.

A semiconductor contactor shall be capable of making 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.

2. — In performing the test, the value of di/dt specified by the manufacturer should not be exceeded.

The rated making capacity is only valid when the semiconductor contactor is operated in accordance with the requirements of Sub-clause 7.5.

4.3.5.2 *Rated breaking capacity*

The rated breaking capacity of a semiconductor contactor is a value of current which the semiconductor contactor can break without undue change of its characteristics, under specified breaking conditions at the rated operational voltage.

The breaking conditions which shall be specified are:

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

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

Un contacteur à semi-conducteurs doit être capable de couper n'importe quelle valeur de courant de charge jusqu'à son pouvoir de coupure assigné le plus élevé, conformément au paragraphe 4.3.6.

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

Cette caractéristique assignée s'applique lorsque la température de démarrage du contacteur à semi-conducteurs est à la température d'équilibre thermique correspondant au courant d'emploi assigné, à la température ambiante maximale spécifiée au paragraphe 6.1.1.

4.3.5.3 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Voir Publication 158-1B de la CEI.

4.3.6 Catégorie d'emploi

Voir Publication 158-1 de la CEI.

TABLEAU I
Catégories d'emploi

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

4.3.7 (Disponible)

4.3.8 Endurance

Un contacteur à semi-conducteurs est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge correspondant aux conditions de service du tableau III, à une fréquence de manœuvres et un facteur de charge déterminés qu'il est susceptible d'effectuer sans réparation ni remplacement et aussi sans avarie ni changement des caractéristiques de fonctionnement correspondantes.

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

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

This rating applies when the starting temperature of the semiconductor contactor is at the thermal equilibrium temperature corresponding to the rated operational current, at the maximum ambient temperature specified in Sub-clause 6.1.1.

4.3.5.3 Ability to withstand overload currents

See IEC Publication 158-1B.

4.3.6 Utilization category

See IEC Publication 158-1.

TABLE I
Utilization category

Category		Typical applications
A.C.	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces. Slip-ring motors: Starting, plugging ¹⁾ . Squirrel-cage motors: Starting, switching off motors during running. Squirrel-cage motors: Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .
	AC-2	
	AC-3	
	AC-4	
D.C.	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces. Shunt motors: Starting, switching off motors during running. Shunt motors: Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ . Series-motors: Starting, switching off motors during running. Series-motors: Starting, plugging ¹⁾ , inching ²⁾ .
	DC-2	
	DC-3	
	DC-4	
	DC-5	

1) By plugging, is understood stopping or reversing the motor rapidly by reversing motor primary connections while the motor is running.

2) By inching (jogging), is understood energizing a motor once or repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism.

Note. — The application of semiconductor contactors to the switching of capacitors, tungsten filament lamps, or d.c. circuits, with very low inductance should be subject to special agreement between manufacturer and user.

4.3.7 (Vacant)

4.3.8 Endurance

A semiconductor contactor is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in Table III, at a stated frequency of operation and on-load factor, which can be made without repair or replacement and also without failure or change in its relevant operating characteristics.

TABLEAU II

Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés (voir paragraphe 8.2.4)
Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi ¹⁾

	Catégorie	Valeur du courant d'emploi assigné	Conditions d'essai		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$ ²⁾
Courant alternatif	AC-1	(Toutes valeurs)	1,5	1,1	0,95
	AC-2	(Toutes valeurs)	4	1,1	0,65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	10	1,1	0,65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	10	1,1	0,35
	AC-4	$I_e > 100 \text{ A}$	8 ³⁾	1,1	0,35
		$I_e \leq 17 \text{ A}$	12	1,1	0,65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	12	1,1	0,35
		$I_e > 100 \text{ A}$	10 ⁵⁾	1,1	0,35
Courant continu	DC-1	(Toutes valeurs)	4	1,1	2,5
	DC-2 } (moteurs	(Toutes valeurs)	4	1,1	2,5
	DC-3 } shunt)	(Toutes valeurs)	4	1,1	15
	DC-4 } (moteurs	(Toutes valeurs)	4	1,1	15
	DC-5 } série)	(Toutes valeurs)	4	1,1	15
I_e = courant d'emploi assigné (voir paragraphe 4.3.2.3) U_e = tension d'emploi assignée (voir paragraphe 4.3.1.1) I = courant d'essai U = tension avant établissement (approximativement égale à la tension de rétablissement U_r) U_r = tension de rétablissement ¹⁾ En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée (voir paragraphe 4.3.5.1, note 1). ²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$. ³⁾ Avec un minimum de 1 000 A pour I ou I_e. ⁴⁾ (Disponible). ⁵⁾ Avec un minimum de 1 200 A pour I. ⁶⁾ Tolérance sur L/R: $\pm 15\%$.					

Le constructeur doit préciser le nombre de cycles de manœuvres en charge; cependant, en raison des propriétés physiques des contacteurs à semi-conducteurs et de leurs circuits de commande, cette valeur peut être donnée sous forme d'indication et non d'un simple nombre, par exemple « Endurance supérieure à 20 millions de cycles de manœuvres ».

4.3.9 Aptitude à supporter les influences électriques externes

Le fonctionnement et l'endurance des contacteurs à semi-conducteurs peuvent être influencés par des phénomènes électriques transitoires aussi bien dans les circuits de commande que dans les circuits principaux.

Les facteurs d'influence peuvent être classifiés en destructifs ou non destructifs. Le phénomène transitoire destructif (tension ou courant) cause des dommages irréversibles au

TABLE II

*Verification of rated making and breaking capacities (see Sub-clause 8.2.4)
Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories ¹⁾*

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

I_e = rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.3)
 U_e = rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1)
 I = test current
 U = voltage before make (approximately equal to recovery voltage U_r)
 U_r = recovery voltage
¹⁾ For 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 1).
²⁾ Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 .
³⁾ With a minimum of 1 000 A for I or I_e .
⁴⁾ (Vacant).
⁵⁾ With a minimum of 1 200 A for I .
⁶⁾ Tolerance for L/R : $\pm 15\%$.

The manufacturer shall state the number of on-load operating cycles; however, due to the physical properties of semiconductor contactors and of their control circuits, this value may be given as a guide instead of a single figure, for example "Endurance in excess of 20 million operating cycles".

4.3.9 Ability to withstand external electrical influences

The operation and endurance of semiconductor contactors can be influenced by electrical transients in both the control and main circuits.

The influencing factors may be classified as either destructive or non-destructive. The destructive transient (voltage or current) causes irreversible damage to the semiconductor

TABLEAU III

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

	Catégorie	Valeur du courant d'emploi assigné	Conditions d'essai		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi^{2)}$
Courant alternatif	AC-1	(Toutes valeurs)	1	1	0,95
	AC-2	(Toutes valeurs)	2,5	1	0,65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65
	AC-4	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35
		$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65
		$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35
Courant continu	DC-1	(Toutes valeurs)	1	1	1
	DC-2	(Toutes valeurs)	2,5	1	2
	DC-3	(Toutes valeurs)	2,5	1	2
	DC-4	(Toutes valeurs)	2,5	1	7,5
	DC-5	(Toutes valeurs)	2,5	1	7,5
I_e = courant d'emploi assigné (voir paragraphe 4.3.2.3) U_e = tension d'emploi assignée (voir paragraphe 4.3.1.1) I = courant d'essai U = tension avant établissement U_r = tension de rétablissement ¹⁾ En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée (voir paragraphe 4.3.5.1, note 1). ²⁾ Tolérance sur $\cos \varphi$: $\pm 0,05$. ³⁾ Tolérance sur L/R : $\pm 15\%$.					

contacteur à semi-conducteurs. La tension transitoire non destructive peut causer un défaut de fonctionnement, le contacteur recouvrant son fonctionnement normal après la disparition du phénomène transitoire.

La sensibilité du contacteur à des tensions transitoires dépend de la valeur de crête de ces tensions, de la durée du front et de la durée totale de l'onde de tension, de l'énergie qu'elle contient et du mode de couplage.

Etant donné que le contacteur à semi-conducteurs contient aussi bien des éléments actifs que des éléments passifs, il présente une sensibilité complexe aux influences transitoires. Il a donc été jugé pratique de déterminer, en soumettant les contacteurs à des essais de type selon le paragraphe 8.2.9, le degré d'aptitude des contacteurs à semi-conducteurs à supporter les phénomènes électriques transitoires qui se produisent dans les environnements industriels.

Dans les configurations où peuvent se produire des surtensions transitoires d'amplitude ou de durée supérieure à celle qui est prévue dans les essais du paragraphe 8.2.9, l'utilisateur a la responsabilité de fournir une protection supplémentaire contre les surtensions.

TABLE III

Verification of the number of on-load operating cycles
Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories ¹⁾

	Category	Value of the rated operational current	Test conditions		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi^{2)}$
A.C.	AC-1	(All values)	1	1	0.95
	AC-2	(All values)	2.5	1	0.65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0.65
	{	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0.35
		$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0.65
		$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0.35
D.C.	DC-1	(All values)	1	1	1
	DC-2	(All values)	2.5	1	2
	DC-3	(All values)	2.5	1	2
	DC-4	(All values)	2.5	1	7.5
	DC-5	(All values)	2.5	1	7.5
	I_e = rated operational current (see Sub-clause 4.3.2.3) U_e = rated operational voltage (see Sub-clause 4.3.1.1) I = test current U = voltage before make U_r = recovery voltage ¹⁾ For 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 1). ²⁾ Tolerance for $\cos \varphi$: ± 0.05 . ³⁾ Tolerance for L/R : $\pm 15\%$.				

contactor. The non-destructive transient voltage may cause a malfunction with the contactor returning to normal operation after the transient has occurred.

Susceptibility of the contactor to transient voltages depends upon the peak value of the transient, the wave-shape front time and duration, its energy content and the mode of coupling.

Since the semiconductor contactor contains both active and passive elements, it has complex susceptibility to transient influences. It has been found practicable therefore to determine the withstandability of semiconductor contactors to electrical transients found in industrial control environments by subjecting the contactors to type tests according to Sub-clause 8.2.9.

In locations where transient overvoltages of greater magnitude or duration than those foreseen in the tests of Sub-clause 8.2.9 may occur, it is the responsibility of the user to provide additional surge protection.

Note. — Les essais de type, définis au paragraphe 8.2.9, sont destinés à déterminer la capacité du contacteur à semi-conducteurs à supporter les influences électriques externes. Toutefois, lors de l'installation du contacteur à semi-conducteurs, il convient de prendre des précautions pour réduire au minimum les influences transitoires externes dans les circuits de commande externe. Par exemple, il conviendrait de séparer les circuits de commande des circuits principaux. Lorsqu'il est prévu un couplage serré avec d'autres circuits de commande, des conducteurs à paires torsadées ou sous écran devraient être utilisés dans les circuits de commande.

4.4 Circuits de commande

Les caractéristiques des circuits de commande sont:

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

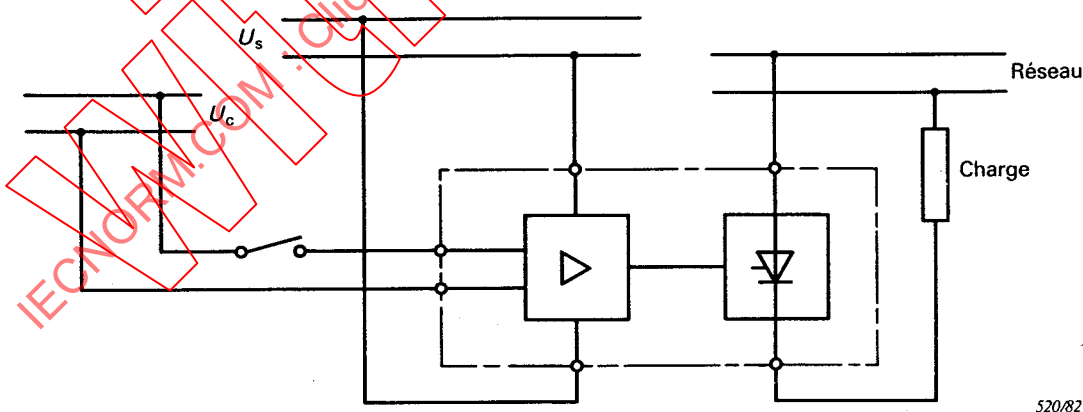
Notes 1. — Une distinction a été faite, ci-dessus, entre la tension des circuits de commande, qui est la tension qui apparaîtrait à circuit ouvert entre les bornes d'entrée de la commande ou qui serait appliquée aux bornes d'entrée de la commande pour exécuter la fonction de commande, et la tension d'alimentation de commande, qui est la tension appliquée aux bornes d'entrée des circuits de commande du contacteur à semi-conducteurs et qui peut être différente de la tension des circuits de commande en raison de la présence d'appareils incorporés tels que transformateurs, redresseurs, résistances, etc.

2. — La source de tension de commande peut être interne ou externe.

La tension assignée des circuits de commande et la fréquence assignée, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques d'isolement des circuits de commande.

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

Les figures 1 et 2 donnent la signification de U_c et de U_s .



U_s = tension externe d'alimentation de commande (s'il y a lieu)

U_c = tension externe des circuits de commande

FIGURE 1

Note. — The type tests, according to Sub-clause 8.2.9, are intended to determine the ability of the semiconductor contactor to withstand external electrical influences. However, when installing the semiconductor contactor, precautions should be taken to minimize transient external influences in the external control circuits. For example, control circuits should be kept separated from main circuits. Where close coupling with other control circuits is anticipated, twisted pairs or shielded control circuit conductors should be used.

4.4 Control circuits

The characteristics of control circuits are:

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

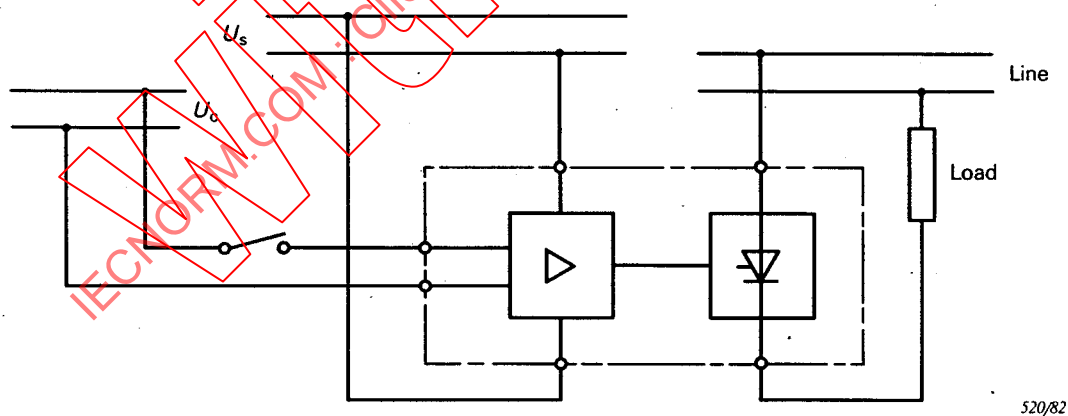
Notes 1. — A distinction has been made above between the control circuit voltage, which is the voltage which would appear across the open control input terminals or which should be applied to the control input terminals for carrying out the control function, and the control supply voltage, which is the voltage applied to the supply terminals of the control circuits of the semiconductor contactor and may be different from the control circuit voltage, due to the presence of built-in transformers, rectifiers, resistors, etc.

2. — The source of control voltage may be internal or external.

The rated control circuit voltage and rated frequency, if any, are the values on which the insulation characteristics of the control circuits are based.

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

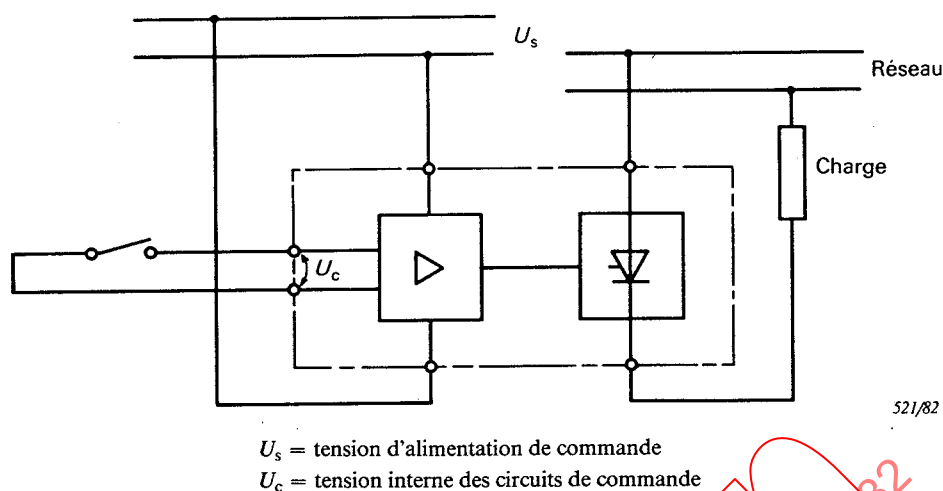
Figures 1 and 2 show the meaning of U_c and U_s .



U_s = external control supply voltage (if any)

U_c = external control circuit voltage

FIGURE 1



Note. — La tension d'alimentation de commande U_s peut provenir d'une source externe ou interne.

FIGURE 2

Si la tension assignée des circuits de commande est différente de celle du circuit principal, il convient de choisir sa valeur, de préférence d'après les valeurs du tableau IV.

TABLEAU IV

Valeurs préférentielles de la tension assignée des circuits de commande (U_c) et de la tension d'alimentation de commande assignée (U_s) si elles sont différentes de celles du circuit principal

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

Note. — Il convient que le constructeur soit en mesure d'indiquer la valeur ou les valeurs des impédances présentées à la source ou aux sources extérieure(s) du signal de commande.

4.4.1 (Disponible)

4.4.2 (Disponible)

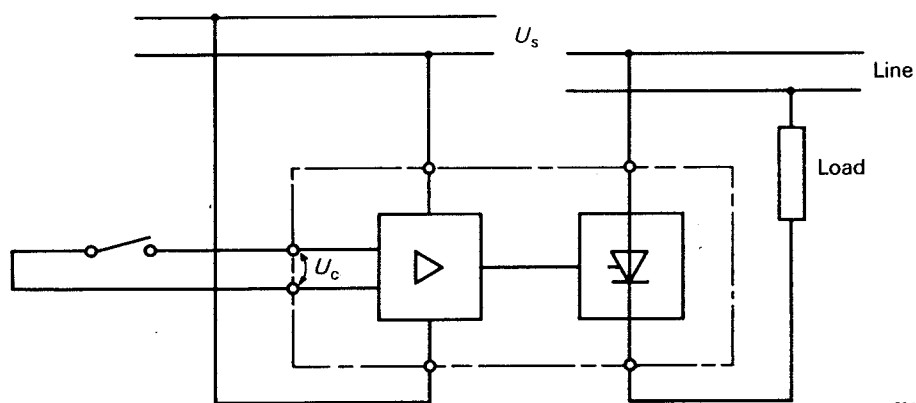
4.5 Circuits auxiliaires

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont:

- le nombre des circuits;
- la nature des éléments de connexion (contacts de fermeture, contacts d'ouverture, transistor, etc.);
- pour chacun des circuits:
 - la tension assignée;
 - la fréquence assignée, s'il y a lieu;
 - le courant assigné;
 - le pouvoir de coupure assigné des contacts, s'il y a lieu.

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

A l'étude.



U_s = control supply voltage

U_c = internal control circuit voltage

Note. — Control supply voltage U_s may be taken from either an external or internal source.

FIGURE 2

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

TABLE IV

Preferred values of the rated control circuit voltage (U_c) and of the rated control supply voltage (U_s) if different from that of the main circuit

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

Note. — The manufacturer should be prepared to state the value or values of the input impedances presented to the external control signal source or sources.

4.4.1 (Vacant)

4.4.2 (Vacant)

4.5 Auxiliary circuits

The characteristics of auxiliary circuits are:

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

4.6 Co-ordination with short-circuit protective devices

Under consideration.

Note. — La coordination des contacteurs à semi-conducteurs avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits demande une étude particulière. Il est recommandé qu'une telle étude englobe la protection nécessaire pour limiter le courant de court-circuit à une valeur n'excédant pas la valeur limite du courant de surcharge accidentelle non répétitif du contacteur à semi-conducteurs pour une demi-période ou la valeur limite minimale de claquage du contacteur à semi-conducteurs (détérioration du boîtier).

5. Plaques signalétiques

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

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) les tensions d'emploi assignées (voir paragraphe 4.3.1.1);
- d) la catégorie d'emploi et les courants d'emploi assignés (ou les puissances assignées), aux tensions d'emploi assignées du contacteur à semi-conducteurs (voir paragraphe 4.3.2.3);
- e) soit la valeur de la fréquence assignée, par exemple ~ 50 Hz, soit l'indication « courant continu » (ou le symbole $==$);
- f) si elles sont différentes de celles de U_c , la nature du courant, la fréquence assignée et la tension d'alimentation de commande assignée (U_s).

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

- g) la tension d'isolement assignée (voir paragraphe 4.3.1.2);
- h) le courant thermique conventionnel assigné (voir paragraphe 4.3.2.1);
- i) les pouvoirs de fermeture et de coupure assignés. Ces indications peuvent être remplacées, s'il y a lieu, par l'indication de la catégorie d'emploi (voir tableaux I et II);
- j) le service assigné avec l'indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir paragraphe 4.3.4);
- k) la tension assignée des circuits de commande (U_c) (nature et fréquence dans le cas du courant alternatif);
- l) le courant maximal de fuite à l'état bloqué dans le circuit principal sous la tension assignée et la fréquence assignée;
- m) le dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) recommandé;
- n) les informations sur les pertes de puissance et le système de refroidissement;
- o) le courant minimal de charge assigné (voir paragraphe 2.1.27).

Note. — Si l'espace disponible sur la plaque signalétique est insuffisant pour porter toutes les indications ci-dessus, il convient que le contacteur à semi-conducteurs porte au moins les renseignements aux points a) et b) permettant de retrouver les indications complètes chez le constructeur.

6. Conditions normales de fonctionnement en service

6.1 Conditions normales de service

Les contacteurs à semi-conducteurs répondant à la présente norme doivent être capables de fonctionner dans les conditions normales suivantes.

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

6.1.1 Température de l'air ambiant

Voir Publication 158-1 de la CEI.

6.1.2 Altitude

Voir Publication 158-1 de la CEI.

Note. — Co-ordination of semiconductor contactors with short-circuit protective devices requires special consideration. Such consideration should include the protection required to limit the short-circuit current to not more than the non-recurring half-cycle surge current rating of the semiconductor contactor or the minimum rupture (case damage) rating of the semiconductor contactor.

5. Nameplates

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

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational voltages (see Sub-clause 4.3.1.1);
- d) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltages of the semiconductor contactor (see Sub-clause 4.3.2.3);
- e) either value of the rated frequency, e.g. ~ 50 Hz or the indication "d.c." (or the symbol ---);
- f) if different from U_c , nature of current, rated frequency and rated control supply voltage (U_s).

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

- g) rated insulation voltage (see Sub-clause 4.3.1.2);
- h) rated conventional thermal current (see Sub-clause 4.3.2.1);
- i) rated making and breaking capacities. These indications may be replaced, if applicable, by the indication of the utilization category (see Tables I and II);
- j) rated duty with the indication of the class of intermittent duty, if any (see Sub-clause 4.3.4);
- k) rated control circuit voltage (U_c) (nature and frequency if a.c.);
- l) maximum off-state leakage current in the main circuit at rated voltage and rated frequency;
- m) recommended short-circuit protective device (SCPD);
- n) information concerning power losses and cooling system;
- o) minimum load current (see Sub-clause 2.1.27).

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

6. Standard conditions for operation in service

6.1 Normal service conditions

Semiconductor contactors complying with this standard shall be capable of operating under the following standard conditions.

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

6.1.1 Ambient air temperature

See IEC Publication 158-1.

6.1.2 Altitude

See IEC Publication 158-1.

6.1.3 *Conditions atmosphériques*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

6.1.4 *Conditions d'installation*

Le contacteur à semi-conducteurs est installé suivant les indications du constructeur.

Si une distance de sectionnement est exigée dans le circuit principal, elle devra être obtenue au moyen d'un appareil de connexion distinct (voir paragraphe 2.2.9).

7. *Conditions normales de construction*

7.1 *Réalisation mécanique*

7.1.1 *Généralités*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.1.2 *Distances d'isolement et lignes de fuite*

A l'étude. Voir aussi les Publications 664* et 664A** de la CEI.

7.1.3 *Bornes*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.1.3.1 *Disposition des bornes*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.1.3.2 *Borne de terre*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.2 *Enveloppes*

7.2.1 *Degrés de protection des enveloppes*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.2.2 *Dispositions constructives*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.2.3 *Isolement*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.3 *Echauffement*

7.3.1 *Résultats à obtenir*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.3.2 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

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

** Premier complément.

6.1.3 *Atmospheric conditions*

See IEC Publication 158-1.

6.1.4 *Conditions of installation*

The semiconductor contactor is installed in accordance with the manufacturer's instructions.

Where an isolating distance is required in the main circuit, this shall be provided by a separate switching device (see Sub-clause 2.2.9).

7. **Standard conditions for construction**

7.1 *Mechanical design*

7.1.1 *General*

See IEC Publication 158-1.

7.1.2 *Clearances and creepage distances*

Under consideration. See also IEC Publications 664* and 664A**

7.1.3 *Terminals*

See IEC Publication 158-1.

7.1.3.1 *Arrangement of terminals*

See IEC Publication 158-1.

7.1.3.2 *Earth terminal*

See IEC Publication 158-1.

7.2 *Enclosures*

7.2.1 *Degrees of protection of enclosures*

See IEC Publication 158-1.

7.2.2 *Mechanical details*

See IEC Publication 158-1.

7.2.3 *Insulation*

See IEC Publication 158-1.

7.3 *Temperature rise*

7.3.1 *Results to be obtained*

See IEC Publication 158-1.

7.3.2 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 158-1.

* Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment.

** First supplement.

TABLEAU IV

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature du matériau Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au couple thermoélectrique) (K)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires):	
— en cuivre { service ininterrompu	45
{ service de 8 h, service intermittent }	65
ou service temporaire	1)
— en argent ou avec plaquettes d'argent	2)
— en tous autres métaux ou métaux frittés	65
Pièces de contact dans l'huile	
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
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 ⁵⁾
Organes de commande manœuvrés à la main:	
— pièces en métal	15
— pièces en matière isolante	25
Composants électroniques	7)
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 pur, cela implique une température totale n'excédant pas + 75 °C. ⁴⁾ Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes. ⁵⁾ La limite d'échauffement de 70 K est une valeur basée sur l'essai conventionnel du paragraphe 8.2.2.2. Un contacteur utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition sont différents de ceux adoptés pour l'essai; une limite différente d'échauffement des bornes peut en résulter et elle peut être demandée ou acceptée. ⁶⁾ (Disponible). ⁷⁾ Voir Publication 65 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.	

7.3.3 Circuit principal

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.3.4 Composants électroniques du circuit principal et des circuits de commande

Le circuit principal étant parcouru par du courant, en service de 8 h aussi bien qu'à l'état bloqué, les températures des surfaces des composants électroniques ne doivent pas excéder en régime continu et à la fréquence assignée, s'il y a lieu, les valeurs limites résultant du tableau IV.

Note. — Le paragraphe 7.3.4 de la Publication 158-1 de la CEI s'applique au dispositif électromagnétique des contacteurs hybrides.

TABLE IV

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature- rise limit (measured by thermocouple) (K)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
— copper { uninterrupted duty	45
{ eight-hour, intermittent, or temporary duty	65
— silver or silver-faced	1)
— all other metals or sintered metals	2)
Contact parts in oil	65
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
Terminals for external insulated connections	70 ⁵⁾
Manual operating means:	
— parts of metal	15
— parts of insulating material	25
Electronic components	7)
¹⁾ Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. ²⁾ To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. ³⁾ The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired. For pure copper, this implies a total temperature not exceeding +75 °C. ⁴⁾ Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials. ⁵⁾ The temperature-rise limit of 70 K is a value based on the conventional test of Sub-clause 8.2.2.2. A contactor used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and it may be required or accepted. ⁶⁾ (Vacant). ⁷⁾ See IEC Publication 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.	

7.3.3 Main circuit

See IEC Publication 158-1.

7.3.4 Electronic components in main and control circuits

With current flowing through the main circuit according to the 8 h duty as well as in the off-state, the surface temperatures of electronic components shall not exceed under continuous load and at rated frequency, if applicable, the limiting values referred to in Table IV.

Note. — Sub-clause 7.3.4 of IEC Publication 158-1 applies to the electromagnetic device of hybrid contactors.

7.3.5 Circuits auxiliaires

Voir Publication 158-1 de la CEI.

7.4 Qualités diélectriques

Voir Publication 158-1 de la CEI.

Note. — Il est recommandé de court-circuiter les semi-conducteurs durant l'essai pour éviter de les endommager. Les tensions entre phase et charge sont limitées aux valeurs assignées pour les semi-conducteurs.

7.5 Limites de fonctionnement

Sauf indication contraire, les contacteurs à semi-conducteurs doivent fonctionner pour toute tension d'alimentation de commande comprise entre 85% et 110% de sa valeur assignée U_s pour une température de l'air ambiant comprise entre -5 °C et $+40\text{ °C}$. Ces limites s'appliquent au courant continu ou au courant alternatif, suivant le cas.

Le contacteur à semi-conducteurs ne doit pas fonctionner à des tensions d'alimentation de commande inférieures à 30% de la tension d'alimentation de commande assignée U_s .

Les valeurs spécifiées ci-dessus sont applicables lorsque le circuit de commande des contacteurs à semi-conducteurs est froid ou à toute température inférieure ou égale à la valeur maximale atteinte dans les conditions de service assignées, aux tensions maximales assignées du circuit principal et du circuit de commande.

Les limites de fonctionnement des parties mécaniques d'un contacteur à semi-conducteurs hybride (voir note du paragraphe 2.1.6) sont données dans la Publication 158-1 de la CEI.

8. Essais

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.1 Vérification des caractéristiques des contacteurs à semi-conducteurs

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.1.1 Essais de type

Ceux-ci sont constitués par:

- a) la vérification des limites d'échauffement (voir paragraphe 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (voir paragraphe 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés (voir paragraphe 8.2.4);
- d) (disponible);
- e) la vérification des limites de fonctionnement (voir paragraphe 8.2.6);
- f) (disponible);
- g) la vérification de l'aptitude à supporter les courants de surcharge (voir paragraphe 8.2.8);
- h) la vérification de l'aptitude à supporter les influences électriques externes (voir paragraphe 8.2.9).

8.1.2 Essais individuels

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.1.3 Essais spéciaux

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

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

7.3.5 *Auxiliary circuits*

See IEC Publication 158-1.

7.4 *Dielectric properties*

See IEC Publication 158-1.

Note. — The semiconductors should be short-circuited during the test to prevent damage.
Line-to-load voltages are limited to the ratings specified for the semiconductors.

7.5 *Limiting values of operation*

Unless otherwise stated, semiconductor contactors shall operate with any control supply voltage between 85% and 110% of its rated value U_s at an ambient air temperature between $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. These limits apply to d.c. or a.c. as the case may be.

The semiconductor contactor shall not operate at control supply voltages lower than 30% of the rated control supply voltage U_s .

These values specified above are applicable when the control circuit of the contactor is cold or at any temperature up to the maximum attained under the rated duties, at maximum rated main and control circuit voltages.

The limiting values of operation of the mechanical parts of a hybrid semiconductor contactor (see note of Sub-clause 2.1.6) are given in IEC Publication 158-1.

8. Tests

See IEC Publication 158-1.

8.1 *Verification of the characteristics of semiconductor contactors*

See IEC Publication 158-1.

8.1.1 *Type tests*

They comprise:

- a) verification of temperature-rise limits (see Sub-clause 8.2.2);
- b) verification of dielectric properties (see Sub-clause 8.2.3);
- c) verification of rated making and breaking capacities (see Sub-clause 8.2.4);
- d) (vacant);
- e) verification of operating limits (see Sub-clause 8.2.6);
- f) (vacant);
- g) verification of ability to withstand overload currents (see Sub-clause 8.2.8);
- h) verification of ability to withstand external electrical influences (see Sub-clause 8.2.9).

8.1.2 *Routine tests*

See IEC Publication 158-1.

8.1.3 *Special tests*

These are tests subjected to agreement between manufacturer and user.

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

8.2 *Essais de type*

8.2.1 *Généralités*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.2 *Vérification des limites d'échauffement*

8.2.2.1 *Température de l'air ambiant*

Voir Publication 158-1B de la CEI.

8.2.2.2 *Essais d'échauffement du circuit principal*

Voir Publication 158-1B de la CEI, à l'exception du point *b)* (pour toutes les valeurs du courant d'essai), à modifier comme suit :

« Dans le cas d'un contacteur à semi-conducteurs multipolaire, l'essai est effectué avec un courant ayant le même nombre de phases que le contacteur, tous les pôles étant reliés comme dans les conditions normales d'emploi. »

8.2.2.3 *Essais d'échauffement des circuits de commande*

Les circuits de commande doivent être essayés dans les conditions indiquées au paragraphe 7.3.4, avec la nature spécifiée du courant d'alimentation et à leur tension assignée aussi bien à l'état passant qu'à l'état bloqué.

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

Les circuits de commande 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 K par heure.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux V et VI de la Publication 158-1 de la CEI.

8.2.2.4 *Essais d'échauffement des circuits auxiliaires*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.2.5 *Mesure de la température des organes*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.2.6 *Echauffement d'un organe*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.2.7 *Corrections*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.3 *Vérification des qualités diélectriques*

8.2.3.1 *Etat du contacteur pour les essais*

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2 *Type tests*

8.2.1 *General*

See IEC Publication 158-1.

8.2.2 *Verification of temperature-rise limits*

8.2.2.1 *Ambient air temperature*

See IEC Publication 158-1B.

8.2.2.2 *Temperature-rise tests of the main circuit*

See IEC Publication 158-1B, except Item *b*) (for all values of test current), which is to be amended as follows:

“In the case of a multipole semiconductor contactor, the test is carried out with a current having the same number of phases as the contactor, all poles being connected as in normal service conditions.”

8.2.2.3 *Temperature-rise tests of control circuits*

The control circuits shall be tested according to the conditions given in Sub-clause 7.3.4, with the specified kind of supply current and at their rated voltage in the on-state as well as in the off-state.

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

Control circuits 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 K per hour.

At the end of these tests, the temperature rise of the different parts of the control circuits shall not exceed the values specified in Tables V and VI of IEC Publication 158-1.

8.2.2.4 *Temperature-rise tests of auxiliary circuits*

See IEC Publication 158-1.

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

See IEC Publication 158-1.

8.2.2.6 *Temperature rise of a part*

See IEC Publication 158-1.

8.2.2.7 *Corrections*

See IEC Publication 158-1.

8.2.3 *Verification of dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the contactor for tests*

See IEC Publication 158-1.

8.2.3.2 Application de la tension d'essai

Note. — En ce qui concerne les modalités d'application, on trouvera des indications dans la Publication 60-2 de la CEI: Techniques des essais à haute tension, Deuxième partie: Modalités d'essais, en particulier au paragraphe 5.1: Essais de tension de tenue assignée, dont le premier alinéa est rédigé comme suit:

« La tension devra être appliquée à l'objet en essai à partir d'une valeur suffisamment basse pour éviter tout effet de surtension dû aux phénomènes transitoires d'enclenchement. Elle devra croître assez lentement pour permettre une lecture précise des instruments, mais sans qu'il en résulte pour autant une prolongation inutile de la contrainte de l'objet en essai au voisinage de la tension d'essai. Ces spécifications sont généralement remplies lorsque la rapidité de montée en tension au-dessus de 75 % de sa valeur finale estimée est d'environ 2 % de cette valeur par seconde. Elle devra être maintenue pendant le temps spécifié puis diminuée. Les exigences de l'essai sont en général satisfaites si aucune décharge disruptive ne se produit sur l'objet en essai. »

8.2.3.2a) Circuit principal

Pour ces essais, tout circuit de commande et tout circuit auxiliaire qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- 1) 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.

8.2.3.2b) Circuits de commande et circuits auxiliaires

Voir Publication 158-1 de la CEI.

Note. — La connexion à la terre des circuits de commande et des circuits auxiliaires peut être supprimée pendant l'essai.

8.2.3.3 Valeur de la tension d'essai

A l'étude.

8.2.4 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés

8.2.4.1 Généralités

Les essais relatifs à la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur ont pour but de vérifier que le contacteur est apte à établir et à couper les courants figurant au tableau N.

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 norme et doivent faire l'objet d'un accord spécial.

Note. — Si plusieurs catégories d'emploi sont spécifiées, le constructeur et l'utilisateur peuvent 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 qui sont destinées à être utilisées quand le contacteur sera en service. En cas de nécessité, ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et auxiliaires peuvent être alimentés par une source indépendante. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles qui sont spécifiées pour les conditions d'utilisation.

8.2.3.2 *Application of the test voltage*

Note. — Concerning the procedure to be followed, guidance will be found in IEC Publication 60-2: High-voltage Test Techniques, Part 2: Test Procedures and, in particular, in Sub-clause 5.1: Rated withstand voltage tests, the first paragraph of which reads as follows:

“The voltage should be applied to the test object starting at a value sufficiently low to prevent any effect of overvoltage due to switching transients. It should be raised sufficiently slowly to permit accurate reading of the instruments, but not so slowly as to cause unnecessary prolongation of stressing of the test object near to the test voltage. These requirements are in general met if the rate of rise above 75% of the estimated final voltage is about 2% per second of this voltage. It should be maintained for the specified time and then reduced. The requirements of the test are generally satisfied if no disruptive discharge occurs on the test object.”

8.2.3.2a) *Main circuit*

For these tests, any control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- 1) 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.

8.2.3.2b) *Control and auxiliary circuits*

See IEC Publication 158-1.

Note. — A connection of control and auxiliary circuits to earth may be removed for the test.

8.2.3.3 *Value of the test voltage*

Under consideration.

8.2.4 *Verification of rated making and breaking capacities*

8.2.4.1 *General*

The tests concerning the verification of the making and breaking capacities of a contactor are intended to verify that the contactor is capable of making and breaking the currents stated in Table II.

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 standard and shall be the subject of a special agreement.

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

8.2.4.2 *Condition of the contactor for tests*

The contactor under test shall be mounted 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 may be supplied by an independent source. Such a source shall deliver the same kind of current and the same voltage as those specified for service conditions.

Immédiatement avant l'essai, le contacteur doit être conditionné en étant parcouru par son courant d'emploi assigné, à la température ambiante maximale, jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

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

Voir Publication 158-1 de la CEI.

8.2.4.4 *Procédure d'essai*

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

L'essai est effectué avec une température initiale du contacteur à semi-conducteurs égale à la température maximale de l'air ambiant (voir paragraphe 7.5) $\pm 2^{\circ}\text{C}$ et à 110% de la tension d'alimentation de commande assignée.

Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer est de 50.

L'intervalle de temps entre une manœuvre d'ouverture et la manœuvre de fermeture qui la suit immédiatement doit être 10 ± 1 s.

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

La durée du passage du courant d'essai doit être 50% de la durée du cycle correspondant à la classe de service intermittent, avec un maximum de 0,5 s.

8.2.4.5 (Disponible)

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

A la suite des essais effectués dans les limites des pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiés et avec le nombre spécifié de cycles de manœuvres, le contacteur doit être capable de fonctionner dans les limites spécifiées au paragraphe 7.5.

En outre, le courant de fuite à l'état bloqué ne doit pas excéder la valeur maximale indiquée (voir article 5, point I).

8.2.5 (Disponible)

8.2.6 *Vérification des limites de fonctionnement*

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

On doit vérifier que le contacteur fonctionne de façon satisfaisante dans les limites de tension et de température spécifiées au paragraphe 7.5.

8.2.7 (Disponible)

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

A l'étude.

Immediately prior to the test, the contactor shall be conditioned by passing through it the rated operational current until thermal equilibrium is reached, at the maximum ambient temperature.

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

See IEC Publication 158-1.

8.2.4.4 *Test procedure*

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

The test shall be made with the initial temperature of the semiconductor contactor within $\pm 2^\circ\text{C}$ of the maximum ambient air temperature (see Sub-clause 7.5) and at 110% of the rated control supply voltage.

The number of operating cycles to be performed is 50.

The time interval between a breaking operation and the making operation immediately following it shall be 10 ± 1 s.

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

The duration of the test current shall be 50% of the time of the cycle corresponding to the class of intermittent duty with a maximum of 0.5 s.

8.2.4.5 (Vacant)

8.2.4.6 *Condition of the contactor after making and breaking tests*

After tests within the limits of specified making and breaking capacities and with the specified number of operating cycles, the contactor shall be capable of operating within the limits specified in Sub-clause 7.5.

Furthermore, the off-state leakage current shall not exceed the maximum stated value (see Clause 5, Item 1).

8.2.5 (Vacant)

8.2.6 *Verification of operating limits*

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

It shall be verified that the contactor operates satisfactorily within the voltage and temperature limits specified in Sub-clause 7.5.

8.2.7 (Vacant)

8.2.8 *Verification of ability to withstand overload currents*

Under consideration.

8.2.9 *Vérification de l'aptitude à supporter les influences électriques extérieures*

Note. — Tous les essais définis dans ce paragraphe bénéficient de plusieurs années d'expérience; ils se sont révélés susceptibles d'assurer le fonctionnement adéquat des dispositifs à semi-conducteurs.

Différents organes techniques de la CEI étudient les progrès de leur évolution; il sera tenu compte du résultat de ces travaux à un stade ultérieur.

8.2.9.1 *Généralités*

Les essais doivent être effectués à une température de l'air ambiant de $+40^{\circ}\text{C}$ et aux valeurs assignées de tension d'alimentation de commande et de tension d'emploi du circuit principal. Deux types de simulation d'influences électriques externes doivent être insérés dans le circuit du contacteur à semi-conducteurs, comme l'indiquent les circuits d'essais décrits au paragraphe 8.2.9.3.

L'essai n° 1 représente les influences extérieures dues aux parasites transitoires. Une telle perturbation est provoquée par l'interruption de circuits inductifs au moyen de contacts électriques.

L'essai n° 2 représente des influences extérieures dues à des surtensions et il n'est appliqué qu'au circuit principal. Cette perturbation d'une ligne de transport peut résulter d'un choc de manœuvre ou d'un choc de foudre.

8.2.9.2 *Dispositif et circuits d'essais*

8.2.9.2a) *Essai n° 1: Essai de tenue aux parasites transitoires*

Voir l'annexe F pour le dispositif et les circuits d'essais.

8.2.9.2b) *Essai n° 2: Essai de tenue aux surtensions*

L'essai peut être effectué, par exemple, avec le dispositif d'essai montré à la figure 6, page 60.

Un générateur de surtensions transitoires émet des surtensions transitoires vers le contacteur à semi-conducteurs. L'amplitude des surtensions transitoires doit être égale à 1,4 fois la tension de crête de la ligne et leur fréquence doit être d'environ 5 kHz.

Il est recommandé d'appliquer les surtensions transitoires de manière aléatoire par rapport à la fréquence industrielle, avec les durées de fonctionnement suivantes du contacteur:

- a) ouvert: six cycles au minimum;
- b) fermé: 0,25 cycle au minimum.

L'intervalle entre deux surtensions transitoires n'est pas synchronisé avec la tension de la ligne de manière que, pendant la durée de 1 min de l'essai, il existe des surtensions transitoires en chaque point de la courbe relative à cette période (voir figure 6). Il ne doit se produire aucun défaut de fonctionnement soit lorsqu'on passe en position «MARCHE», soit lorsqu'on passe en position «ARRÊT» pendant l'essai.

8.2.9.3 *Modalités d'essai*

8.2.9.3a) *Essai n° 1: Essai de tenue aux parasites transitoires*

L'essai doit être effectué avec le dispositif d'essai décrit à l'annexe F. Les fils du dispositif de raccordement des câbles qui sont utilisés pour insérer le bruit électrique dans le contacteur à semi-conducteurs sont déterminés par l'essai d'étalonnage décrit à l'annexe F.

8.2.9 *Verification of ability to withstand external electrical influences*

Note. — All tests defined in this sub-clause have been experienced for several years; they have shown that they are adequate for ensuring appropriate operation of semiconductor devices.

Further development is dealt with in different technical bodies of the IEC; the result of such work will be taken into account at a later stage.

8.2.9.1 *General*

The tests shall be performed at an ambient air temperature of $+40^{\circ}\text{C}$ and at the rated values of control supply voltage and main circuit operational voltage. Two types of simulated external electrical influences shall be coupled into the circuit of the semiconductor contactor in accordance with test circuits described in Sub-clause 8.2.9.3.

Test 1 simulates external influences due to showering arcs. This is a disturbance which is caused by interruption of inductive circuits by electrical contacts.

Test 2 simulates external influences due to surge voltage and is applied to the main circuit only. This is a power line disturbance which might result from switching or lightning surges.

8.2.9.2 *Test apparatus and circuits*

8.2.9.2a) *Test 1: Showering arc test*

For test apparatus and circuits, see Appendix F.

8.2.9.2b) *Test 2: Surge voltage test*

The test may be conducted, for example, with the test apparatus shown in Figure 6, page 61.

A transient surge voltage generator shall set transients across the semiconductor contactor. The amplitude of the transients shall be equal to 1.4 times the peak line voltage and the frequency of the transients shall be about 5 kHz.

The transients should be applied in a random manner as regards power frequency, with the following operating times of the contactor:

- a) open: six cycles minimum;
- b) closed: 0.25 cycle minimum.

The interval between two transients shall not be synchronized with the frequency of the line voltage, in order that, during the test duration of 1 min, transients be set at about each point of the whole period (see Figure 6). There shall be no malfunction either to turn "ON" or turn "OFF" when subjected to the test.

8.2.9.3 *Test procedures*

8.2.9.3a) *Test 1: Showering arc test*

The test is to be conducted with the test apparatus described in Appendix F. The wires in the cable assembly which are used to couple the electrical noise into the semiconductor contactor are determined by the calibration test described in Appendix F.

L'insertion dans le circuit du contacteur à semi-conducteurs est effectuée en trois essais séparés: dans le circuit de puissance représenté sur la figure 3, page 54, dans le circuit d'entrée de commande représenté sur la figure 4, page 56, et, en cas d'utilisation d'une tension de commande séparée, dans le circuit représenté sur la figure 5, page 58.

Le contacteur à semi-conducteurs doit être relié à sa source de tension assignée au moyen d'une résistance de charge de valeur telle que le courant de charge soit de 1 A lorsque le contacteur est dans l'état passant. Les dispositifs indicateurs sont reliés aux bornes de cette résistance de charge.

Pour l'essai ci-dessus, le générateur de bruit doit être muni d'un éclateur qui produit une tension transitoire de sortie du générateur d'essai égale à 2 000 V (voir annexe F, figures F1 et F4, pages 74 et 78).

Pendant l'essai, le contacteur à semi-conducteurs doit passer successivement au moins dix fois de l'état passant à l'état bloqué.

Il ne doit se produire aucun défaut de fonctionnement soit quand on passe en position «MARCHE», soit quand on passe en position «ARRÊT» comme indiqué par l'indicateur. La durée minimale de l'essai doit être de 10 s.

8.2.9.3b) Essai n° 2: Essai de tenue aux surtensions

L'essai peut être effectué avec le dispositif d'essai branché comme dans la figure 6, page 60, et dont les détails sont montrés à la figure 7, page 62. Un générateur de surtensions transitoires est relié à la ligne principale par les bornes LIGNE 1 et LIGNE 2, au circuit d'essai du contacteur à semi-conducteurs par les bornes CHARGE 1 et CHARGE 2, et à un autotransformateur réglable par les bornes VAR 1 et VAR 2.

La sortie directe du générateur de surtensions transitoires est contrôlée par l'oscilloscope V au moyen de la sonde P comme l'indique la figure 6.

L'insertion dans le circuit du contacteur à semi-conducteurs n'est effectuée que dans le circuit de puissance, selon les indications de la figure 6 par exemple.

Le contacteur à semi-conducteurs doit être relié à sa source de tension assignée au moyen d'une résistance de charge de valeur telle que le courant de charge soit de 1 A lorsque le contacteur est dans l'état passant. Un indicateur est relié aux bornes de cette résistance de charge.

Pour les essais ci-dessus, le générateur de surtensions transitoires doit être réglé par l'autotransformateur réglable pour produire des ondes parasites transitoires dont l'amplitude soit 1,4 fois la tension de crête de la ligne.

Les essais ci-dessus doivent être effectués successivement avec le contacteur à l'état passant et à l'état bloqué et pour chacune des deux positions de l'interrupteur de polarité. Il ne doit se produire aucun défaut de fonctionnement soit quand on passe en position «MARCHE» soit quand on passe en position «ARRÊT» durant l'application des surtensions transitoires de chaque polarité comme l'indique le dispositif indicateur. La durée minimale de chaque essai doit être de 1 min.

8.3 Essais individuels

8.3.1 Généralités

Voir Publication 158-1 de la CEI.

The coupling into the circuit of the semiconductor contactor is made in three separate tests, the power circuit shown in Figure 3, page 55, the control input circuit shown in Figure 4, page 57, and, where a separate control voltage is used, in the circuit shown in Figure 5, page 59.

The semiconductor contactor shall be connected to its rated voltage source through a load resistor of a value to provide 1 A load current when the contactor is in the on-state. Indicating means shall be connected across the load resistor.

For the above test, the noise generator shall be set by means of the spark gap to provide a test generator output transient voltage of 2 000 V (Appendix F, Figures F1 and F4, pages 75 and 79).

During the test, the semiconductor contactor shall be operated successively in the on-state and off-state at regular intervals, at least ten times.

There shall be no malfunction either to turn "ON" or to turn "OFF" as indicated by the indicator. The minimum duration of the test shall be 10 s.

8.2.9.3b) Test 2: Surge voltage test

The test may be conducted with the test apparatus connected as in Figure 6, page 61, and detailed as shown in Figure 7, page 63. A transient surge voltage generator is connected to the main lines at terminals LINE 1 and LINE 2 to the semiconductor contactor test circuit at terminals LOAD 1 and LOAD 2, and to a variable transformer at terminals VAR 1 and VAR 2.

The direct output of the transient generator is monitored by oscilloscope V through probe P as shown in Figure 6.

The coupling into the circuit of the semiconductor contactor is made in the power circuit only, e.g. as shown in Figure 6.

The semiconductor contactor shall be connected to its rated voltage source through a load resistor of a value to provide 1 A load current when the contactor is in the on-state. Indicating means shall be connected across this load resistor.

For the above tests, the transient generator shall be set by means of the variable transformer to produce transients the amplitude of which is 1.4 times the peak line voltage.

The above tests shall be made with the contactor successively in the on-state and the off-state and at both positions of the polarity switch. There shall be no malfunction either to turn "ON" or turn "OFF" when subject to transients of either polarity as indicated by the indicator. Duration of each test shall be 1 min minimum.

8.3 Routine tests

8.3.1 General

See IEC Publication 158-1.

8.3.2 *Essais de fonctionnement*

En ce qui concerne les contacteurs à semi-conducteurs, des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement dans les limites spécifiées au paragraphe 7.5, avec un courant de charge égal à sa valeur minimale (voir paragraphe 2.1.27).

8.3.3 *Essais diélectriques*

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

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

La durée de chaque essai peut être réduite à 1 s.

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

- a) entre les pôles, les bornes de chaque pôle étant reliées entre elles;
- b) entre les pôles et le bâti du contacteur, les bornes de chaque pôle étant reliées entre elles;
- c) aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué au paragraphe 8.2.3.2b).

8.4 *Essais spéciaux*

8.4.1 *Vérification de l'endurance*

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

Les courants à obtenir doivent être ceux qui sont indiqués au tableau III (voir paragraphe 4.3.8). Le circuit d'essai utilisé doit comprendre des réactances et des résistances telles qu'on obtienne les valeurs appropriées de courant, de tension, de facteur de puissance et de constante de temps. Le circuit d'essai doit être constitué comme l'indique l'annexe D. La vitesse de manœuvre doit être choisie par le constructeur.

Après l'essai, le contacteur doit répondre aux conditions de fonctionnement spécifiées au paragraphe 8.2.6 et supporter les tensions d'essais diélectriques figurant au paragraphe 8.2.3.3.

8.3.2 *Operating tests*

For semiconductor contactors, tests are carried out to verify operation within the limits specified in Sub-clause 7.5, with a load current equal to its minimum value (see Sub-clause 2.1.27).

8.3.3 *Dielectric tests*

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

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

The duration of each test may be reduced to 1 s.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles with the terminals of each pole connected together;
- b) between poles and the frame of the contactor with the terminals of each pole connected together;
- c) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in Sub-clause 8.2.3.2b).

8.4 *Special tests*

8.4.1 *Verification of endurance*

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

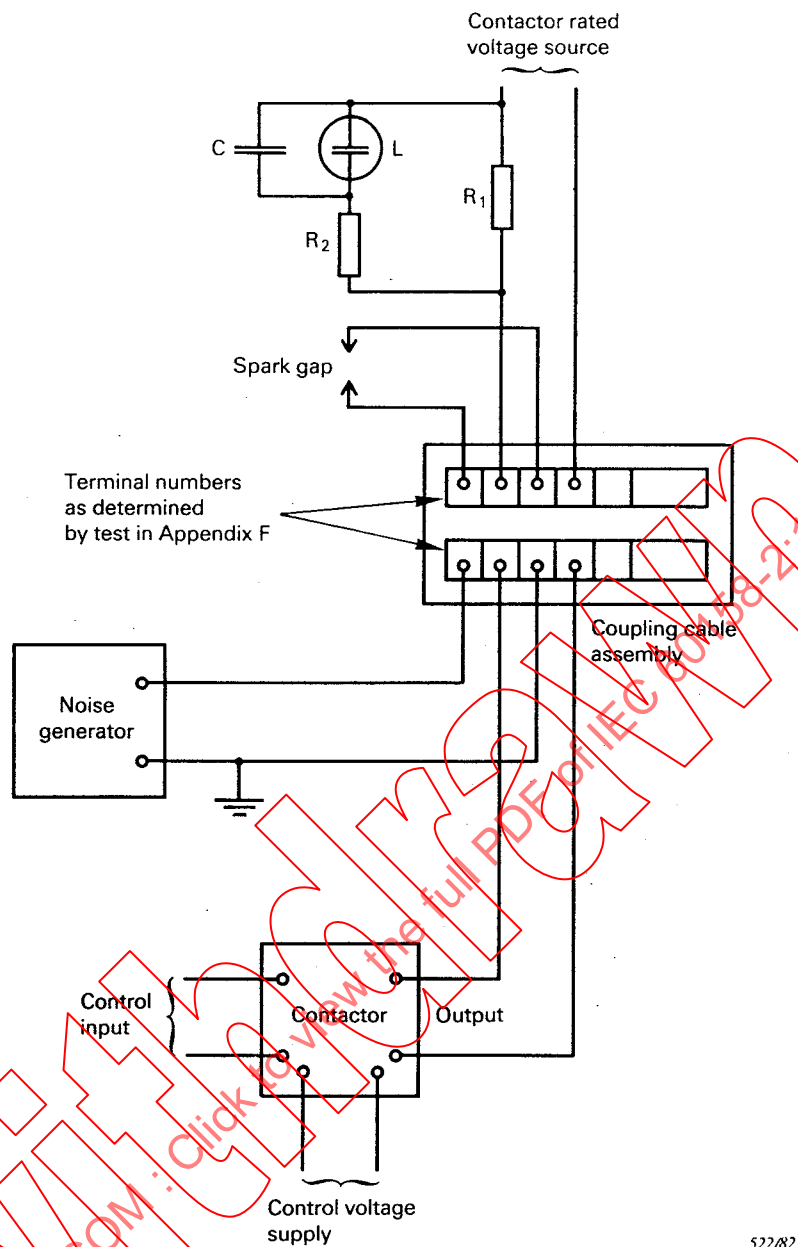
The currents to be obtained shall be as given in Table III (see Sub-clause 4.3.8). The test circuit shall comprise inductors and resistors so arranged as to give the appropriate values of current, voltage, power-factor and time-constant. The test circuit shall be arranged in accordance with Appendix D. The speed of operation shall be chosen by the manufacturer.

After the test, the contactor shall fulfil the operating conditions specified in Sub-clause 8.2.6, and withstand the dielectric test voltages of Sub-clause 8.2.3.3.



Note. — Effectuer la mise à la terre suivant les indications du constructeur.

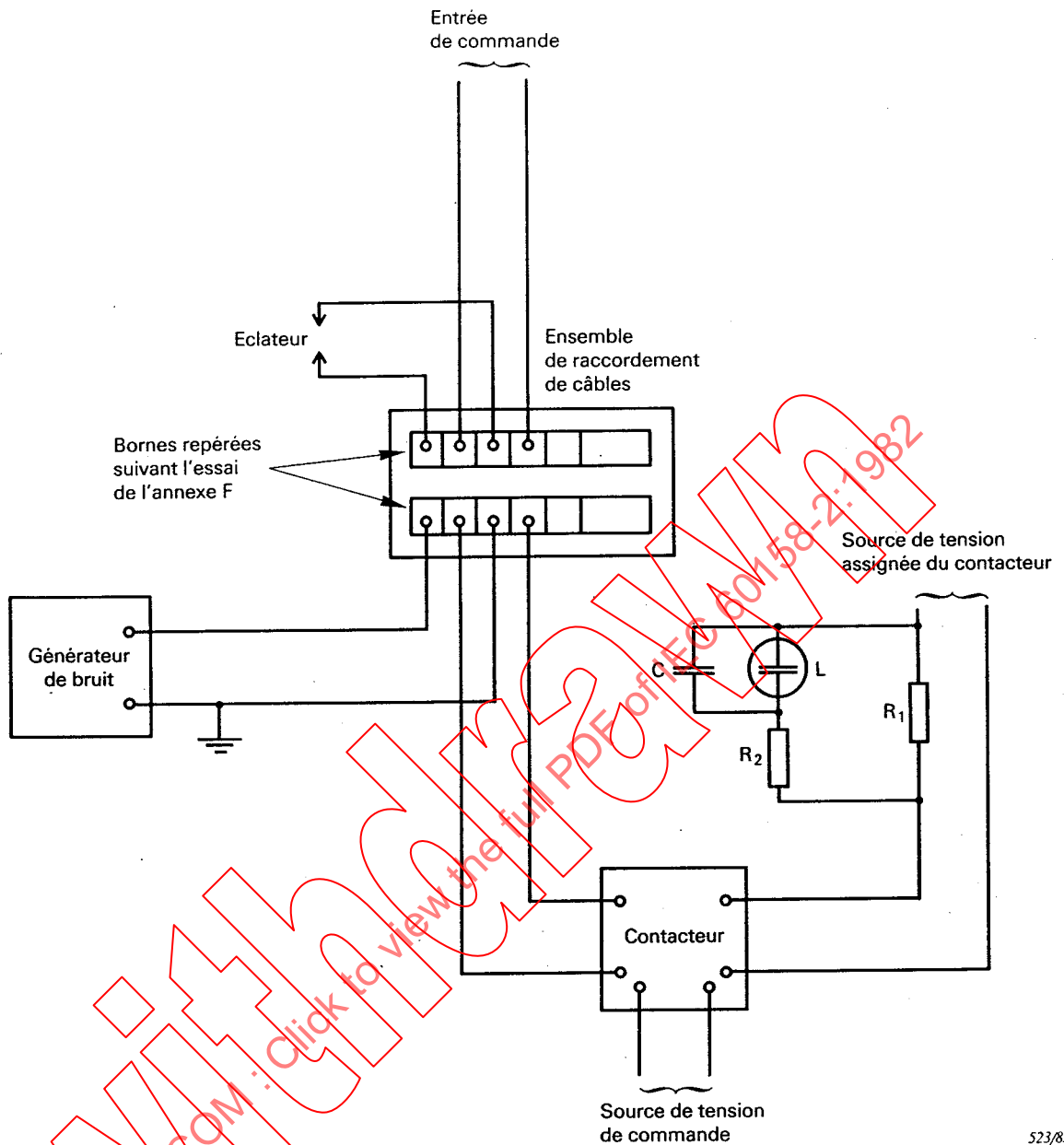
FIG. 3. — Essai de tenue du circuit de sortie aux parasites transitoires.



- R_1 = resistance and power rating to allow 1 A load current
 R_2 = neon lamp protecting resistor
 L = indicator
 C = $68 \pm 20\%$ pF 1 kV ceramic capacitor

Note. — Provide grounding in accordance with manufacturer's specifications.

FIG. 3. — Showering arc test on output circuit.

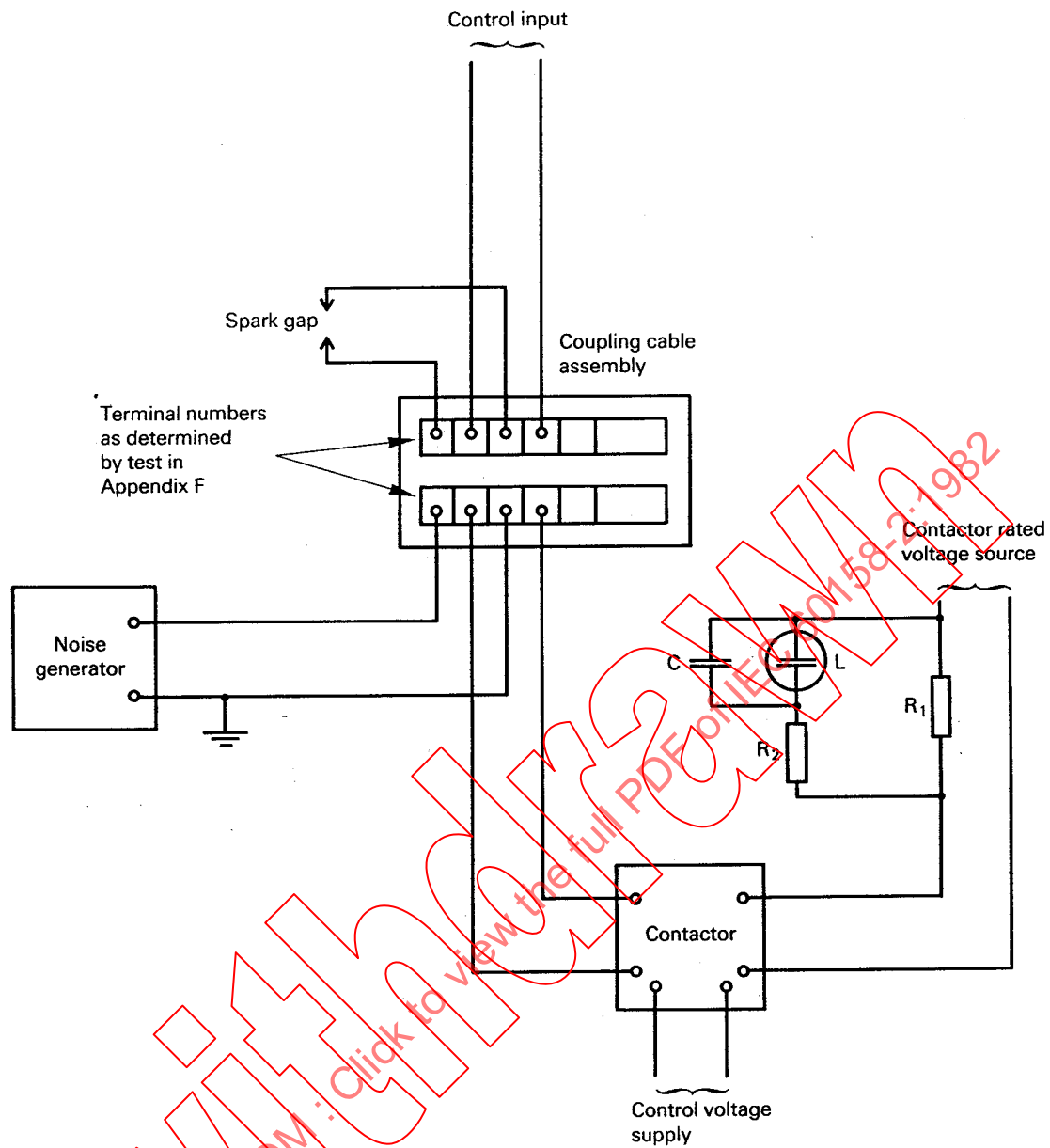


523/82

- R_1 = résistance dimensionnée ajustant le courant de charge à 1 A
 R_2 = résistance de protection de la lampe au néon
 L = indicateur
 C = condensateur en céramique $68 \pm 20\% \text{ pF } 1 \text{ kV}$

Note. — Effectuer la mise à la terre suivant les indications du constructeur.

FIG. 4. — Essai de tenue du circuit d'entrée de commande aux parasites transitoires.

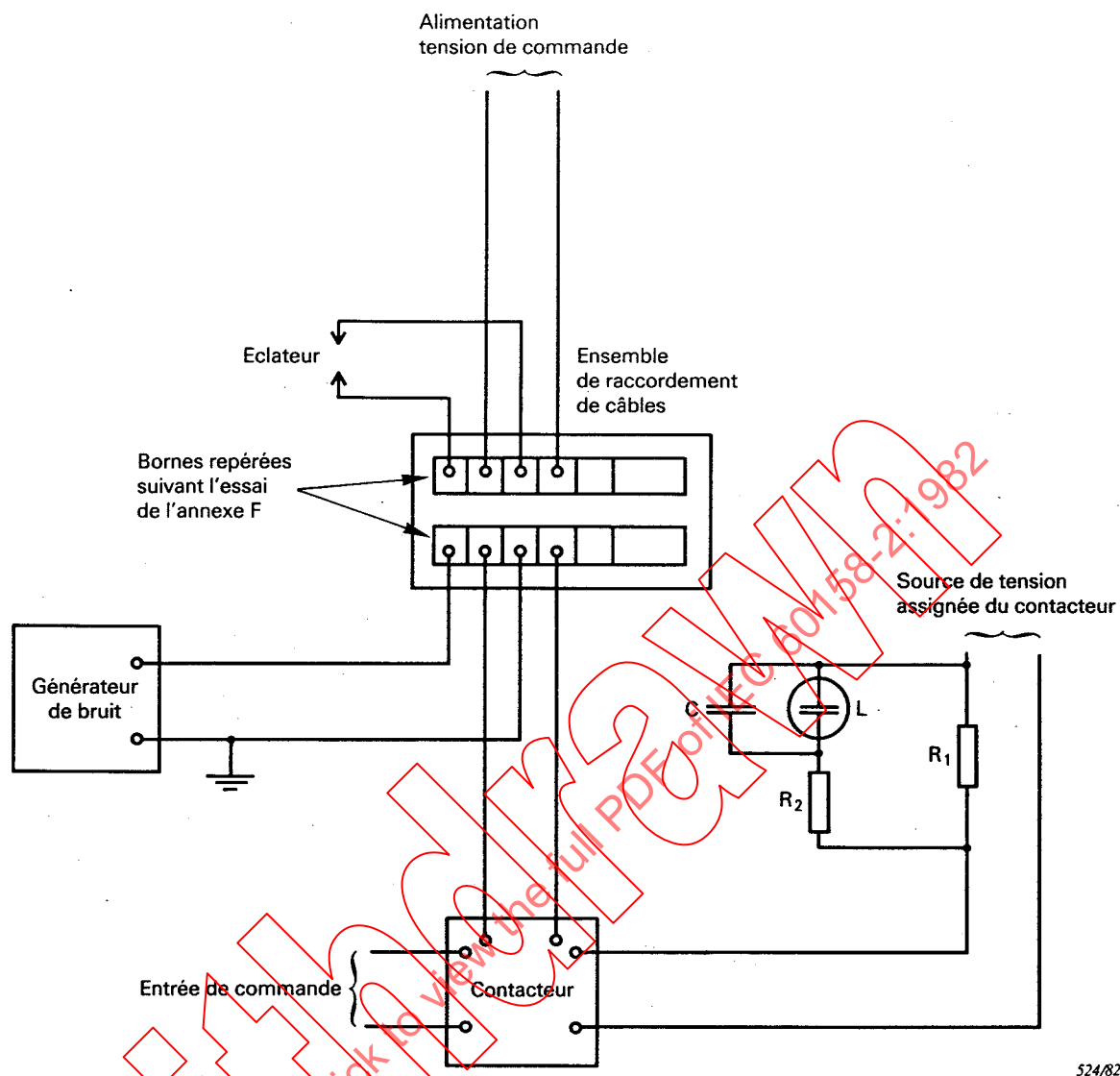


523/82

R₁ = resistance and power rating to allow 1 A load current
 R₂ = neon lamp protecting resistor
 L = indicator
 C = $68 \pm 20\%$ pF 1 kV ceramic capacitor

Note. — Provide grounding in accordance with manufacturer's specifications.

FIG. 4. — Showering arc test on control input circuit.

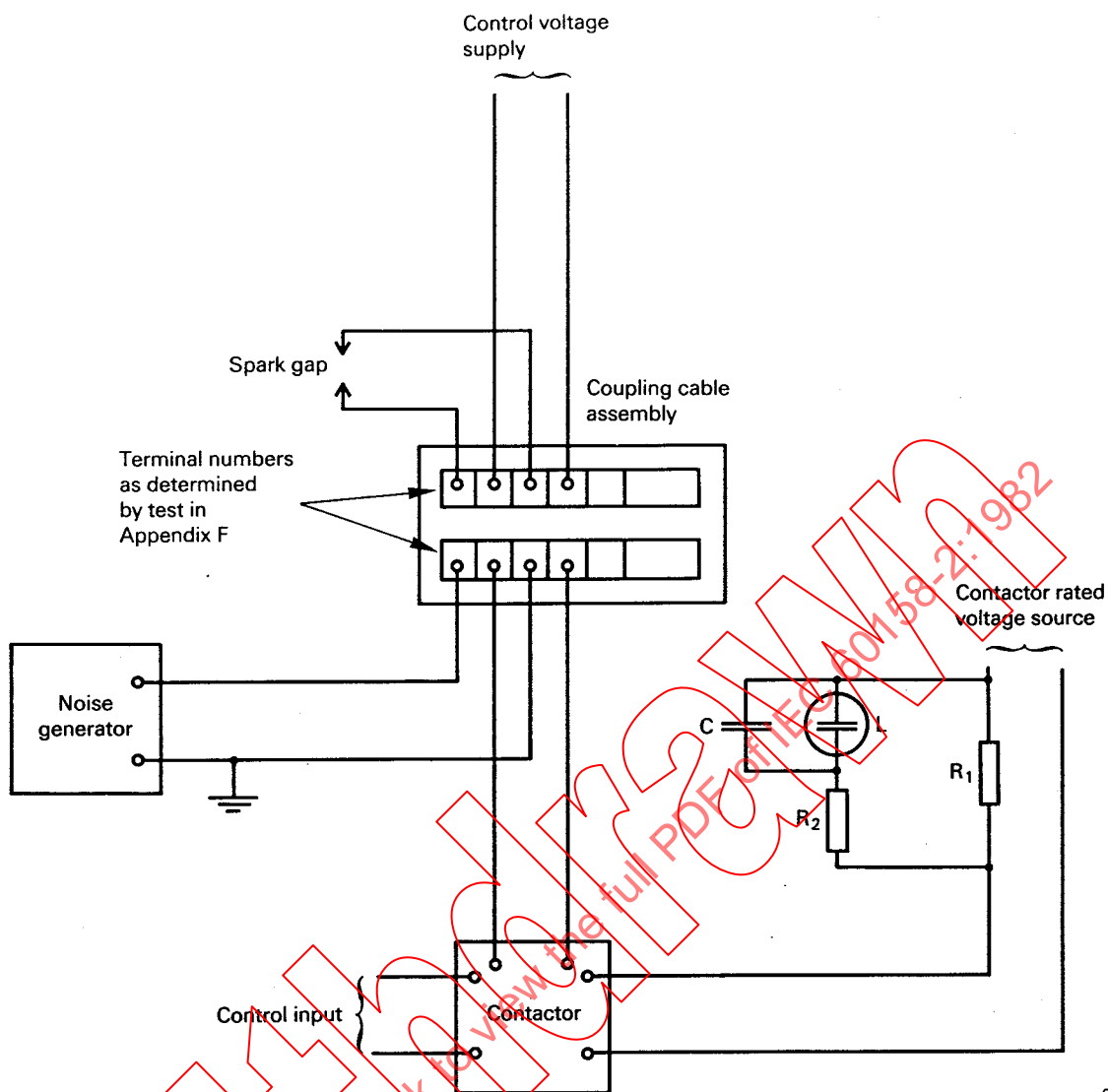


524/82

- R_1 = résistance dimensionnée ajustant le courant de charge à 1 A
 R_2 = résistance de protection de la lampe au néon
 L = indicateur
 C = condensateur en céramique $68 \pm 20\%$ pF 1 kV

Note. — Effectuer la mise à la terre suivant les indications du constructeur.

FIG. 5. — Essai de tenue de l'alimentation de la tension de commande aux parasites transitoires.



524/82

R_1 = resistance and power rating to allow 1 A load current

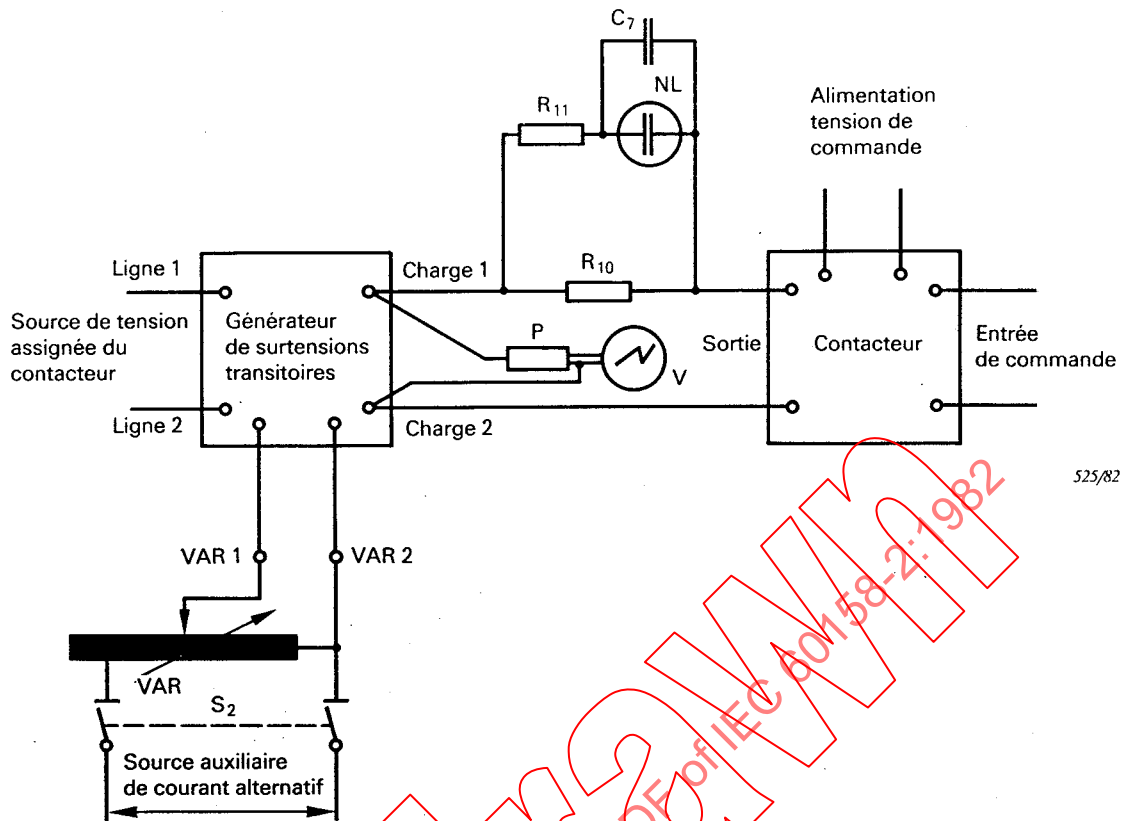
R_2 = neon lamp protecting resistor

L = indicator

C = $68 \pm 20\%$ pF 1 kV ceramic capacitor

Note. — Provide grounding in accordance with manufacturer's specifications.

FIG. 5. — Showering arc test on control voltage supply.

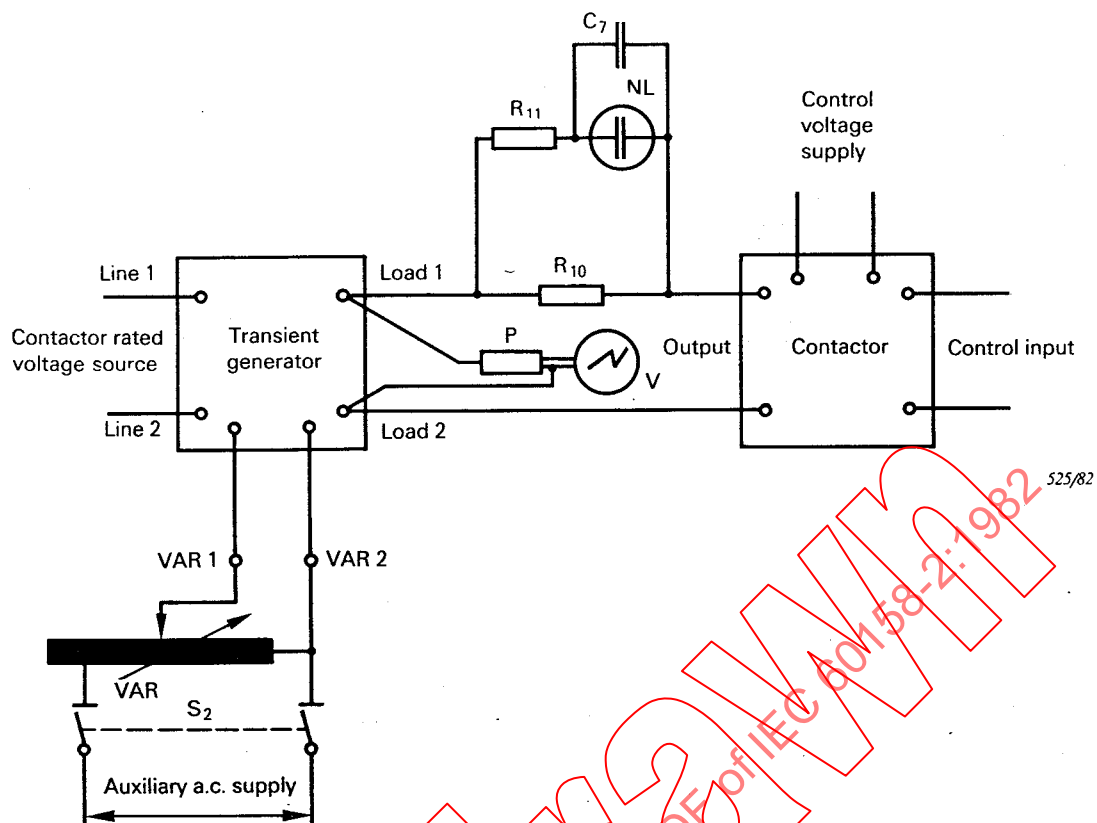


525/82

- R_{10} = résistance dimensionnée ajustant le courant de charge à 1 A
 R_{11} = résistance de protection de la lampe au néon
 NL = indicateur
 C_7 = condensateur en céramique $68 \pm 20\%$ pF 1 kV
 P = sonde d'oscilloscope 2 kV
 V = oscilloscope (largeur de bande supérieure ou égale à 100 kHz)

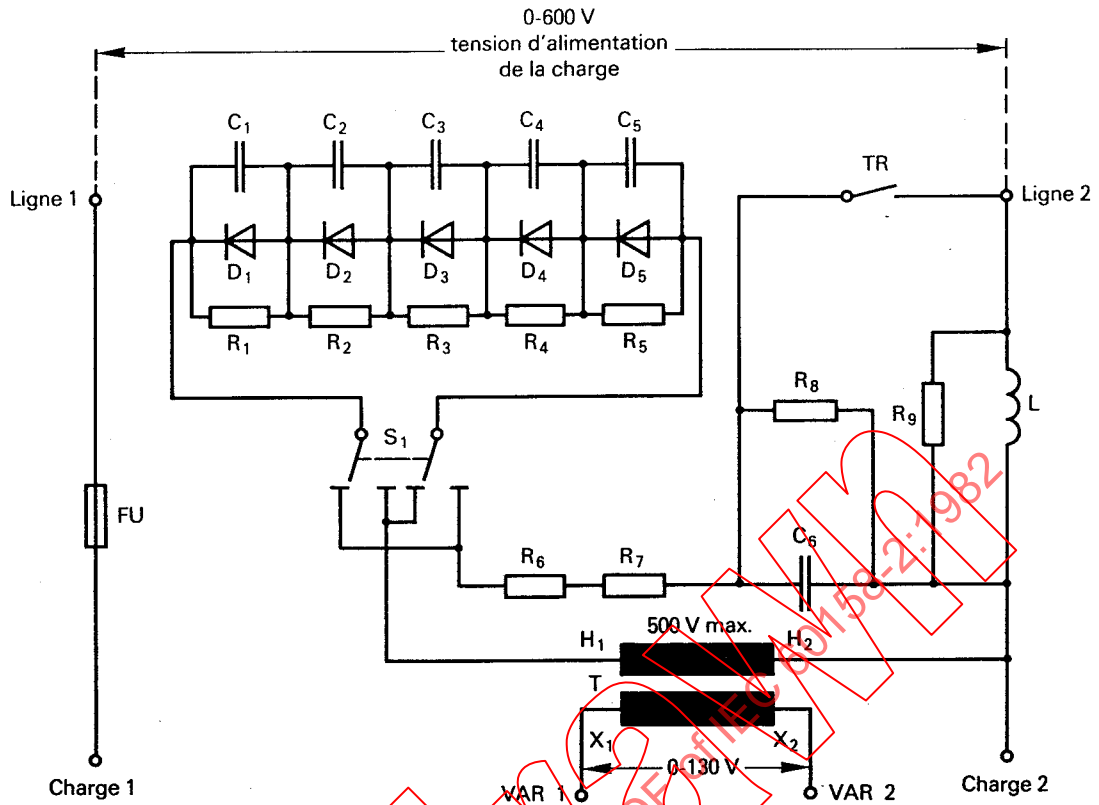
VAR = VARIAC

FIG. 6. — Essai de tenue du circuit de sortie aux surtensions.



- R_{10} = resistance and power rating to allow 1 A load current
 R_{11} = indicator protecting resistor
 NL = indicator
 C_7 = $68 \pm 20\%$ pF 1 kV ceramic capacitor
 P = 2 kV oscilloscope probe
 V = oscilloscope (100 kHz or greater upper bandwidth limit)
 VAR = VARIAC

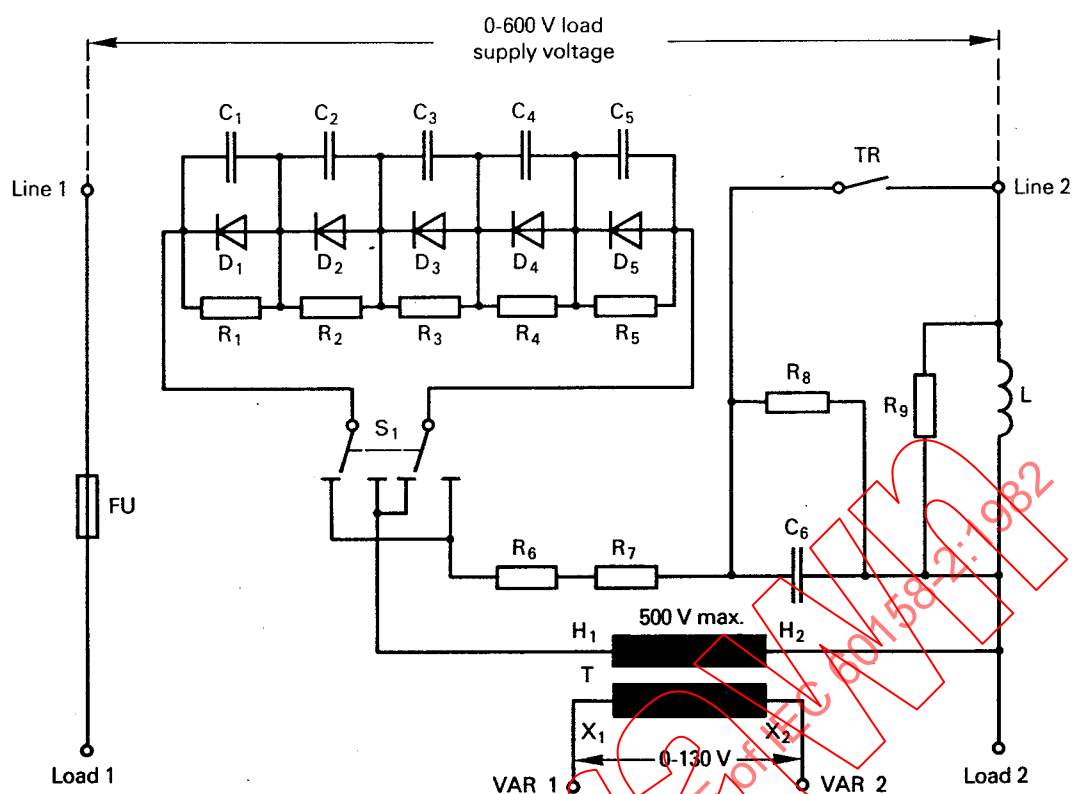
FIG. 6. — Surge voltage test on output circuit.



526/82

- T = transformateur 300 VA à 500 V primaire, 110 V secondaire
 C₁ à C₅ = condensateur céramique 0,0047 μ F, 500 V continu
 C₆ = condensateur à huile 8,0 μ F, 440 V alternatif
 D₁ à D₅ = redresseur au silicium 0,5 A, 400 V
 R₁ à R₅ = résistance 330 k Ω , 1 W
 R₆, R₇ = résistance bobinée, 500 Ω , 135 W
 R₈ = résistance 100 k Ω , 1 W
 R₉ = résistance bobinée 35 Ω , 10 W
 L = inductance dans l'air 54 tours, fils de cuivre 6 mm² environ, 125 μ H approximativement, 0,03 Ω
 S₁ = interrupteur de polarité
 FU = fusible 20 A, 600 V
 V = oscilloscope (largeur de bande supérieure ou égale à 100 kHz)
 P = sonde d'oscilloscope 2 kV
 TR = contact — manœuvre variable en fonction de la fréquence de la ligne — durée de manœuvre: ouvert — six cycles au minimum, fermé — un quart de cycle au minimum

FIG. 7. — Schéma du générateur de transitoires et liste de composants.



526/82

- T = transformer 300 VA to 500 V primary, 110 V secondary
 C₁ to C₅ = ceramic capacitor 0.0047 μ F, 500 V d.c.
 C₆ = oil-filled capacitor 8.0 μ F, 440 V a.c.
 D₁ to D₅ = silicon rectifier 0.5 A, 400 V
 R₁ to R₅ = 330 k Ω , 1 W resistor
 R₆, R₇ = 500 Ω , 135 W wirewound resistor
 R₈ = 100 k Ω , 1 W resistor
 R₉ = 35 Ω , 10 W wirewound resistor
 L = air core inductor, 54 turns, 6 mm² copper wire, 125 μ H, approximately 0.03 Ω
 S₁ = DPDT switch
 FU = fuse 20 A, 600 V
 V = oscilloscope (100 kHz or greater upper bandwidth limit)
 P = 2 kV oscilloscope probe
 TR = contact — random operation with respect to line frequency — operating time: open — six cycles minimum, closed — one-quarter cycle minimum

FIG. 7. — Electrical transient generator schematic diagram and parts list.

ANNEXE A

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

Voir Publication 158-1 de la CEI.

ANNEXE B

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

(A l'étude)

ANNEXE C

PROTECTION D'UN CONTACTEUR PAR UN DISPOSITIF DE PROTECTION
CONTRE LES COURTS-CIRCUITS

(A l'étude)

ANNEXE D

CIRCUIT CONVENTIONNEL D'ESSAI POUR LA VÉRIFICATION DES POUVOIRS
DE FERMETURE ET DE COUPURE ASSIGNÉS DES CONTACTEURS

Voir Publication 158-1 de la CEI.

APPENDIX A

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

See IEC Publication 158-1.

APPENDIX B

CLEARANCES AND CREEPAGE DISTANCES FOR LOW-VOLTAGE CONTACTORS

(Under consideration)

APPENDIX C

PROTECTION OF A CONTACTOR BY A SHORT-CIRCUIT PROTECTIVE DEVICE

(Under consideration)

APPENDIX D

CONVENTIONAL TEST CIRCUIT FOR THE VERIFICATION OF RATED MAKING
AND BREAKING CAPACITIES OF CONTACTORS

See IEC Publication 158-1.

ANNEXE E

MÉTHODE DE PRÉSENTATION D'UN DIAGRAMME DE CHARGE

(Voir paragraphe 4.3.4.3)

L'échauffement d'un contacteur à semi-conducteurs en service intermittent dépend du courant ainsi que des intervalles de temps associés. En vue de donner à l'utilisateur des renseignements faciles à exploiter, l'utilisation de diagrammes de charge est un moyen convenable.

La figure E1, page 68, montre une méthode de présentation d'un diagramme de charge. Les lignes droites sont basées sur des approximations, pour des raisons de simplification, particulièrement pour les durées les plus faibles.

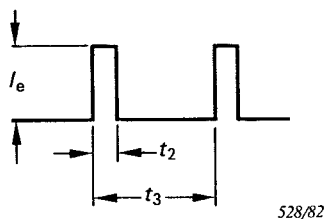
Les valeurs assignées pour la charge peuvent également être exprimées dans des tableaux spécifiant les paramètres d'influence.

En supposant que les valeurs de la figure E1 se rapportent à un contacteur dont le courant thermique assigné I_{th} est de 3 A à une température de l'air ambiant de +35 °C, l'utilisation de ce diagramme de charge peut être illustrée par les deux exemples suivants:

Note. — Le diagramme décrit ainsi que le courant thermique assigné sont valables pour une certaine valeur de la température de l'air ambiant (+35 °C dans l'exemple donné). Si le contacteur est utilisé à une autre température de l'air ambiant, une correction convenable doit être apportée aux valeurs obtenues.

Exemple 1: Détermination de la fréquence de manœuvre maximale admissible

Une charge de courant d'emploi assigné $I_e = 5,5$ A est à mettre en et hors circuit avec une durée de passage du courant $t_2 = 1$ s. Quelle est la fréquence de manœuvre maximale admissible n ?



Réponse: On utilisera la partie droite du diagramme qui donne la relation entre I_e (en ordonnées), la durée de passage du courant (courbes inclinées) et n (en abscisses).

Pour la valeur $I_e = 5,5$ A, le diagramme (traits interrompus) donne:

$$n = 1\,200 \text{ cycles de manœuvre/heure}$$

Note. — Tout autre cas de charge est acceptable s'il correspond à une durée de passage du courant n'excédant pas 1 s, à $I_e \leq 5,5$ A et/ou à $n \leq 1\,200$ cycles de manœuvre/heure.