

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 157-1

Première édition — First edition

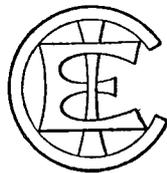
1964

Appareillage de distribution à basse tension

Première partie: Disjoncteurs

Low-voltage distribution switchgear

Part 1: Circuit-breakers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60157-1:1964

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 157-1

Première édition — First edition

1964

Appareillage de distribution à basse tension

Première partie. Disjoncteurs

Low-voltage distribution switchgear

Part 1: Circuit-breakers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. GÉNÉRALITÉS	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Objet	8
2. DÉFINITIONS	10
2.1 Définitions relatives aux disjoncteurs	10
2.2 Définitions relatives aux positions des contacts, aux organes de commande, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un disjoncteur	18
2.3 Définitions relatives aux déclencheurs	22
3. CLASSIFICATION	24
4. CARACTÉRISTIQUES DES DISJONCTEURS	26
4.1 Énumération des caractéristiques	26
4.2 Type du disjoncteur	26
4.3 Valeurs nominales	26
4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	32
4.5 Types et caractéristiques des déclencheurs	34
4.6 Circuits auxiliaires	36
5. PLAQUES SIGNALÉTIQUES	38
6. CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE	38
6.1 Conditions normales de service	38
7. CONDITIONS NORMALES D'ÉTABLISSEMENT	40
7.1 Réalisation mécanique	40
7.2 Enveloppes	42
7.3 Échauffement	44
7.4 Qualités diélectriques	48
7.5 Pouvoir de coupure	48
7.6 Robustesse mécanique	48
7.7 Conditions de fonctionnement	48
8. ESSAIS	54
8.1 Vérification des caractéristiques des disjoncteurs	54
8.2 Essais de type	54
8.3 Essais individuels	76
FIGURES 1 à 6	80-90
ANNEXE A – Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit	92
ANNEXE B – Détermination de la valeur efficace équivalente d'un courant de courte durée admissible pendant un court-circuit d'une durée spécifiée	94
ANNEXE C – Indications à fournir par l'utilisateur	96
ANNEXE D – Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension	98
ANNEXE E – Distances d'isolement et lignes de fuite pour les disjoncteurs de distribution	120

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. GENERAL	9
1.1 Scope	9
1.2 Object	9
2. DEFINITIONS	11
2.1 Definitions concerning circuit-breakers	11
2.2 Definitions concerning positions of contacts, controls, control and auxiliary circuits of a circuit-breaker	19
2.3 Definitions concerning releases	23
3. CLASSIFICATION	25
4. CHARACTERISTICS OF CIRCUIT-BREAKERS	27
4.1 Summary of characteristics	27
4.2 Type of circuit-breaker	27
4.3 Ratings	27
4.4 Control circuits and air supply systems	33
4.5 Types and characteristics of releases	35
4.6 Auxiliary circuits	37
5. NAMEPLATES	39
6. STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE	39
6.1 Normal service conditions	39
7. STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION	41
7.1 Mechanical design	41
7.2 Enclosures	43
7.3 Temperature rise	45
7.4 Dielectric properties	49
7.5 Breaking capacity	49
7.6 Mechanical endurance	49
7.7 Operating conditions	49
8. TESTS	55
8.1 Verification of the characteristics of circuit-breakers	55
8.2 Type tests	55
8.3 Routine tests	77
FIGURES 1 to 6	81–91
APPENDIX A – Determination of short-circuit power-factor or time constant	93
APPENDIX B – Determination of the equivalent r. m. s. value of a short-time current during a short-circuit of a given duration	95
APPENDIX C – Information to be given by the user	97
APPENDIX D – Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear	99
APPENDIX E – Clearances and creepage distances for distribution circuit-breakers	121

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE DE DISTRIBUTION A BASSE TENSION

Première partie: Disjoncteurs

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

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

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

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

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

Allemagne	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bulgarie	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
Italie	Yougoslavie

Le Comité américain est d'avis que le cycle d'essai $O - t - CO - t - CO$ proposé à l'article 4.3.7 est inutilement sévère lorsqu'on effectue les essais en des points déterminés de l'onde de tension. Il propose le cycle $O - t - CO$ mais il n'a pas été possible actuellement de donner satisfaction à la demande américaine.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE DISTRIBUTION SWITCHGEAR

Part 1: Circuit-breakers

FOREWORD

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

PREFACE

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

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

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

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

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Italy
Belgium	Japan
Bulgaria	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	Switzerland
Finland	United Kingdom
Germany	Yugoslavia

The U.S. Committee considered that the duty cycle $O - t - CO - t - CO$ proposed in Clause 4.3.7 is unnecessarily severe when controlled point-on-wave tests are employed. It suggested the cycle $O - t - CO$ but for the time being it has not been possible to meet the American request.

Le Comité suédois n'approuve pas les valeurs données dans les tableaux I et VII et il estime qu'on doit proposer deux séries de valeurs, l'une pour le matériel fonctionnant à 50 Hz, l'autre pour le matériel fonctionnant à 60 Hz. D'autres Comités nationaux sont formellement opposés à cette proposition et, en conséquence, ces tableaux demeurent actuellement inchangés.

Le Comité soviétique n'approuve pas la valeur 1,20 du facteur associé à la valeur de 2 heures qui figure au dernier alinéa du paragraphe 7.7.2.3. Il est d'avis de la remplacer par 1,30 fois le courant de réglage pendant 1 heure. L'ensemble des autres Comités nationaux est opposé à une telle modification.

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60157-1:1964
Withdrawn

The Swedish Committee did not agree with values given in Tables I and VII and considered that two sets of values should be proposed, one for 50 Hz (c/s) equipment and the other for 60 Hz (c/s). Other National Committees strongly opposed this and for the time being, therefore, the tables remain.

The U.S.S.R. Committee did not approve the value 1.20 of the factor associated with the time of 2 hours, as it appears in the last paragraph of Sub-clause 7.7.2.3. It was of the opinion it should be 1.30 times the current setting for 1 hour. Consensus of opinion was against such a change.

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60157-1:1964
Withdrawn

APPAREILLAGE DE DISTRIBUTION A BASSE TENSION

Première partie: Disjoncteurs

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

Cette recommandation est applicable aux disjoncteurs de courant nominal au moins égal à 63 A, destinés à la commande des circuits de distribution dont la tension nominale est inférieure à 1 000 V en courant alternatif ou ne dépasse pas 1 200 V en courant continu.

Lorsque les disjoncteurs sont prévus pour être installés à bord de navires marchands ou pour servir à la protection d'alternateurs ou de génératrices, ils doivent également satisfaire à des prescriptions supplémentaires.

Cette recommandation n'est pas applicable aux disjoncteurs pour la protection et la commande de moteurs, de résistances, de circuits d'éclairage, etc., qui feront l'objet d'une autre publication de la CEI actuellement à l'étude. Elle n'est pas applicable aux disjoncteurs destinés à être employés à bord des véhicules sur rail et sur route, ainsi que sur les appareils de navigation aérienne, ni aux combinaisons disjoncteurs-fusibles.

Notes 1) — Les disjoncteurs à maximum de courant, objet de la présente recommandation, peuvent comporter également des dispositifs d'ouverture automatique dans d'autres conditions prédéterminées, par exemple en cas de manque de tension, de retour de puissance ou de courant, etc.

2) — La présente recommandation n'est actuellement applicable qu'aux disjoncteurs pour service continu. Elle pourra être étendue par la suite aux disjoncteurs pour d'autres services.

1.2 Objet

La présente recommandation a pour objet de fixer:

- 1) les caractéristiques des disjoncteurs;
- 2) les conditions auxquelles doivent répondre les disjoncteurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et leur tenue en service normal,
 - b) à leur fonctionnement et leur tenue en cas de court-circuit,
 - c) à leurs qualités diélectriques,
 - d) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes;
- 3) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- 4) les indications à porter sur les appareils.

LOW-VOLTAGE DISTRIBUTION SWITCHGEAR

Part 1: Circuit-breakers

1. GENERAL

1.1 Scope

This Recommendation applies to circuit-breakers of rated current at least equal to 63 A intended for the control of distribution circuits of rated voltage below 1 000 V a.c. or not exceeding 1 200 V d.c.

When applied to merchant ships or to the protection of generators, these circuit-breakers shall also comply with supplementary requirements.

This Recommendation does not apply to circuit-breakers for the protection and control of motors, resistors, lighting circuits, etc., which will be dealt with in another IEC Publication now in course of preparation. It does not apply to circuit-breakers intended for installation in rail or road vehicles, or in aircraft, nor to combinations of circuit-breakers and fuses.

- Notes 1)* ← Over-current circuit-breakers which are dealt with in this Recommendation may also be provided with devices for automatic opening under other pre-determined conditions, for example, under-voltage, reversal of power or current, etc.
- 2) ← For the time being this Recommendation applies only to circuit-breakers for continuous duty. It may be extended later to circuit-breakers for other duties.

1.2 Object

The object of this Recommendation is to state:

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

2. DÉFINITIONS (*)

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

2.1 Définitions relatives aux disjoncteurs

2.1.1 *Appareil de connexion*

Appareil destiné à fermer et/ou ouvrir un ou plusieurs circuits électriques.

2.1.2 *Appareil mécanique de connexion*

Appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables sans destruction des conducteurs prévus et dimensionnés dans ce but.

2.1.3 *Appareillage*

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

2.1.4 *Disjoncteur*

Appareil mécanique de connexion ayant deux positions de repos, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit et aussi, dans des conditions prédéterminées, d'établir, de supporter pendant une durée déterminée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales du circuit telles que celles des courts-circuits.

Note. — Un disjoncteur est généralement prévu pour fonctionner peu fréquemment, quoique certains types soient capables d'effectuer des manœuvres fréquentes.

2.1.5 *Circuit principal*

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

2.1.6 *Nombre de pôles*

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

(*) Ces définitions sont en cours de révision.

2. DEFINITIONS (*)

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

2.1 Definitions concerning circuit-breakers

2.1.1 *Switching device*

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

2.1.2 *Mechanical switching device*

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

2.1.3 *Switchgear*

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

2.1.4 *Circuit-breaker*

A mechanical switching device having two positions of rest, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also under pre-determined conditions, making, carrying for a given time, and breaking currents under abnormal circuit conditions such as those of short-circuits.

Note.—A circuit-breaker is usually intended to operate infrequently, although some types are suitable for frequent operation.

2.1.5 *Main circuit*

All the conducting parts of a circuit-breaker included in the circuit which it is designed to close and open.

2.1.6 *Number of poles*

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

(*) These definitions are under review.

2.1.7 *Contacts principaux*

Contacts insérés dans le circuit principal d'un disjoncteur.

2.1.8 *Contacts d'arc*

Celles des parties des contacts principaux prévues pour l'établissement de l'arc.

2.1.9 *Courant propre à un circuit*

Courant qui circulerait si chaque pôle du disjoncteur était remplacé par une connexion d'impédance négligeable sans aucun autre changement du circuit ni des conditions d'alimentation.

2.1.10 *Courant coupé*

Courant dans un pôle d'un disjoncteur à l'instant de la séparation des contacts d'arc.

2.1.11 *Courant coupé symétrique (circuits à courant alternatif)*

Valeur efficace de la composante périodique du courant coupé.

2.1.12 *Courant présumé coupé*

Courant propre au circuit dans un pôle d'un disjoncteur au moment qui correspond à l'instant de la séparation des contacts d'arc du disjoncteur.

Note. — En courant continu et pour une constante de temps donnée, il s'exprime par la valeur maximale du courant propre au circuit si le disjoncteur agit avant que le courant ait atteint sa valeur maximale (figure 5e), valeur A_2 ; dans le cas contraire, par la valeur du courant propre au circuit mesuré à l'instant de la séparation des contacts du disjoncteur (figure 5b), valeur A .
En courant alternatif, il s'exprime par le courant présumé coupé symétrique.

2.1.13 *Courant présumé coupé symétrique (circuits à courant alternatif)*

Valeur efficace de la composante périodique du courant présumé coupé.

Note. — Sur la figure 4a), le courant présumé coupé symétrique s'exprime par les valeurs:

$$\frac{A_2}{2\sqrt{2}} \text{ ou } \frac{A_1}{2\sqrt{2}}$$

2.1.14 *Courant établi (valeur de crête)*

Valeur de crête la plus élevée du courant dans un pôle d'un disjoncteur lorsque le courant est établi par la fermeture du disjoncteur.

2.1.15 *Courant présumé établi (valeur de crête)*

Valeur de crête la plus élevée du courant propre au circuit établi.

Note. — Sur la figure 4a) le courant présumé établi (valeur de crête) est représenté par A_3 .
Sur la figure 5a) le courant présumé établi (valeur de crête) est représenté par A_2 .

2.1.7 *Main contacts*

The contacts included in the main circuit of a circuit-breaker.

2.1.8 *Arcing contacts*

Those parts of the main contacts on which the arc is intended to be established.

2.1.9 *Prospective current of a circuit*

The current that would flow if each pole of the circuit-breaker were replaced by a link of negligible impedance without any other change of the circuit or of the supply.

2.1.10 *Breaking current*

The current in a pole of a circuit-breaker at the instant of separation of the arcing contacts.

2.1.11 *Symmetrical breaking current (a.c. circuits)*

The r. m. s. value of the a. c. component of the breaking current.

2.1.12 *Prospective breaking current*

The prospective current in a pole of a circuit-breaker at a time corresponding to the instant of separation of the arcing contacts of the circuit-breaker.

Note. — For d. c. and for a given time constant, it is expressed by the maximum value of the prospective current of the circuit, if the circuit-breaker operates before the current reaches its maximum value (Figure 5c), value A_3 , otherwise by the value of the prospective current of the circuit, measured at the instant of contact separation of the circuit-breaker (Figure 5b), value A .
For a. c., it is expressed by the prospective symmetrical breaking current.

2.1.13 *Prospective symmetrical breaking current (a.c. circuits)*

The r. m. s. value of the a. c. component of the prospective breaking current.

Note. — In Figure 4a), the prospective symmetrical breaking current is expressed by the values:

$$\frac{A_2}{2\sqrt{2}} \text{ or } \frac{A_1}{2\sqrt{2}}$$

2.1.14 *Peak making current*

The maximum peak of the current in a pole of a circuit-breaker when the current is established by the closing of the circuit-breaker.

2.1.15 *Prospective peak making current*

The maximum peak value of the prospective current of a circuit.

Note. — In Figure 4a) the prospective peak making current is represented by A_3 .
In Figure 5a) the prospective peak making current is represented by A_2 .

2.1.16 *Pouvoir de coupure*

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

2.1.17 *Pouvoir de coupure en court-circuit*

En courant continu, valeur du courant présumé coupé que le disjoncteur est capable de couper sous une tension de rétablissement déterminée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

En courant alternatif, valeur du courant présumé coupé symétrique que le disjoncteur est capable de couper sous une tension de rétablissement déterminée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

2.1.18 *Pouvoir de fermeture en court-circuit*

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

2.1.19 *Tension de rétablissement totale*

Tension qui apparaît aux bornes d'un pôle d'un disjoncteur immédiatement après l'interruption du circuit.

Elle est généralement exprimée par les termes suivants:

- La tension transitoire, habituellement appelée «tension transitoire de rétablissement».
- La tension en régime établi, habituellement appelée «tension de rétablissement».

Note. — Pour les circuits triphasés, la tension totale de rétablissement se rapporte à la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

2.1.20 *Tension transitoire de rétablissement*

Valeur transitoire de la tension de rétablissement totale. Ses caractéristiques les plus importantes sont son amplitude et sa vitesse d'accroissement exprimées en volts par micro-seconde.

Note. — Elle peut être oscillatoire (à une ou plusieurs fréquences) ou non oscillatoire (par exemple exponentielle) ou une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du disjoncteur.

2.1.21 *Tension de rétablissement*

Tension en régime établi qui persiste aux bornes d'un pôle d'un disjoncteur après l'interruption du circuit et après disparition de la tension transitoire.

2.1.22 *Durée d'ouverture (jusqu'à la séparation des contacts d'arc)*

La durée d'ouverture jusqu'à la séparation des contacts d'arc d'un disjoncteur est définie suivant le mode de déclenchement comme indiqué ci-dessous, les dispositifs de

2.1.16 *Breaking capacity*

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

2.1.17 *Short-circuit breaking capacity*

For d.c., the value of the prospective breaking current that the circuit-breaker is capable of breaking at a stated recovery voltage, under prescribed conditions of use and behaviour.

For a.c., the value of the prospective symmetrical breaking current that the circuit-breaker is capable of breaking at a stated recovery voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.18 *Short-circuit making capacity*

The value of the prospective peak making current that the circuit-breaker is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

2.1.19 *Total recovery voltage*

The voltage which appears across the terminals of a pole of a circuit-breaker immediately after the breaking of the circuit.

It is generally referred to in the following terms:

- The transient voltage, usually known as “The restriking voltage”.
- The steady state voltage, usually known as “The recovery voltage”.

Note. — In three-phase a.c. circuits the total recovery voltage refers to the voltage across the first pole to clear because this voltage is generally higher than that which appears across either of the other two poles.

2.1.20 *Restriking voltage (transient recovery voltage)*

The transient value of the total recovery voltage. The more important characteristics are its amplitude and its rate-of-rise expressed in volts per microsecond.

Note. — It may be oscillatory (at single or multi-frequency) or non-oscillatory (e.g. exponential) or a combination of these, depending on the characteristics of the circuit and the circuit-breaker.

2.1.21 *Recovery voltage (steady state recovery voltage)*

The steady state voltage which remains across the terminals of a pole of a circuit-breaker after the breaking of the circuit and after the transient voltage has subsided.

2.1.22 *Opening time (until separation of the arcing contacts)*

The opening time until separation of the arcing contacts of a circuit-breaker is defined according to the type of its tripping devices as stated below, and with time delay device

déclenchement à action différée faisant partie intégrante du disjoncteur étant, s'il y a lieu, réglés pour la durée minimale de retard ou, si possible, mis complètement hors d'action.

- a) Pour un disjoncteur à déclenchement par une source d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture est mesurée à partir de l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire sur le dispositif de déclenchement, le disjoncteur étant dans sa position de fermeture, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.
- b) Pour un disjoncteur déclenché par le courant de court-circuit sans l'aide d'une source d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture est mesurée à partir de l'instant où le courant de court-circuit est établi, le disjoncteur étant dans sa position de fermeture, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

2.1.23 *Durée d'arc*

Temps qui s'écoule à partir de l'instant de la séparation des contacts d'arc jusqu'à l'extinction finale des arcs sur tous les pôles.

2.1.24 *Durée totale de coupure (jusqu'à l'extinction finale des arcs)*

- a) Pour un disjoncteur à déclenchement par une source d'énergie auxiliaire, la durée totale de coupure est l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire (voir 2.1.22a)) et celui de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles.
- b) Pour un disjoncteur déclenché par le courant de court-circuit sans l'aide d'une source d'énergie auxiliaire, la durée totale de coupure est l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant où le courant est établi (voir 2.1.22b)) et celui de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles.

2.1.25 *Durée de fermeture*

Intervalle de temps entre le début de l'opération de fermeture et l'instant où le courant est établi en premier par le disjoncteur dans le circuit principal.

Elle comprend la durée de fonctionnement des relais intermédiaires qui sont nécessaires à la fermeture du disjoncteur.

2.1.26 *Durée de fermeture-coupure*

Intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant où le courant est établi en premier par le disjoncteur dans le circuit principal et l'instant de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles, la bobine de déclenchement étant alimentée à l'instant où le courant est établi en premier dans un des pôles du circuit principal.

2.1.27 *Courant de courte durée admissible*

Courant que le disjoncteur peut supporter dans la position de fermeture pendant une durée spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement. En courant alternatif, il est exprimé en valeur efficace.

2.1.28 *Partie conductrice*

Voir annexe E.

forming an integral part of the circuit-breaker adjusted to its minimum setting or, if possible, cut out entirely.

- a) For a circuit-breaker tripped by any form of auxiliary power, the opening time is measured from the instant of application of the auxiliary power to the tripping mechanism of the circuit-breaker, when in the closed position, to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.
- b) For a circuit-breaker tripped by the short-circuit current without the aid of any form of auxiliary power, the opening time is measured from the instant at which, the circuit-breaker being in the closed position, the short-circuit current is established, to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

2.1.23 *Arc duration (arcing time)*

The time interval between the instant of separation of the arcing contacts and the instant of final arc extinction in all poles.

2.1.24 *Total break time (until final arc extinction)*

- a) For a circuit-breaker tripped by any form of auxiliary power, the total break time is the time from the instant of application of the auxiliary power (see 2.1.22a)) to the final arc extinction in all poles.
- b) For a circuit-breaker tripped by the short-circuit current without the aid of any form of auxiliary power, the total break time is the time from the instant at which the current is established (see 2.1.22b)) to the final arc extinction in all poles.

2.1.25 *Make time*

The interval of time between the initiation of the closing operation and the instant at which the current is first established in the main circuit by the circuit-breaker. It includes the operating time of any auxiliary equipment necessary to close the circuit-breaker.

2.1.26 *Make-break time*

The interval of time between the instant when the current is first established in the main circuit by the circuit-breaker and the instant of final arc extinction in all poles, with the tripping device energized at the instant when current is first established in a pole of the main circuit.

2.1.27 *Short-time current*

The current that the circuit-breaker can carry in the closed position during a specified time, under prescribed conditions of use and behaviour. For a.c., it is expressed as an r.m.s. value.

2.1.28 *Conducting part*

See Appendix E.

2.1.29 *Distance d'isolement*

Voir annexe E.

2.1.30 *Ligne de fuite*

Voir annexe E.

2.1.31 *Partie accidentellement dangereuse*

Voir annexe E.

2.1.32 *Température de l'air ambiant*

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

2.2 Définitions relatives aux positions des contacts, aux organes de commande, aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires d'un disjoncteur

2.2.1 *Position de fermeture*

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

2.2.2 *Position d'ouverture*

Position dans laquelle est assurée la coupure prédéterminée de la continuité métallique du circuit principal du disjoncteur.

2.2.3 *Opération de fermeture*

Opération par laquelle le disjoncteur est amené de la position d'ouverture à la position de fermeture.

2.2.4 *Opération d'ouverture*

Opération par laquelle le disjoncteur est amené de la position de fermeture à la position d'ouverture.

2.2.5 *Opération de fermeture dépendante à main*

Opération effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la fermeture dépendent de l'action de l'opérateur.

2.2.6 *Opération de fermeture dépendante à source d'énergie extérieure*

Opération effectuée au moyen d'une énergie autre que manuelle, dans laquelle la fermeture dépend de la continuité de l'alimentation en énergie de solénoïdes, moteurs électriques ou pneumatiques, etc.

2.2.7 *Opération à accumulation d'énergie*

Opération effectuée au moyen d'une énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de l'opération et suffisante pour achever l'opération.

Note. — Ce type d'opération peut être subdivisé suivant:

- 1) la manière selon laquelle l'énergie est accumulée (ressort, poids, etc.);
- 2) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- 3) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

2.1.29 *Clearance*

See Appendix E.

2.1.30 *Creepage distance*

See Appendix E.

2.1.31 *Accidentally dangerous part*

See Appendix E.

2.1.32 *Ambient temperature*

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

2.2 Definitions concerning positions of contacts, controls, control and auxiliary circuits of a circuit-breaker

2.2.1 *Closed position*

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

2.2.2 *Open position*

The position in which the pre-determined gap in the metallic continuity of the main circuit of the circuit-breaker is secured.

2.2.3 *Closing operation*

An operation by which the circuit-breaker is brought from the open position to the closed position.

2.2.4 *Opening operation*

An operation by which the circuit-breaker is brought from the closed position to the open position.

2.2.5 *Dependent manual closing operation*

An operation solely by means of directly applied manual energy, such that the speed and force of the closing are dependent upon the action of the operator.

2.2.6 *Dependent power closing operation*

An operation by means of energy other than manual, where the closing is dependent upon the continuity of the power supply to solenoids, electric or pneumatic motors, etc.

2.2.7 *Stored energy operation*

An operation by means of energy stored in the mechanism itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it.

Note. — This kind of operation may be subdivided according to:

- 1) how the energy is stored (spring, weight, etc.);
- 2) how the energy originates (manual, electric, etc.);
- 3) how the energy is released (manual, electric, etc.).

2.2.8 *Opération indépendante manuelle*

Opération à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule opération continue.

2.2.9 *Circuit de commande*

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

2.2.10 *Contact de commande*

Contact inséré dans un circuit de commande d'un disjoncteur et manœuvré par ce disjoncteur.

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

2.2.11 *Circuit auxiliaire*

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

2.2.12 *Contact auxiliaire*

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

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

2.2.13 *Contact de fermeture (ou de travail)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux sont fermés.

2.2.14 *Contact d'ouverture (ou de repos)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux sont fermés.

2.2.15 *Déclenchement conditionné*

Un disjoncteur à déclenchement conditionné est un disjoncteur qui ne peut être déclenché que quand il est dans la position de fermeture.

2.2.16 *Déclenchement libre*

Un disjoncteur est à déclenchement libre si l'opération d'ouverture peut prévaloir sur l'opération de fermeture immédiatement après l'établissement du courant dans une voie du circuit principal.

2.2.8 *Independent manual operation*

A stored energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation.

2.2.9 *Control circuit*

A circuit (other than a path of the main circuit) devoted to the closing operation or opening operation, or both, of the circuit-breaker.

2.2.10 *Control contact*

A contact included in a control circuit of a circuit-breaker and operated by the circuit-breaker.

Note. — A control contact is part of the design of a circuit-breaker.

2.2.11 *Auxiliary circuit*

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

2.2.12 *Auxiliary contact*

A contact included in an auxiliary circuit of a circuit-breaker and operated by the circuit-breaker.

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

2.2.13 *“a” contact (make-contact)*

Control or auxiliary contact which is closed when the main contacts are closed.

2.2.14 *“b” contact (break-contact)*

Control or auxiliary contact which is open when the main contacts are closed.

2.2.15 *Fixed trip (trip-free in closed position)*

A circuit-breaker with fixed trip is a circuit-breaker which cannot be tripped except when it is in the closed position.

2.2.16 *Trip-free*

A circuit-breaker is trip-free if the opening operation can prevail over the closing operation immediately after current is established in a path of the main circuit.

2.2.17 *Déclenchement libre en toute position*

Un disjoncteur est à déclenchement libre en toute position si l'opération d'ouverture peut prévaloir sur l'opération de fermeture quelle que soit la position des contacts.

2.2.18 *Dispositif d'antipompage*

Dispositif qui empêche un disjoncteur de se refermer après une opération d'ouverture pendant toute la durée du maintien de l'ordre de fermeture.

2.3 Définitions relatives aux déclencheurs

2.3.1 *Déclencheur*

Dispositif, raccordé mécaniquement à un disjoncteur, qui en libère les organes de retenue et permet l'ouverture ou la fermeture du disjoncteur.

2.3.2 *Déclencheur d'ouverture*

Déclencheur qui permet l'ouverture du disjoncteur.

2.3.3 *Déclencheur de fermeture*

Déclencheur qui permet la fermeture du disjoncteur.

2.3.4 *Déclencheur shunt ou déclencheur indépendant*

Déclencheur alimenté par une source de tension qui peut être indépendante ou non de la tension du circuit principal du disjoncteur.

2.3.5 *Déclencheur d'ouverture à minimum de tension*

Déclencheur d'ouverture qui permet l'ouverture automatique d'un disjoncteur lorsque la tension aux bornes de son circuit principal tombe au-dessous d'une valeur prédéterminée.

2.3.6 *Déclencheur sous courant de fermeture*

Déclencheur qui permet l'ouverture automatique d'un disjoncteur sans aucun retard intentionnel, exclusivement durant une opération de fermeture, si le courant établi dépasse une valeur prédéterminée, et qui est rendu inopérant lorsque le disjoncteur est dans la position de fermeture.

2.3.7 *Déclencheur à maximum de courant*

Déclencheur qui entre en action quand le courant dans un pôle du circuit principal du disjoncteur dépasse une valeur prédéterminée et qui est alimenté soit directement par le courant dans ce pôle, soit indirectement par l'intermédiaire d'un transformateur de courant ou d'un shunt.

2.3.8 *Déclencheur direct à maximum de courant*

Déclencheur à maximum de courant alimenté directement par le courant dans le circuit principal d'un disjoncteur.

2.2.17 *Trip-free in any position*

A circuit-breaker is trip-free in any position if the opening operation can prevail over the closing operation in any position of the contacts.

2.2.18 *Anti-pumping device*

A device which prevents a circuit-breaker from reclosing after an opening operation as long as the device initiating closing is maintained in the position for closing.

2.3 **Definitions concerning releases**

2.3.1 *Release*

A device, mechanically connected to the circuit-breaker, which releases the holding means and permits the opening or the closing of the circuit-breaker.

2.3.2 *Opening release or trip*

A release which permits the circuit-breaker to open.

2.3.3. *Closing release*

A release which permits the circuit-breaker to close.

2.3.4 *Shunt trip (independent release) or independent trip*

A release energized by a source of voltage, that may or may not be independent of the voltage of the main circuit of the circuit-breaker.

2.3.5 *Under-voltage opening release (under-voltage trip)*

An opening release which permits a circuit-breaker to open automatically if the voltage across the terminals of its main circuit falls below a pre-determined value.

2.3.6 *Making-current release*

A release which permits a circuit-breaker to open automatically, without any intentional time-lag, only during a closing operation, if the making current exceeds a pre-determined value, and which is rendered inoperative when the circuit-breaker is in the closed position.

2.3.7 *Over-current release (over-current trip)*

A release which operates when the current in a pole of the main circuit of the circuit-breaker exceeds a pre-determined value and which is energized directly by the current in that pole or indirectly through a current transformer or a shunt.

2.3.8 *Direct over-current release (direct over-current trip)*

An over-current release directly energized by the current in the main circuit of a circuit-breaker.

2.3.9 *Déclencheur indirect à maximum de courant*

Déclencheur à maximum de courant alimenté par le courant dans le circuit principal d'un disjoncteur par l'intermédiaire d'un transformateur de courant ou d'un shunt.

Note. — L'enroulement secondaire du transformateur de courant et la bobine du déclencheur peuvent être sensiblement au potentiel du circuit principal, auquel cas le déclencheur est appelé «Déclencheur primaire».

Par contre, le transformateur de courant peut être isolé pour la pleine tension du circuit principal, de telle sorte que son enroulement secondaire puisse être mis à la terre, auquel cas le déclencheur est appelé «Déclencheur secondaire».

2.3.10 *Déclencheur instantané*

Déclencheur qui entre en action sans aucun retard intentionnel.

2.3.11 *Déclencheur à retard prédéterminé*

Déclencheur qui entre en action avec un retard prédéterminé pouvant être réglable.

2.3.12 *Déclencheur à maximum de courant à temps inverse*

Déclencheur à maximum de courant qui entre en action après un intervalle de temps variant en sens inverse de la valeur de la surintensité.

Un tel déclencheur peut être prévu pour que le retard atteigne une valeur minimale définie pour les valeurs élevées de la surintensité.

2.3.13 *Courant de fonctionnement d'un déclencheur à maximum de courant*

Valeur de courant à partir et au-dessus de laquelle le déclencheur entre en action.

2.3.14 *Courant de réglage d'un déclencheur à maximum de courant*

Valeur du courant de fonctionnement pour laquelle le déclencheur est réglé et d'après laquelle sont déterminées ses conditions de fonctionnement.

2.3.15 *Domaine de réglage d'un déclencheur à maximum de courant*

Domaine limité par les valeurs minimale et maximale entre lesquelles le courant de réglage du déclencheur peut être ajusté.

2.3.16 *Déclencheur à retour de courant (courant continu seulement)*

Déclencheur de courant qui fonctionne lorsque le courant continu dans le circuit principal prend un sens opposé à son sens normal.

3. CLASSIFICATION

3.1 Suivant le genre de commande de l'opération de fermeture, on distingue :

- les disjoncteurs à fermeture dépendante à main,
- les disjoncteurs à fermeture dépendante à source d'énergie extérieure,
- les disjoncteurs à fermeture par accumulation d'énergie.

2.3.9 *Indirect over-current release (indirect over-current trip)*

An over-current release energized by the current in the main circuit of a circuit-breaker through a current transformer or a shunt.

Note. — The secondary winding of the current transformer and the coil of the release may be essentially at the potential of the main circuit, in which case the release is termed a “Primary release”. Alternatively the current transformer may be insulated for the full voltage of the main circuit, in order that its secondary winding may be earthed, in which case the release is termed a “Secondary release”.

2.3.10 *Instantaneous release (instantaneous trip)*

A release which operates without any intentional time-lag.

2.3.11 *Definite time-delay release (definite time-delay trip)*

A release which operates with a pre-determined definite time-lag which may be adjustable.

2.3.12 *Inverse time-delay over-current release (inverse time-delay over-current trip)*

An over-current release which operates after a time delay inversely dependent upon the value of the over-current.

Such a release may be designed so that the time delay approaches a definite minimum value for high values of over-current.

2.3.13 *Operating current of an over-current release*

Current value at and above which the release operates.

2.3.14 *Current setting of an over-current release*

The value of the operating current for which the release is adjusted and in accordance with which its operating conditions are defined.

2.3.15 *Setting range of an over-current release*

Interval between the minimum and maximum values within which the current setting of the release can be adjusted.

2.3.16 *Reverse current release (d.c. only)*

A current release which operates when the direction of the direct current in the main circuit is reversed from normal.

3. CLASSIFICATION

3.1 According to the method of control of the closing operation, circuit-breakers are designated as having:

- dependent manual closing,
- dependent power closing,
- stored energy closing.

- 3.2 Suivant le milieu de coupure, les disjoncteurs sont divisés en différents groupes, par exemple :
- les disjoncteurs à coupure dans l'air,
 - les disjoncteurs à coupure dans l'huile.
- 3.3 Suivant le degré de la protection procurée par l'enveloppe, on distingue différentes catégories conformément à l'annexe D.

4. CARACTÉRISTIQUES DES DISJONCTEURS

4.1 Énumération des caractéristiques

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

Type du disjoncteur (article 4.2);
Valeurs nominales (article 4.3);
Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (article 4.4);
Types et caractéristiques des déclencheurs (article 4.5);
Circuits auxiliaires (article 4.6);
Degrés de protection des enveloppes (voir annexe D).

4.2 Type du disjoncteur

Il est nécessaire d'indiquer :

4.2.1 Le nombre de pôles

4.2.2 La nature du courant

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

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

4.2.4 Le mode de commande (à la fermeture et l'ouverture)

Le mode de commande, par exemple : commande à main directe, commande à main à distance, commande électrique par moteur ou par électro-aimant, commande électropneumatique, etc. Dans le cas des disjoncteurs manœuvrés à la main, on devra indiquer la nature de l'organe de commande : poignée, levier, volant, etc.

4.3 Valeurs nominales

4.3.1 Tension nominale

La tension nominale d'un disjoncteur est la valeur de tension qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent ses conditions de fonctionnement lors de l'établissement ou de la coupure du courant. Cette tension s'exprime :

- pour les disjoncteurs pour courant continu ou monophasé, par la tension entre les deux conducteurs de ligne,
- pour les disjoncteurs pour courant triphasé, par la tension entre deux conducteurs de phase.

Il est recommandé de la choisir parmi les valeurs normalisées des tensions des réseaux (Publication 38 (1954) de la CEI, tableau II).

- 3.2 According to the interrupting medium, circuit-breakers are divided into different groups, e.g.:
- air-break,
 - oil-immersed break.
- 3.3 According to the degree of protection provided by the enclosure, distinction is made in accordance with Appendix D.

4. CHARACTERISTICS OF CIRCUIT-BREAKERS

4.1 Summary of characteristics

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

Type of circuit-breaker (Clause 4.2);
Ratings (Clause 4.3);
Control circuits and air supply systems (Clause 4.4);
Types and characteristics of releases (Clause 4.5);
Auxiliary circuits (Clause 4.6);
Degrees of protection of enclosures (see Appendix D).

4.2 Type of circuit-breaker

The following shall be stated:

4.2.1 Number of poles

4.2.2 Kind of current

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

4.2.3 Interrupting medium (air, oil, etc.)

4.2.4 Method of control (making and breaking)

Method of control, for example direct manual control, manual remote control, electrical control by motor or solenoid, electro-pneumatic control, etc. In the case of hand-operated circuit-breakers, the type of control device shall be stated: handle, lever, wheel, etc.

4.3 Ratings

4.3.1 Rated voltage

The rated voltage of a circuit-breaker is the value of voltage which designates it and to which the operating conditions during making or breaking of current are referred. This voltage is expressed:

- for d.c. or single-phase circuit-breakers, by the voltage between two line conductors;
- for three-phase circuit-breakers, by the voltage between two phase conductors.

It is recommended that it should be selected from standard values of system voltages (IEC Publication 38, (1954), Table II).

4.3.2 Courant nominal

Le courant nominal d'un disjoncteur est la valeur du courant (valeur efficace pour le courant alternatif, valeur du courant en régime établi pour le courant continu) que le disjoncteur est capable de supporter dans les conditions d'essai spécifiées à l'article 8.2.2.

4.3.3 Fréquence nominale

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

4.3.4 Pouvoir nominal de fermeture en court-circuit

Le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit d'un disjoncteur est la valeur de pouvoir de fermeture en court-circuit, spécifiée en fonction de la tension nominale et du pouvoir de coupure en court-circuit de l'appareil (voir article 4.3.5).

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, on admettra que:

- 1) Le pouvoir de fermeture en court-circuit est constant pour toutes les valeurs de la tension inférieures ou égales à:
 - 110 % de la tension nominale pour des fréquences nominales inférieures ou égales à 50 Hz et en courant continu;
 - 105 % de la tension nominale pour la fréquence nominale de 60 Hz;
 - la valeur ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur pour des fréquences nominales supérieures à 60 Hz.

(Voir note du paragraphe 4.3.5.1.)

- 2) Pour les tensions supérieures aux valeurs indiquées ci-dessus, aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne le pouvoir de fermeture en court-circuit.
- 3) Pour les disjoncteurs pour courant continu, le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit est égal au pouvoir nominal de coupure en court-circuit.
- 4) Pour les disjoncteurs pour courant alternatif, le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit exprimé en valeur de crête est égal à n fois le pouvoir nominal de coupure en court-circuit exprimé en valeur efficace, n étant donné par le tableau I en fonction des pouvoirs nominaux de coupure en court-circuit.
- 5) Le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit n'est valable que si le disjoncteur est manœuvré dans les conditions prescrites à l'article 7.7.1.

TABLEAU I

Correspondance entre le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit et le pouvoir nominal de coupure en court-circuit pour disjoncteurs pour courant alternatif

Pouvoir nominal de coupure en court-circuit	Valeur de n
inférieur ou égal à 10 000 A	1,7
10 001–20 000 A	2,0
20 001–50 000 A	2,1
supérieur à 50 000 A	2,2

4.3.2 Rated normal current

The rated normal current of a circuit-breaker is the value of current (r. m. s. value for a. c., value under steady state conditions for d. c.) which the circuit-breaker is capable of carrying under the test conditions specified in Clause 8.2.2.

4.3.3 Rated frequency

The rated frequency of a circuit-breaker is the service frequency for which the circuit-breaker is designed and to which the values of the other characteristics correspond.

4.3.4 Rated short-circuit making capacity

The rated short-circuit making capacity of a circuit-breaker is the value of short-circuit making capacity assigned to it in accordance with its rated voltage and its short-circuit breaking capacity (see Clause 4.3.5).

Unless otherwise stated, it shall be assumed that:

- 1) The short-circuit making capacity is constant for voltages up to and including:
 - 110 % of the rated voltage for rated frequencies up to and including 50 Hz (c/s) and for d. c.;
 - 105 % of the rated voltage for the rated frequency of 60 Hz (c/s);
 - the value agreed upon between manufacturer and user for rated frequencies above 60 Hz (c/s).

(See Note under Sub-clause 4.3.5.1.)
- 2) For voltages in excess of the above-mentioned values, no short-circuit making capacity is guaranteed.
- 3) For d. c. circuit-breakers, the rated short-circuit making capacity is equal to the rated short-circuit breaking capacity.
- 4) For a. c. circuit-breakers, the rated short-circuit making capacity expressed in peak amperes is equal to n times the rated short-circuit breaking capacity expressed in amperes r. m. s., n being given in relation to the rated short-circuit breaking capacities in Table I.
- 5) The rated short-circuit making capacity is only valid when the circuit-breaker is operated in accordance with the requirements of Clause 7.7.1.

TABLE I

Relationship between rated short-circuit making capacity and rated short-circuit breaking capacity for a. c. circuit-breakers

Rated short-circuit breaking capacity	Value of n
up to and including 10 000 A	1.7
10 001–20 000 A	2.0
20 001–50 000 A	2.1
over 50 000 A	2.2

4.3.5 Pouvoir nominal de coupure en court-circuit

Le pouvoir nominal de coupure en court-circuit d'un disjoncteur est la valeur de pouvoir de coupure en court-circuit spécifiée par le constructeur pour une tension de rétablissement égale à la tension nominale et pour un facteur de puissance (ou une constante de temps) spécifié. En courant alternatif, le disjoncteur doit être capable de couper un courant correspondant à son pouvoir nominal de coupure en court-circuit, quelle que soit la valeur de la composante apériodique correspondante.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, on admettra que :

- 1) Le pouvoir de coupure en court-circuit est constant pour toutes les valeurs de la tension de rétablissement inférieures ou égales à :
 - 110 % de la tension nominale pour des fréquences nominales inférieures ou égales à 50 Hz et en courant continu ;
 - 105 % de la tension nominale pour la fréquence nominale de 60 Hz ;
 - la valeur ayant fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur pour des fréquences nominales supérieures à 60 Hz.

Note. — Dans les régions où la fréquence normale est 60 Hz, on a coutume de prendre comme valeur de la tension de réseau la tension moyenne mesurée à la source d'alimentation, par exemple aux bornes du transformateur, tandis que dans les régions où la fréquence normale est 50 Hz, on a coutume de prendre comme valeur de la tension de réseau la tension moyenne mesurée aux points d'utilisation. Pour une chute de tension d'environ 5 % entre la source et le point d'utilisation, il y aura une différence de 5 % entre les valeurs nominales des tensions attribuées à des réseaux identiques en tous autres points, et cette différence se retrouvera entre les tensions de rétablissement, lesquelles dépendent des tensions nominales.

- 2) Pour les tensions supérieures aux valeurs indiquées ci-dessus, aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne le pouvoir de coupure en court-circuit.

4.3.6 Courant de courte durée nominal

Le courant de courte durée nominal d'un disjoncteur est la valeur du courant présumé de court-circuit que le disjoncteur doit être capable de supporter en position de fermeture pendant un intervalle de temps déterminé et dans les conditions d'essai spécifiées à l'article 8.2.5.

En courant alternatif, la valeur de ce courant est la valeur efficace du courant présumé de court-circuit symétrique.

Un disjoncteur qui n'est pas équipé de déclencheurs directs à maximum de courant doit avoir un courant de courte durée nominal au moins égal au courant présumé coupé correspondant au pouvoir nominal de coupure en court-circuit. A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le temps devra être de une seconde.

Dans le cas d'un disjoncteur équipé de déclencheurs directs à maximum de courant, il n'est pas nécessaire de spécifier un courant de courte durée nominal, étant donné qu'il suffit qu'un tel disjoncteur puisse supporter le courant présumé de court-circuit correspondant à son pouvoir nominal de coupure en court-circuit pendant sa durée totale de coupure, ses déclencheurs à maximum de courant étant réglés pour leur retard maximal (voir paragraphe 8.2.4.1). Si cependant un disjoncteur normalement équipé de déclencheurs directs à maximum de courant peut également être utilisé sans ces déclencheurs, il est nécessaire de spécifier un courant de courte durée nominal.

4.3.5 Rated short-circuit breaking capacity

The rated short-circuit breaking capacity of a circuit-breaker is the value of short-circuit breaking capacity assigned to it by the manufacturer for a recovery voltage equal to the rated voltage and at a specified power-factor (or time constant). For a.c., the circuit-breaker shall be capable of breaking a current corresponding to its rated short-circuit breaking capacity irrespective of the value of the inherent d.c. component.

Unless otherwise stated, it shall be assumed that:

- 1) The short-circuit breaking capacity is constant for all values of the recovery voltage up to and including:
 - 110% of the rated voltage for rated frequencies up to and including 50 Hz(c/s) and for d.c.;
 - 105% of the rated voltage for the rated frequency of 60 Hz(c/s);
 - the value agreed upon between manufacturer and user for rated frequencies above 60 Hz(c/s).

Note. — In the areas where 60 Hz(c/s) is the prevalent frequency, it is customary to take as system voltage the average voltage appearing at the source of supply, e.g. the transformer terminals, while in those areas where 50 Hz(c/s) is the prevalent frequency, it is customary to take as system voltage the average voltage appearing at the consuming equipment.

Taking into account a voltage drop of about 5% between source and consumer, there will be a difference of 5% between the nominal system voltages assigned to otherwise identical supply systems, and this difference accounts for the difference in the recovery voltage, based on rated voltage.

- 2) For recovery voltages in excess of the above-mentioned values, no short-circuit breaking capacity is guaranteed.

4.3.6 Rated short-time current

The rated short-time current of a circuit-breaker is the value of the prospective short-circuit current which the circuit-breaker shall be required to carry in the closed position for a specified time and under the test conditions specified in Clause 8.2.5.

For a.c., the value of this current is the r.m.s. value of the prospective symmetrical short-circuit current.

A circuit-breaker not fitted with over-current releases shall have a rated short-time current not less than the prospective breaking current corresponding to the rated short-circuit breaking capacity. Unless otherwise specified, the time shall be one second.

A circuit-breaker fitted with direct over-current releases need not have a rated short-time current assigned to it because it is sufficient that such a circuit-breaker can carry the prospective short-circuit current corresponding to its rated short-circuit breaking capacity for its total break time with the over-current releases set at their maximum time-lag (see Sub-clause 8.2.4.1).

If, however, a circuit-breaker normally fitted with direct over-current releases can also be used without these releases, a rated short-time current must be assigned.

4.3.7 Cycle d'opération nominal

Le cycle d'opération nominal d'un disjoncteur doit être le suivant:

$$O - t - CO - t - CO$$

- O représente une opération d'ouverture,
- CO représente une opération de fermeture suivie immédiatement, c'est-à-dire sans délai intentionnel, d'une opération d'ouverture,
- t représente l'intervalle de temps entre deux opérations successives.

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

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

a) Pour les circuits de commande:

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

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

Par tension d'alimentation, il faut entendre la valeur de la tension mesurée aux bornes du circuit de commande, y compris tous accessoires, tels que résistances, redresseurs ou transformateurs, fournis ou indiqués par le constructeur comme étant essentiels pour le fonctionnement correct du disjoncteur, mais non compris les conducteurs reliant les bornes des enroulements, tous accessoires extérieurs et la source de la tension d'alimentation. Pour les opérations de fermeture, la tension d'alimentation ne doit pas être inférieure à 85 % lorsque le courant circulant dans le circuit de commande atteint sa valeur la plus élevée, ni supérieure à 105 % de la tension nominale d'alimentation. Les limites de la tension d'alimentation pour les opérations d'ouverture sont fixées dans les articles concernant le fonctionnement des différents éléments des disjoncteurs. La tension d'alimentation à vide ne doit pas dépasser 120 % de la tension nominale d'alimentation.

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

TABLEAU II

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

Courant continu V	Courant alternatif monophasé V	Courant alternatif triphasé V
24, 48, 110 ou 125, 220 ou 250	110 ou 127, 220	220, 380

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

4.3.7 Rated operating duty

The rated operating duty of a circuit-breaker shall be as follows:

$$O - t - CO - t - CO$$

O represents an opening operation,

CO represents a closing operation followed immediately (i. e. without intentional time interval) by an opening operation,

t represents the time interval between two successive operations.

4.4 Control circuits and air supply systems

The characteristics of control circuits and air supply systems are:

a) For control circuits:

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

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

The supply voltage is understood to be the value of the voltage measured at the terminals of the control circuit including any accessories such as resistors, rectifiers or transformers supplied or specified by the manufacturer as being essential for the correct operation of the circuit-breaker, but excluding the conductors interconnecting the winding terminals, any external accessories and the source of the supply voltage. The supply voltage for closing operations shall be not less than 85% with the highest value of control circuit current flowing, or not more than 105% of the rated supply voltage. The limits of the supply voltage for opening operations are stated in the clauses dealing with the operation of the different parts of circuit-breakers. The open circuit supply voltage shall not exceed 120% of the rated supply voltage.

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

TABLE II

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

D. C. V	Single-phase a. c. V	Three-phase a. c. V
24, 48, 110 or 125, 220 or 250	110 or 127, 220	220, 380

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

b) *Pour les dispositifs d'alimentation en air comprimé:*

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

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

Pour les disjoncteurs à commande pneumatique, la pression nominale d'alimentation est la pression qui existe immédiatement avant le fonctionnement du disjoncteur.

4.5 Types et caractéristiques des déclencheurs

4.5.1 Types

- 1) Déclencheur shunt.
- 2) Déclencheur à maximum de courant:
 - a) instantané;
 - b) à retard prédéterminé;
 - c) à temps inverse:
 - indépendant de la charge préalable;
 - dépendant de la charge préalable (par exemple: déclencheur du type thermique).
- 3) Déclencheur d'ouverture à minimum de tension.
- 4) Autres déclencheurs.

4.5.2 Caractéristiques

- 1) Déclencheur shunt et déclencheur à minimum de tension:
 - la tension nominale;
 - la nature du courant;
 - la fréquence nominale, dans le cas du courant alternatif.
- 2) Déclencheur à maximum de courant:
 - le courant nominal;
 - la nature du courant;
 - la fréquence nominale, dans le cas du courant alternatif;
 - le courant de réglage (ou le domaine de réglage);
 - le temps de réglage (ou le domaine de réglage).

Le courant nominal d'un déclencheur à maximum de courant est la valeur du courant (valeur efficace dans le cas du courant alternatif) qu'il doit être capable de supporter dans les conditions d'essai spécifiées à l'article 8.2.2 sans que l'échauffement de ses différentes parties dépasse les valeurs spécifiées aux tableaux III et IV.

b) *For air supply systems:*

- rated pressure and its limits;
- volumes of air, at atmospheric pressure, required for each closing and each opening operation.

The rated supply pressure of an electro-pneumatically controlled circuit-breaker is the air pressure upon which the operating characteristics of the pneumatic control system are based.

For pneumatically operated circuit-breakers, the rated supply pressure is the pressure immediately before the circuit-breaker is operated.

4.5 Types and characteristics of releases

4.5.1 Types

- 1) Shunt trip.
- 2) Over-current release:
 - a) instantaneous;
 - b) definite time delay;
 - c) inverse time delay:
 - independent of previous load;
 - dependent on previous load (e.g. thermal type release).
- 3) Under-voltage opening release.
- 4) Other releases.

4.5.2 Characteristics

- 1) Shunt trip and under-voltage release:
 - rated voltage;
 - kind of current;
 - rated frequency, if a.c.
- 2) Over-current release:
 - rated normal current;
 - kind of current;
 - rated frequency, if a.c.;
 - current setting (or range of settings);
 - time setting (or range of settings).

The rated normal current of an over-current release is the value of current (r.m.s., if a.c.) which it shall be required to carry under the test conditions specified in Clause 8.2.2 without the temperature rise of its several parts exceeding the values specified in Tables III and IV.

4.5.3 Courant de réglage des déclencheurs

Le courant de réglage, s'il est fixe, (ou les limites du courant de réglage, s'il est ajustable) doit être indiqué sur le déclencheur ou sur son échelle de réglage soit directement en ampères, soit en multiples du courant nominal du déclencheur.

Pour les déclencheurs indirects, les indications relatives au courant de réglage peuvent se rapporter soit au courant nominal du déclencheur, soit au courant dans le primaire du transformateur de courant qui les alimente.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le courant de réglage des déclencheurs autres que ceux du type thermique est indépendant de la température ambiante dans les limites de -5°C à 40°C et, pour les déclencheurs du type thermique, les valeurs spécifiées correspondent à une température ambiante de 20°C . Le constructeur doit être en mesure de spécifier l'influence des variations de la température de l'air ambiant.

4.5.4 Temps de réglage des déclencheurs

1) Déclencheurs à retard indépendant de la surintensité

Le temps de réglage doit être défini comme égal à la valeur en secondes de la durée d'ouverture du disjoncteur si le retard n'est pas réglable (ou aux valeurs extrêmes de la durée d'ouverture si le retard est réglable).

2) Déclencheurs à retard dépendant de la surintensité

Le temps de réglage doit être défini sous forme de tableaux ou de courbes fournis par le constructeur et indiquant comment varie le retard en fonction du courant jusqu'à une valeur d'au moins 10 fois le courant de réglage. Ces tableaux ou ces courbes doivent être donnés pour chacune des valeurs extrêmes du courant de réglage et, si le temps de réglage est réglable, également pour chacune des valeurs extrêmes du temps de réglage.

Note. — Lorsque la durée d'ouverture du disjoncteur est donnée sous forme de courbes, il est recommandé de porter le courant en abscisses et le temps en ordonnées.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, on admettra que, pour les déclencheurs autres que ceux du type thermique, la durée d'ouverture d'un disjoncteur est pratiquement indépendante de la température ambiante dans les limites de -5°C à 40°C et que, pour un disjoncteur muni de déclencheurs du type thermique, les tableaux ou les courbes donnant la durée d'ouverture correspondent à une température ambiante de 20°C . Le constructeur doit être en mesure de spécifier l'influence des variations de la température de l'air ambiant. De toute façon, il devra être précisé si les courbes se rapportent à une absence de charge préalable (c'est-à-dire à un état initial froid) ou si elles se rapportent au cas d'une charge préalable, le courant correspondant devant alors être indiqué sur les courbes.

4.6 Circuits auxiliaires

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont :

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

4.5.3 Current setting of releases

The current setting, if fixed, (or the limits of the current setting, if adjustable) shall be marked on the release or on its scale, either directly in amperes or in a multiple of the rated current of the release.

In the case of indirect releases, the markings concerning the current setting may refer either to the rated current of the release or to the current in the primary of the current transformer through which they are supplied.

Unless otherwise specified, the current setting of releases other than those of the thermal type is independent of the ambient temperature within the limits of -5°C to 40°C , and for releases of the thermal type, the values stated are for an ambient temperature of 20°C . The manufacturer shall be prepared to state the influence of variations in the ambient temperature.

4.5.4 Time setting of releases

1) *Releases, the time delay of which is independent of the over-current*

The time setting shall be stated as the duration in seconds of the opening time of the circuit-breaker, if the time delay is not adjustable (or the extreme values of the opening time, if the time delay is adjustable).

2) *Releases, the time delay of which is dependent on the over-current*

The time setting shall be stated in the form of tables or curves supplied by the manufacturer, showing how the opening time varies with the current up to a value of at least 10 times the current setting. These tables or curves must be given for each extreme value of the current setting and, if the time setting is adjustable, for each extreme value of the time setting in addition.

Note. — When the opening time of the circuit-breaker is given in the form of curves, it is recommended that the current should be plotted as abscissae and the time as ordinates.

Unless otherwise specified, it shall be assumed that the opening time of a circuit-breaker with releases other than those of the thermal type is practically independent of the ambient temperature within the limits of -5°C to 40°C , and, for a circuit-breaker with releases of the thermal type, the tables or curves of the opening time correspond to an ambient temperature of 20°C . The manufacturer shall be prepared to state the influence of variations in the ambient temperature. In all cases, it shall be stated whether the curves are based on no previous load (from cold state) or from a pre-loaded condition, the current of the pre-loading being stated with the curves.

4.6 Auxiliary circuits

The characteristics of auxiliary circuits are:

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

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

5. PLAQUES SIGNALÉTIQUES

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

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) la tension nominale et la nature du courant;
- d) le courant nominal;
- e) la fréquence nominale (s'il y a lieu);
- f) le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit (s'il est différent de celui spécifié au paragraphe 4.3.4.3) ou 4);
- g) le pouvoir nominal de coupure en court-circuit;
- h) le courant de courte durée nominal (s'il y a lieu).

Les indications suivantes, concernant les dispositifs d'ouverture et de fermeture du disjoncteur, devront figurer soit sur leurs propres plaques signalétiques, soit sur la plaque signalétique du disjoncteur :

- i) la tension nominale du dispositif de fermeture (voir paragraphe 7.7.1.2) et la fréquence nominale dans le cas du courant alternatif;
- j) la tension nominale du déclencheur shunt (voir paragraphe 7.7.2.2), du déclencheur à minimum de tension (ou du déclencheur à manque de tension) (voir paragraphe 7.7.2.4) et la fréquence nominale dans le cas du courant alternatif,
- k) le courant nominal des déclencheurs indirects à maximum de courant.

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

6. CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE

6.1 Conditions normales de service

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

6.1.1 Température de l'air ambiant

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

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

Note. — Les disjoncteurs prévus pour fonctionner dans des endroits où la température ambiante dépasse 40° C (par exemple dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à —5° C doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

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

5. NAMEPLATES

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

- a) the manufacturer's name or trade-mark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated voltage and kind of current;
- d) rated normal current;
- e) rated frequency (if any);
- f) rated short-circuit making capacity (if it differs from that specified in Sub-clause 4.3.4.3) or 4);
- g) rated short-circuit breaking capacity;
- h) rated short-time current (if applicable).

The following information concerning the opening and closing devices of the circuit-breaker shall be placed either on their own nameplates or on the nameplate of the circuit-breaker:

- i) rated voltage of the closing device (see Sub-clause 7.7.1.2) and rated frequency for a. c.;
- j) rated voltage of the shunt release (see Sub-clause 7.7.2.2), of the under-voltage release (or of the no-voltage release) (see Sub-clause 7.7.2.4) and rated frequency for a. c.;
- k) rated current of indirect over-current releases.

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

6. STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE

6.1 Normal service conditions

Circuit-breakers complying with this Recommendation shall be capable of operating under the following standard conditions.

6.1.1 Ambient temperature

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

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

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

6.1.2 Altitude

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

Note. — Pour les installations à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique de l'air et de son pouvoir réfrigérant. Les disjoncteurs prévus pour fonctionner dans ces conditions doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

6.1.3 Conditions atmosphériques

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

6.1.4 Conditions d'installation

Le disjoncteur doit être installé suivant les indications du constructeur (voir annexe C).

6.1.5 Forme et symétrie des tensions et des courants

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

7. CONDITIONS NORMALES D'ÉTABLISSEMENT

7.1 Réalisation mécanique

7.1.1 Généralités

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

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

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

Les disjoncteurs doivent être munis de dispositifs indiquant, à l'endroit d'où on les commande, la position de fermeture ou d'ouverture dans laquelle ils se trouvent.

7.1.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

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

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

7.1.3 Bornes

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

6.1.2 Altitude

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

Note. — For installation at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Circuit-breakers so used shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user.

6.1.3 Atmospheric conditions

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

6.1.4 Conditions of installation

The circuit-breaker shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions (see Appendix C).

6.1.5 Shape and symmetry of voltages and currents

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

7. STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION

7.1 Mechanical design

7.1.1 General

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

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

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

The circuit-breakers shall be provided with means for indicating their closed and opened positions at the place of operation.

7.1.2 Clearances and creepage distances

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

Note. — Recommendations are given in Appendix E.

7.1.3 Terminals

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

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

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

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

7.1.3.1 *Disposition des bornes*

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

7.1.3.2 *Borne de terre*

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

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

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

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

La borne de terre doit porter l'indication $\underline{\underline{\text{—}}}$ de façon permanente et indélébile.

7.2 **Enveloppes**

7.2.1 **Degrés de protection des enveloppes**

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

7.2.2 **Dispositions constructives**

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

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

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

7.2.3 **Isolement**

Les enveloppes métalliques doivent être disposées de façon à empêcher tout contact accidentel entre l'enveloppe et les pièces sous tension quand l'enveloppe est en place et pendant

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

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

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

7.1.3.1 *Arrangement of the terminals*

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

7.1.3.2 *Earth terminal*

The chassis, frameworks and the fixed parts of the metal enclosures of circuit-breakers shall be interconnected electrically and connected to a terminal which enables them to be earthed. This requirement can be met by the normal structural parts providing electrical continuity.

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

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

The earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

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

7.2 Enclosures

7.2.1 **Degrees of protection of enclosures**

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

7.2.2 **Mechanical details**

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

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

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

7.2.3 **Insulation**

Metallic enclosures shall be so arranged as to prevent any accidental contact between the enclosure and live parts when the enclosure is in place and during opening and closing of the

l'ouverture et la fermeture de l'enveloppe. Si, dans ce but, l'intérieur des enveloppes est garni complètement ou partiellement d'un revêtement isolant, celui-ci doit être fixé d'une façon sûre aux enveloppes.

7.3 Echauffement

7.3.1 Résultats à obtenir

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

7.3.2 Température de l'air ambiant

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

7.3.3 Circuit principal

Le circuit principal d'un disjoncteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter le courant nominal de l'appareil sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au tableau IV.

7.3.4 Circuits de commande

Les circuits de commande (y compris les dispositifs de commande) utilisés pour les opérations de fermeture et d'ouverture d'un disjoncteur doivent permettre de réaliser le cycle d'opération nominal prévu aux articles 4.3.7, 8.2.4.2 et 8.2.4.7.2 sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées aux tableaux III et IV.

7.3.5 Circuits auxiliaires

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

TABLEAU III

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

Classe des matières isolantes	Limite d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance)	
	Bobines dans l'air	Bobines dans l'huile
Y	50° C	—
A	65° C	60° C
E	80° C	60° C
B	90° C	60° C
F	115° C	—
H	140° C	—

enclosure. If, for this purpose, the enclosures are partly or completely lined with insulating material, this lining shall be securely fixed to the enclosures.

7.3 Temperature rise

7.3.1 Results to be obtained

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

7.3.2 Ambient temperature

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

7.3.3 Main circuit

The main circuit of a circuit-breaker, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying the rated normal current of the apparatus without the temperature rises exceeding the limits specified in Table IV.

7.3.4 Control circuits

The control circuits (including control devices) used for the closing and opening operations of a circuit-breaker shall permit the rated operating duty, as specified in Clauses 4.3.7, 8.2.4.2 and 8.2.4.7.2, to be carried out without the temperature rises exceeding the limits specified in Tables III and IV.

7.3.5 Auxiliary circuits

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

TABLE III

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

Class of insulating materials	Temperature-rise limit measured by resistance variation	
	Coils in air	Coils in oil
Y	50° C	—
A	65° C	60° C
E	80° C	60° C
B	90° C	60° C
F	115° C	—
H	140° C	—

TABLEAU IV

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature de la matière Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au thermomètre ou au couple thermoélectrique)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires): – en cuivre – en argent ou avec plaquettes d'argent – en tous autres métaux ou métaux frittés Pièces de contact en cuivre dans l'huile Pièces de contact en argent ou avec plaquettes d'argent, dans l'huile	45° C (1) (2) 40° C 50° C
Conducteurs nus, y compris les bobines non isolées	(1)
Pièces métalliques formant ressort	(3)
Pièces métalliques à l'endroit d'une soudure à l'étain dans le cas où la soudure est le mode principal de raccordement mécanique des pièces	60° C
Pièces métalliques se trouvant en contact avec des isolants	(4)
Pièces en métal ou en matière isolante en contact avec l'huile	50° C
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	50° C (5)
Organes de commande manœuvrés à la main (poignées, leviers, volants, etc.): – Pièces métalliques – Pièces en matière isolante	15° C 25° C
Huile des appareils à huile (mesure effectuée à la partie supérieure de l'huile) ..	40° C
(1) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (2) A déterminer suivant les qualités des métaux employés, et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (3) La température ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre, cela implique une température totale n'excédant pas 75° C. (4) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes. (5) Lorsque l'on sait que les bornes seront reliées à des conducteurs nus ou à des conducteurs isolés avec des matières de classes A, E, B, F ou H, ou munis d'une gaine d'une telle matière, un échauffement de 65° C est admis.	

TABLE IV

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit measured by thermometer or thermocouple
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts): – copper – silver or silver-faced – all other metals or sintered metals Copper contact parts in oil Silver or silver-faced contact parts in oil	45° C (1) (2) 40° C 50° C
Bare conductors including non insulated coils	(3)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in the neighbourhood of a tin-soldered joint when soldering is the main method for mechanical junction of the parts	60° C
Metallic parts in contact with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	50° C
Terminals for external insulated connections	50° C (5)
Manual operating means (handles, levers, wheels, etc.): – Parts of metal – Parts of insulating material	15° C 25° C
Oil in oil apparatus (measured at the upper part of the oil)	40° C
(1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (2) To be specified according to the properties of the metals used, and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (3) The temperature should not reach a value such that the elasticity of the material is impaired. For pure copper, this implies a total temperature not exceeding 75° C. (4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials. (5) When it is known that the terminals will be connected to bare conductors or conductors insulated with Class A, E, B, F or H materials, or provided with a sleeve of such material, a temperature rise of 65° C is permitted.	

7.4 Qualités diélectriques

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

7.5 Pouvoir de coupure

Le disjoncteur doit être capable de couper n'importe quel courant jusqu'à son pouvoir nominal de coupure en court-circuit, conformément aux articles 4.3.5 et 8.2.4.

7.6 Robustesse mécanique

Le disjoncteur doit être capable d'effectuer à vide (c'est-à-dire sans courant dans le circuit principal) un certain nombre de cycles de manœuvre dans les conditions d'essai précisées au paragraphe 8.2.6.3. Chaque cycle de manœuvre consiste en une opération de fermeture et une opération d'ouverture.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement par le constructeur, le nombre de cycles de manœuvre doit être conforme au tableau V suivant :

TABLEAU V

Nombre de cycles de manœuvre

Courant nominal en ampères	Disjoncteurs pour lesquels un entretien est prévu		Disjoncteurs pour lesquels aucun entretien n'est prévu
	Sans entretien ni réglage	Avec entretien *) (durée de vie)	
63– 314 A	1 000	20 000	8 000
315–1 249 A	500	10 000	4 000
1 250–2 499 A	500	5 000	–
≥ 2 500 A	suivant accord entre le constructeur et l'utilisateur		

*) Des instructions détaillées devront être demandées au constructeur sur les réglages ou l'entretien nécessaires à l'accomplissement par le disjoncteur du nombre de cycles de manœuvre indiqué dans cette colonne.

7.7 Conditions de fonctionnement

7.7.1 Fonctionnement à la fermeture

7.7.1.1 Fermeture dépendante à main

Pour qu'un disjoncteur soit fermé avec sécurité lorsqu'il doit établir un courant correspondant à son pouvoir nominal de fermeture en court-circuit, il est essentiel qu'il soit manœuvré avec la même vitesse et la même force qu'au cours des essais de type de vérification du pouvoir de fermeture en court-circuit.

Pour un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main avec lequel le succès d'une opération de fermeture en service dépend de la vitesse et de la force avec lesquelles il est fermé dans chaque cas, c'est-à-dire de l'habileté et de la vigueur physique de l'opérateur, il n'est pas possible de spécifier une valeur inconditionnelle du pouvoir nominal de fermeture en court-circuit. Il est donc recommandé de ne pas utiliser un tel disjoncteur dans des circuits pour lesquels la valeur de crête du courant présumé établi dépasse 30 kA.

7.4 Dielectric properties

The circuit-breaker shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in Clause 8.2.3.

7.5 Breaking capacity

The circuit-breaker shall be capable of breaking any current up to its rated short-circuit breaking capacity according to Clauses 4.3.5 and 8.2.4.

7.6 Mechanical endurance

The circuit-breaker shall be capable of carrying out a certain number of operating cycles on no-load (i.e. without current in the main circuit) under the test conditions laid down in Sub-clause 8.2.6.3. Each operating cycle shall consist of one closing operation and one opening operation.

Unless otherwise specified by the manufacturer, the number of operating cycles shall be in accordance with the following Table V:

TABLE V
Number of operating cycles

Rated normal current in amperes	Circuit-breakers designed to be maintained		Circuit-breakers designed not to be maintained
	Without maintenance or adjustment	With maintenance *) (design life)	
63– 314 A	1 000	20 000	8 000
315–1 249 A	500	10 000	4 000
1 250–2 499 A	500	5 000	–
≥ 2 500 A	To be agreed between manufacturer and user		

*) Advice should be sought from the manufacturer on the details of the adjustments or maintenance required to enable the circuit-breaker to perform the number of operating cycles in this column.

7.7 Operating conditions

7.7.1 Closing

7.7.1.1 Dependent manual closing

For a circuit-breaker to be closed safely on to the making current corresponding to its rated short-circuit making capacity, it is essential that it be operated with the same speed and the same firmness as during the type test for proving the short-circuit making capacity.

For a circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism with which the success of a closing operation in service depends on the speed and firmness with which it is closed on each occasion, i.e. the skill and the physical strength of the operator, it is not possible to assign an unconditional short-circuit making capacity rating. It is recommended therefore that such a circuit-breaker should not be used in circuits having a prospective peak making current exceeding 30 kA.

Pour un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main avec lequel le succès d'une opération de fermeture en service ne dépend pas de la vitesse ni de la force avec lesquelles il est fermé dans chaque cas, il est possible de spécifier un pouvoir nominal de fermeture en court-circuit.

7.7.1.2 Fermeture dépendante par dispositif électrique

Le dispositif électrique de fermeture, y compris s'il y a lieu les relais intermédiaires de commande, doit être capable d'assurer la fermeture du disjoncteur dans tous les cas, depuis le fonctionnement à vide jusqu'à celui correspondant au pouvoir de fermeture nominal, pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 85 % et 105 % de la tension nominale et, en courant alternatif, à la fréquence nominale.

A 105 % de la tension nominale, la fermeture, lorsque le courant établi par le disjoncteur est nul, doit être assurée sans qu'il en résulte aucune détérioration de l'appareil.

A 85 % de la tension nominale, la fermeture doit être assurée lorsque le courant établi par le disjoncteur est égal à son pouvoir de fermeture nominal dans les limites permises par le fonctionnement de ses relais ou déclencheurs et, si une valeur maximale est spécifiée pour la durée de fermeture, en un temps n'excédant pas cette durée.

7.7.1.3 Fermeture dépendante par dispositif à air comprimé

Un dispositif de fermeture par air comprimé, alimenté par une source extérieure, doit être capable d'assurer la fermeture du disjoncteur dans tous les cas, depuis le fonctionnement à vide jusqu'à celui correspondant au pouvoir de fermeture nominal, si la pression d'air mesurée immédiatement avant l'opération de fermeture demeure entre les valeurs limites P_{\min} et P_{\max} de la pression nominale d'alimentation.

Les valeurs P_{\min} et P_{\max} doivent être indiquées par le constructeur.

A la pression P_{\max} , la fermeture, lorsque le courant établi par le disjoncteur est nul, doit être assurée sans qu'il en résulte aucune détérioration de l'appareil.

A la pression P_{\min} , la fermeture doit être assurée lorsque le courant établi par le disjoncteur est égal à son pouvoir de fermeture nominal dans les limites permises par le fonctionnement de ses relais ou déclencheurs et, si une valeur maximale est spécifiée pour la durée de fermeture, en un temps n'excédant pas cette durée.

7.7.1.4 Fermeture par accumulation d'énergie

Lorsque le mécanisme d'accumulation d'énergie est commandé à la main, le sens dans lequel s'effectue cette opération doit être indiqué.

Lorsque le mécanisme d'accumulation d'énergie est commandé par une source d'énergie extérieure, un dispositif indiquant que le mécanisme est complètement armé doit être prévu. Les organes moteurs des mécanismes d'accumulation ainsi que les organes de commande de fermeture doivent être capables de fonctionner lorsque leur tension d'alimentation est comprise entre 85 % et 105 % de sa valeur nominale.

Note. — Il est important de s'assurer que le commencement de la fermeture définitive du disjoncteur n'est possible que lorsque le mécanisme de fermeture est suffisamment armé.

7.7.2 Fonctionnement à l'ouverture

7.7.2.1 Généralités

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, les disjoncteurs dont l'ouverture est automatique doivent être à déclenchement libre et l'énergie nécessaire à leur ouverture doit être emmagasinée avant l'achèvement de l'opération de fermeture.

For a circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism with which the success of a closing operation in service does not depend on the speed and firmness with which it is closed on each occasion, it is possible to assign a rated short-circuit making capacity.

7.7.1.2 *Dependent power closing (electrical)*

The power-operated closing mechanism, including intermediate control relays when necessary, shall be capable of securing the closing of the circuit-breaker in any condition between no-load and its rated making capacity, at any supply voltage between 85 % and 105 % of the rated voltage, and, when a.c., at the rated frequency.

At 105 % of the rated voltage, the closing operation performed on no-load shall not cause any damage to the circuit-breaker.

At 85 % of the rated voltage, the closing operation shall be performed when the current established by the circuit-breaker is equal to its rated making capacity within the limits allowed by the operation of its relays or releases, and if a maximum time limit is stated for the closing operation, in a time not exceeding this maximum time limit.

7.7.1.3 *Dependent power closing (pneumatic)*

A compressed air closing mechanism supplied from an external source shall be capable of securing the closing of the circuit-breaker in any condition between no-load and its rated making capacity, when the air pressure measured immediately before the closing operation is between the limiting values P_{\min} and P_{\max} of the rated supply pressure.

The values P_{\min} and P_{\max} must be stated by the manufacturer.

At the pressure P_{\max} , the closing operation performed on no-load shall not cause any damage to the circuit-breaker.

At the pressure P_{\min} , the closing operation shall be performed when the current established by the circuit-breaker is equal to its rated making capacity, within the limits allowed by the operation of its relays or releases, and, if a maximum time limit is stated for the closing operation, in a time not exceeding this maximum time limit.

7.7.1.4 *Stored energy closing*

When the energy storing mechanism is manually operated, the direction of operation shall be indicated.

When the energy storing mechanism is power operated, a device which indicates when the mechanism is fully charged shall be provided. Motors for charging mechanism as well as the closing control components shall be capable of operating when the auxiliary supply voltage is between 85 % and 105 % of its rated value.

Note. — It is important to ensure that the initiation of the final closing of the circuit-breaker is not possible until the closing mechanism is sufficiently charged.

7.7.2 **Opening**

7.7.2.1 *General*

Unless otherwise specified, circuit-breakers which open automatically shall be trip-free and have their energy for the opening operation stored prior to the completion of the closing operation.

7.7.2.2 Ouverture par déclencheur shunt

Un déclencheur shunt d'ouverture doit fonctionner correctement pour toutes les valeurs de la tension d'alimentation comprises entre 70 % et 120 % de sa tension nominale et dans toutes les conditions de fonctionnement d'un disjoncteur jusqu'au pouvoir nominal de coupure en court-circuit de ce disjoncteur.

7.7.2.3 Ouverture par déclencheur à maximum de courant

Le fonctionnement d'un déclencheur à maximum de courant doit être assuré pour toutes les valeurs du courant de réglage dans les conditions suivantes :

Pour un déclencheur d'un type autre que thermique, avec une précision de $\pm 10\%$, c'est-à-dire que l'ouverture du disjoncteur ne doit pas se produire tant que le courant ne dépasse pas 0,9 fois le courant de réglage et qu'elle doit se produire sûrement lorsqu'il atteint 1,10 fois le courant de réglage.

Pour un déclencheur du type thermique, toutes les corrections relatives à la température de l'air ambiant ayant été effectuées et tous les pôles étant parcourus par du courant :

- à 1,05 fois le courant de réglage, le déclenchement ne doit pas s'effectuer en moins de 2 heures en partant de l'état froid, c'est-à-dire avec le déclencheur à la température ambiante,
- à 1,20 fois le courant de réglage, le déclenchement doit s'effectuer en moins de 2 heures en partant de l'état chaud, c'est-à-dire avec le déclencheur à la température de régime qui correspond au courant de réglage.

7.7.2.4 Ouverture par déclencheur à minimum de tension

1) Tension de fonctionnement

Un déclencheur à minimum de tension doit provoquer l'ouverture du disjoncteur même lorsque la tension décroît lentement, à la fréquence nominale, pour une valeur comprise entre 70 % et 35 % de sa tension nominale.

Note. — Un déclencheur à manque de tension est un type particulier de déclencheur à minimum de tension dans lequel la tension de fonctionnement est comprise entre 35 % et 10 % de la tension nominale d'alimentation.

Un déclencheur à minimum de tension doit empêcher la fermeture du disjoncteur lorsque la tension d'alimentation est inférieure à 35 % de la tension nominale du déclencheur ; il ne doit pas empêcher la fermeture pour une tension d'alimentation égale ou supérieure à 85 %.

2) Temps de fonctionnement

Pour un déclencheur à minimum de tension à temporisation déterminée, le retard doit être mesuré depuis l'instant où la tension atteint la valeur de fonctionnement jusqu'à l'instant où le déclencheur actionne le mécanisme de déclenchement du disjoncteur.

7.7.2.2 *Opening by shunt trip*

A shunt trip shall operate correctly at all values of supply voltage between 70% and 120% of its rated voltage, under all operating conditions of a circuit-breaker up to the rated short-circuit breaking capacity of this circuit-breaker.

7.7.2.3 *Opening by over-current release*

The operation of an over-current release must be assured for all values of current setting under the following conditions:

For a release other than the thermal type, with an accuracy of $\pm 10\%$, i.e. that the circuit-breaker shall not open while the current is less than 0.9 times the current setting and shall open with certainty when it reaches 1.10 times the current setting.

For a release of the thermal type, all corrections relative to the ambient temperature having been made and with all the poles loaded:

- at 1.05 times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 hours starting from the cold state, i.e. with the release at the ambient temperature,
- at 1.20 times the current setting, tripping shall occur in less than 2 hours starting from the hot state, i.e. with the release at the working temperature corresponding to the current setting.

7.7.2.4 *Opening by under-voltage release*

1) *Operating voltage*

An under-voltage release shall operate to open the circuit-breaker even on a slowly falling voltage, at rated frequency, at a value between 70% and 35% of its rated voltage.

Note — A no-voltage release is a special form of under-voltage release in which the operating voltage is between 35% and 10% of the rated supply voltage.

An under-voltage release shall prevent the closing of the circuit-breaker when the supply voltage is below 35% of the rated voltage of the release; it shall not prevent closing for a supply voltage equal to or above 85%.

2) *Operating time*

For a time-lag under-voltage release, the time-lag must be measured from the instant when the voltage reaches the operating value until the instant when the release actuates the tripping device of the circuit-breaker.

8. ESSAIS

8.1 Vérification des caractéristiques des disjoncteurs

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques des disjoncteurs comprennent :

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

Les essais de type comprennent :

- a) la vérification des limites d'échauffement (article 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (article 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit (article 8.2.4);
- d) la vérification de la tenue au courant de courte durée nominal (s'il y a lieu) (article 8.2.5);
- e) la vérification du fonctionnement mécanique et de la robustesse mécanique (article 8.2.6).

Note. — Les essais relatifs aux conditions atmosphériques de l'article 6.1.3 sont à l'étude.

Les essais individuels comprennent :

- a) les essais de fonctionnement mécanique (article 8.3.1);
- b) l'étalonnage des déclencheurs (article 8.3.2);
- c) les essais diélectriques (article 8.3.3).

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

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

8.2 Essais de type

8.2.1 Généralités

Le disjoncteur à essayer doit être conforme dans tous ses détails essentiels aux dessins du type qu'il représente.

8.2.2 Vérification des limites d'échauffement

8.2.2.1 Température de l'air ambiant

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

Note. — Pour éviter toute erreur d'indication due à un changement rapide de température, le thermomètre pourra être placé dans une petite bouteille contenant environ 1/2 litre d'huile.

8.2.2.2 Essais d'échauffement du circuit principal

Les essais d'échauffement du circuit principal doivent être faits sur un disjoncteur neuf muni de contacts propres.

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

8. TESTS

8.1 Verification of the characteristics of circuit-breakers

The tests to verify the characteristics of circuit-breakers include:

- type tests (Clause 8.2);
- routine tests (Clause 8.3);
- special tests.

Type tests include:

- a*) verification of temperature-rise limits (Clause 8.2.2);
- b*) verification of the dielectric properties (Clause 8.2.3);
- c*) verification of rated short-circuit making and breaking capacities (Clause 8.2.4);
- d*) verification of the ability to carry rated short-time current (if required) (Clause 8.2.5);
- e*) verification of mechanical operation and endurance (Clause 8.2.6).

Note. — Tests to meet the atmospheric conditions of Clause 6.1.3 are under consideration.

Routine tests include:

- a*) mechanical operation tests (Clause 8.3.1);
- b*) calibration of releases (Clause 8.3.2);
- c*) dielectric tests (Clause 8.3.3).

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

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

8.2 Type tests

8.2.1 General

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

8.2.2 Verification of temperature-rise limits

8.2.2.1 Ambient temperature

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

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

8.2.2.2 Temperature-rise tests of the main circuit

The tests for temperature rise of the main circuit shall be made on a new circuit-breaker with clean contacts.

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

Les connexions provisoires de raccordement au circuit principal doivent être effectuées de telle sorte qu'aucune quantité anormale de chaleur ne soit enlevée du disjoncteur pendant l'essai. A moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, le type et la section des connexions provisoires doivent être conformes aux indications du constructeur et leurs caractéristiques particulières doivent être mentionnées dans le compte rendu d'essai.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, l'échauffement en n'importe quel point des connexions d'essai ne doit pas être inférieur à 80 % de la valeur réelle de l'échauffement aux bornes du disjoncteur.

Dans le cas d'un disjoncteur non muni de déclencheurs série, ou muni de déclencheurs de même courant nominal que lui, l'essai doit être fait avec le courant nominal du disjoncteur.

Dans le cas d'un disjoncteur muni de déclencheurs série dont le courant nominal est inférieur à celui du disjoncteur, deux essais doivent être effectués:

- a) Un essai sur le disjoncteur muni de déclencheurs série ayant un courant nominal égal au sien, avec un courant égal à son courant nominal.
- b) Un essai sur le disjoncteur muni des déclencheurs prévus, avec un courant égal au courant nominal de ces déclencheurs.

Tous les essais doivent être faits à la fréquence nominale du disjoncteur.

Note. — Si les déclencheurs peuvent être séparés du disjoncteur et s'il est évident que l'échauffement du disjoncteur est sans influence appréciable sur celui des déclencheurs, l'essai b) peut être remplacé par un essai sur les déclencheurs seuls.

Chaque essai doit être effectué pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 degré Celsius par heure.

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

8.2.2.3 Essais d'échauffement des circuits de commande

Les essais d'échauffement des circuits de commande (y compris les dispositifs de commande) doivent être effectués avec la nature spécifiée du courant d'alimentation et, s'il s'agit de courant alternatif, à la fréquence nominale. Les dispositifs de commande doivent être essayés à leur tension nominale.

Les dispositifs prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 degré Celsius par heure.

Pour les circuits alimentés seulement pendant les opérations de fermeture et d'ouverture, les essais sont faits dans les conditions suivantes:

- a) Lorsque le disjoncteur est muni d'un dispositif ouvrant automatiquement le circuit à la fin de l'opération, le dispositif doit être alimenté 10 fois de suite, l'intervalle de temps entre deux mises sous tension successives n'excédant pas 10 secondes.
- b) Lorsque le disjoncteur n'a pas de dispositif ouvrant automatiquement le circuit à la fin de l'opération, le circuit est alimenté 10 fois de suite, l'intervalle de temps entre deux mises sous tension successives n'excédant pas 10 secondes, la durée de chaque mise sous tension étant de 1 seconde et, après refroidissement complet, 1 fois pendant une durée de 10 secondes.

Temporary connections to the main circuit shall be such that no abnormal amount of heat is conducted away from the circuit-breaker during the test. Unless otherwise agreed between manufacturer and user, the type and cross-section of the temporary connections shall be as specified by the manufacturer, and particulars shall be recorded in the test report.

Unless otherwise specified, the temperature rise at any point of the test connections should be not less than 80% of the actual value for the temperature rise of the terminals of the circuit-breaker.

For a circuit-breaker not fitted with series connected releases, or fitted with releases having the same rated normal current as the circuit-breaker, the test shall be made at the rated normal current of the circuit-breaker.

For a circuit-breaker fitted with series connected releases having a rated normal current less than that of the circuit-breaker, two tests shall be made:

- a) A test of the circuit-breaker fitted with series connected releases having a rated normal current equal to that of the circuit-breaker and made with a current equal to the rated normal current of the circuit-breaker.
- b) A test of the circuit-breaker fitted with the intended releases and made with a current equal to the rated normal current of these releases.

All the tests shall be made at the rated frequency of the circuit-breaker.

Note. — If the releases can be removed from the circuit-breaker, and if it is evident that the temperature rise of the circuit-breaker does not appreciably influence that of the releases, test b) above may be replaced by a test of the releases alone.

Each test shall be made for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 Celsius degree per hour.

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

8.2.2.3 *Temperature-rise tests of control circuits*

The temperature-rise tests of control circuits (including control devices) shall be made with the specified kind of supply current and, in the case of a.c., at the rated frequency. Control devices shall be tested at their rated voltage.

Devices intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady state value. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 Celsius degree per hour.

For closing and tripping circuits energized only during the closing and opening operations, the tests shall be made under the following conditions:

- a) When the circuit-breaker is provided with a device which automatically opens the circuit at the end of the operation, the device shall be energized 10 times successively, the time interval between two successive energizings not exceeding 10 seconds.
- b) When the circuit-breaker has no automatic device for opening the circuit at the end of the operation, the circuit is energized 10 times successively, the time interval between two successive energizings not exceeding 10 seconds and the duration of each energizing being 1 second, and, after complete cooling, once for a duration of 10 seconds.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux III et IV.

8.2.2.4 *Essais d'échauffement des circuits auxiliaires*

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires doivent être effectués à leur courant nominal et à leur fréquence nominale.

Les circuits prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante.

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

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

8.2.2.5 *Mesure de la température des organes*

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

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

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

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

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

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

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

où T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius. Une méthode plus simple donnant des résultats à peine moins exacts peut être utilisée dans la plupart des essais: elle consiste à calculer l'échauffement en admettant qu'une augmentation de 0,4% de la résistance représente 1 degré Celsius d'augmentation de la température.

8.2.2.6 *Echauffement d'un organe*

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

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 III and IV.

8.2.2.4 *Temperature-rise tests of auxiliary circuits*

The temperature-rise tests of auxiliary circuits shall be carried out at their rated current and frequency.

Circuits intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a constant value.

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

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

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

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

Bulbs of thermometers or thermocouples shall be protected against cooling from outside. The protected area shall, however, be a negligible part of the cooling area of the part under test.

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

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

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

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

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

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

8.2.2.6 *Temperature rise of a part*

The temperature rise of a part is the difference between the temperature of this part measured in accordance with Sub-clause 8.2.2.5 and the ambient temperature measured in accordance with Sub-clause 8.2.2.1.

8.2.2.7 Corrections

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

8.2.3 Vérification des qualités diélectriques

8.2.3.1 Etat du disjoncteur pour les essais

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

Dans le cas où le socle du disjoncteur est en matière isolante, des pièces métalliques doivent être placées à tous les points de fixation suivant les conditions normales d'installation du disjoncteur et ces pièces sont considérées comme faisant partie du bâti du disjoncteur. Lorsque le disjoncteur est placé dans une enveloppe isolante, celle-ci doit être recouverte d'une feuille métallique reliée au bâti. Si la manivelle de commande est métallique, elle doit être reliée au bâti; si elle est en matière isolante, elle doit être recouverte d'une feuille métallique reliée au bâti.

Lorsque la rigidité diélectrique du disjoncteur dépend d'un enrubannage des conducteurs ou de l'emploi d'une isolation spéciale, cet enrubannage ou cette isolation spéciale doit être également utilisé lors des essais.

8.2.3.2 Points d'application de la tension d'essai

A) Circuit principal

Pour ces essais, les circuits de commande et les circuits auxiliaires doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant une minute dans les conditions suivantes:

a) le disjoncteur étant fermé:

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

b) le disjoncteur étant ouvert:

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

B) Circuits de commande et circuits auxiliaires

Pour ces essais, le circuit principal doit être raccordé au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant une minute dans les conditions suivantes:

- 1) entre l'ensemble des circuits de commande et des circuits auxiliaires réunis entre eux et le bâti du disjoncteur;
- 2) s'il y a lieu, entre chacune des parties des circuits de commande et des circuits auxiliaires pouvant se trouver isolée des autres en service normal et l'ensemble des autres parties réunies entre elles.

Note. — Les moteurs, instruments et autres appareils auxiliaires peuvent être débranchés et essayés séparément conformément à la recommandation correspondante.

8.2.2.7 *Corrections*

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

8.2.3 *Verification of the dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the circuit-breaker for tests*

Dielectric tests shall be made on new circuit-breakers mounted as under service conditions, including internal wiring, and in a clean and dry condition.

When the base of the circuit-breaker is of insulating material, metallic parts shall be placed at all the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the circuit-breaker and these parts shall be considered as part of the frame of the circuit-breaker. When the circuit-breaker is in an insulating enclosure, the latter shall be covered by a metal foil connected to the frame. If the operating handle be metallic, it shall be connected to the frame; if it be of insulating material, it shall be covered by a metal foil connected to the frame.

When the dielectric strength of the circuit-breaker is dependent upon the taping of leads or the use of special insulation, such taping or special insulation shall also be used during the tests.

8.2.3.2 *Application of the test voltage*

A) *Main circuit*

For these tests, the control and auxiliary circuits shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for one minute as follows:

- a) with the circuit-breaker closed:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the circuit-breaker;
 - 2) between each pole and all the other poles connected to the frame of the circuit-breaker;
- b) with the circuit-breaker open:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the circuit-breaker;
 - 2) between the terminals of one side connected together and the terminals of the other side connected together.

B) *Control and auxiliary circuits*

For these tests, the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for one minute as follows:

- 1) between all the control and auxiliary circuits connected together and the frame of the circuit-breaker;
- 2) where appropriate, between each part of the control and auxiliary circuits which may be insulated from the other parts during normal operation and all the other parts connected together.

Note. — Motors, instruments and other auxiliary apparatus may be disconnected during these tests and tested separately, in accordance with the relevant Recommendation.

8.2.3.3 Valeur de la tension d'essai

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale; sa fréquence doit être comprise entre 45 et 65 Hz.

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

a) Pour le circuit principal: conforme au tableau VI ci-après.

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

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

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

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

Note. — Les tensions appliquées à des moteurs, instruments et autres appareils auxiliaires, lorsqu'ils sont essayés séparément, doivent être conformes aux indications de la recommandation correspondante.

TABLEAU VI

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

8.2.4 Vérification des pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit

8.2.4.1 Etat du disjoncteur pour les essais

Le disjoncteur en essai doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Un disjoncteur prévu pour être placé dans une enveloppe doit être essayé dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il sera installé. Son mécanisme de commande doit être manœuvré dans les conditions spécifiées. Si le mécanisme est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté à la tension minimale ou à la pression minimale spécifiée aux paragraphes 7.7.1.2 et 7.7.1.3. on doit vérifier que le disjoncteur fonctionne correctement à vide lorsqu'il est manœuvré dans les conditions ci-dessus.

Un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main avec lequel le succès d'une opération de fermeture en service ne dépend pas de la vitesse, ni de la force avec lesquelles il est fermé dans chaque cas doit être essayé à la fermeture à toute une gamme de vitesses afin de vérifier que l'opération s'effectue de façon satisfaisante tout le long de cette gamme.

8.2.3.3 Value of the test voltage

The test voltage shall have a practically sinusoidal wave form and a frequency between 45 and 65 Hz (c/s).

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

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

b) For control circuits and auxiliary circuits:

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

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

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

Note. — The voltages applied to motors, instruments and other auxiliary apparatus, when tested separately, shall be in accordance with the relevant Recommendation.

TABLE VI

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

8.2.4 Verification of rated short-circuit making and breaking capacities

8.2.4.1 Condition of the circuit-breaker for tests

The circuit-breaker under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. A circuit-breaker intended to be enclosed shall be tested in the same type of enclosure as that in which it will be installed. Its control mechanism shall be operated under the specified conditions. If the mechanism be electrically or pneumatically controlled, it shall be supplied at the minimum voltage or the minimum pressure as specified in Sub-clauses 7.7.1.2 and 7.7.1.3. It shall be verified that the circuit-breaker operates correctly on no-load when it is operated in the above conditions.

A circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism with which the success of a closing operation in service does not depend on the speed and firmness with which it is closed on each occasion, shall be closed on test over a range of speeds to verify satisfactory operation throughout this range.

Si la durée d'ouverture d'un disjoncteur équipé de déclencheurs directs à maximum de courant réglables dépend de façon appréciable de la valeur des réglages, deux essais doivent être effectués :

- 1) avec le déclencheur réglé pour le courant maximal et le retard maximal (ce qui correspond à une composante apériodique minimale);
- 2) avec le déclencheur réglé pour le courant minimal et le retard minimal (ce qui correspond à une composante apériodique maximale).

On pourra procéder à l'entretien du disjoncteur entre les deux séries d'essais.

Dans le cas d'un disjoncteur non équipé de déclencheurs à maximum de courant, mais équipé d'un autre type de déclencheur tel qu'un déclencheur shunt, ce déclencheur sera alimenté à une tension égale à la tension minimale de fonctionnement du déclencheur appliquée au plus tôt au commencement du court-circuit.

8.2.4.2 Essais normaux

Les essais normaux pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit consistent en une série d'opérations de fermeture et de coupure comme spécifié à l'article 4.3.7.

L'intervalle de temps «*t*» entre deux opérations successives doit être compris entre 15 secondes et 3 minutes.

La valeur réelle de «*t*» doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

Les essais doivent être effectués à 100 % au moins du pouvoir nominal de fermeture en court-circuit et à 100 % au moins du pouvoir nominal de coupure en court-circuit.

Note. — Pour les disjoncteurs qui présentent un courant critique soit à la fermeture soit à la coupure, un essai supplémentaire de fermeture ou de coupure doit être effectué pour cette valeur de courant.

Pour ces essais, le côté sous tension du circuit d'essai sera raccordé aux bornes correspondantes du disjoncteur telles qu'elles ont été repérées par le constructeur. En l'absence de tels repères, le côté sous tension du circuit d'essai sera relié à celui des côtés du disjoncteur qui donnera les conditions les plus sévères. S'il existe un doute sur la condition la plus sévère, le disjoncteur doit être essayé dans les deux cas.

8.2.4.3 Fréquence du circuit d'essai dans le cas du courant alternatif

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit doivent être effectués à la fréquence nominale du disjoncteur dans la mesure où l'installation d'essai le permet. Dans le cas contraire, les essais sont encore considérés comme valables si la fréquence au cours de l'essai ne s'écarte pas de plus de $\pm 25\%$ de la fréquence nominale du disjoncteur. Toutefois, si le pouvoir de coupure nominal dépend essentiellement de la valeur de la fréquence, la tolérance ne doit pas dépasser $\pm 5\%$.

8.2.4.4 Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit

Les figures 1, 2 et 3 représentent respectivement les schémas des circuits à utiliser pour les essais :

- d'un disjoncteur tripolaire en courant triphasé (figure 1);
- d'un disjoncteur bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 2);
- d'un disjoncteur unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 3).

Note. — Les essais en courant monophasé d'un seul pôle d'un disjoncteur multipolaire ne sont pas prévus dans cette recommandation et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

If the opening time of a circuit-breaker fitted with adjustable over-current series releases is affected significantly over the range adjustments, two tests shall be made:

- 1) with the release adjusted for the maximum current setting and maximum delay (thus keeping the d.c. component to a minimum);
- 2) with the release adjusted for the minimum current setting and minimum delay (thus keeping the d.c. component to a maximum).

It shall be permissible to do maintenance on the circuit-breaker between the two series of tests.

For circuit-breakers without over-current releases but fitted with another kind of release such as a shunt release, this release shall be energized by the application of a voltage equal to the minimum operating voltage of the release, at a time not earlier than that of the initiation of the short-circuit.

8.2.4.2 *Standard tests*

Standard tests for the verification of short-circuit making and breaking capacities consist of a series of making and breaking operations as specified in Clause 4.3.7.

The time interval “*t*” between two successive operations shall be between 15 seconds and 3 minutes.

The actual value of “*t*” shall be stated in the test report.

Tests shall be made at not less than 100 % of the rated short-circuit making capacity and at not less than 100 % of the rated short-circuit breaking capacity.

Note. — For those circuit-breakers which exhibit a critical current during either making or breaking, an additional making or breaking test shall be carried out at that current value.

For these tests, the live side of the test circuit shall be connected to the corresponding terminals of the circuit-breaker as marked by the manufacturer. In the absence of such markings, the live side of the test circuit shall be connected to that side of the circuit-breaker which gives the more severe conditions. If there is a doubt as to which is the more severe condition, the circuit-breaker shall be tested on both conditions.

8.2.4.3 *Frequency of the test circuit for a.c.*

Tests for the verification of short-circuit making and breaking capacities shall be made at the rated frequency of the circuit-breaker as far as the testing station permits. If this is impossible, tests are considered as valid if the frequency during the test does not differ by more than $\pm 25\%$ from the rated frequency of the circuit-breaker. If, however, the rated breaking capacity is essentially dependent on the value of frequency, the tolerance shall not exceed $\pm 5\%$.

8.2.4.4 *Test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities*

Figures 1, 2 and 3 respectively give the diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a triple-pole circuit-breaker on three-phase a.c. (Figure 1);
- a double-pole circuit-breaker on single-phase a.c. or on d.c. (Figure 2);
- a single-pole circuit-breaker on single-phase a.c. or on d.c. (Figure 3).

Note. — Single-phase tests on a single pole of a multipole circuit-breaker are not dealt with in this Recommendation and are subject to an agreement between manufacturer and user.

La source S alimente un circuit comprenant des résistances R , des inductances L et le disjoncteur en essai A .

Elle doit dans tous les cas avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées sur la plaque signalétique (voir paragraphe 8.2.4.7.3).

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

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant des réactances sans fer de valeur élevée ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la réactance sans fer de chaque phase peut être shuntée par une résistance dont les pertes ne dépassent pas 0,6 % de la puissance réactive dissipée dans la réactance sans fer qui est shuntée, quand les essais sont effectués à une valeur de courant présumé coupé inférieure à 20 000 A.

Note. — Des détails complémentaires relatifs à la constitution du circuit d'essai sont à l'étude.

Dans chacun des circuits d'essai (figures 1, 2 et 3), les résistances et les inductances sont placées entre la source d'alimentation S et le disjoncteur en essai A .

Sauf accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur, le schéma du circuit d'essai doit être conforme aux figures.

La connexion de court-circuit du disjoncteur peut être raccordée à la terre. Si ce n'est pas le cas, le point neutre de la source ou tout autre point convenable peut être raccordé à la terre.

Dans tous les cas, il y aura un point et un seul raccordé directement à la terre; la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

Toutes les parties du disjoncteur normalement raccordées à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être reliées au point neutre de la source ou à un neutre artificiel pratiquement inductif permettant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A. Cette connexion devra comprendre un dispositif approprié D (tel qu'un fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre) pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance R_1 limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

Les éléments O_1 de l'oscillographe sont reliés en série avec chaque pôle du disjoncteur, du côté du court-circuit.

Un autre élément O_2 de l'oscillographe est relié entre les bornes côté source du disjoncteur en essai et d'autres éléments O_3 de l'oscillographe sont reliés entre les bornes de chaque pôle.

8.2.4.5 Facteur de puissance du circuit d'essai

En courant alternatif, le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai doit être déterminé suivant l'une des méthodes indiquées à l'annexe A a).

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Pour ces essais, cette valeur ne doit pas dépasser la valeur donnée par le tableau VII ci-après en fonction des pouvoirs nominaux de coupure en court-circuit.

The supply S feeds a circuit including resistors R , reactors L and the circuit-breaker A under test.

In all cases the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given on the nameplate (see Sub-clause 8.2.4.7.3).

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

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air cored reactors are not representative of usual service conditions, when tests are carried out below 20 000 A prospective breaking current, an air core reactor in any phase may be shunted by a resistor the loss in which does not exceed 0.6% of the reactive power of the shunted air core reactor.

Note. — Further particulars for specifying the test circuit are under consideration.

In each test circuit (Figures 1, 2 and 3) the resistors and reactors are inserted between the supply source S and the circuit-breaker A under test.

Unless a special agreement has been drawn up between manufacturer and user, the diagram of the test circuit shall be in accordance with the figures.

The short-circuit point of the test circuit may be earthed. Alternatively, the neutral point of the supply or any convenient point may be earthed.

In any case, there shall be one and only one point which is directly earthed, and the method of earthing shall be stated in the test report.

All parts of the circuit-breaker normally earthed in service, including its enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A. This connection shall include a reliable device D (such as a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter), for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor R_1 limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

Units O_1 of the oscillograph are connected on the short-circuited side in series with each pole of the circuit-breaker.

Another unit O_2 of the oscillograph is connected between the terminals of the supply side of the circuit-breaker under test and other units O_3 of the oscillograph are connected across the breaks of each pole.

8.2.4.5 *Power-factor of the test circuit*

For a.c., the power-factor of each phase of the test circuit shall be determined according to one of the methods indicated in Appendix A a).

The power-factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power-factors of each phase.

For these tests this value shall not exceed the values given in the following Table VII in relation to the rated short-circuit breaking capacities.

TABLEAU VII

Pouvoir nominal de coupure en court-circuit	Facteur de puissance maximal du circuit d'essai
inférieur ou égal à 10 000 A	0,5
10 001–20 000 A	0,3
20 001–50 000 A	0,25
supérieur à 50 000 A	0,2

La valeur moyenne du facteur de puissance du circuit d'essai doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

La différence entre la valeur moyenne et les valeurs maximale et minimale des facteurs de puissance dans les différentes phases ne doit pas dépasser 25 % de la valeur moyenne.

8.2.4.6 Constante de temps du circuit d'essai

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai doit être déterminée suivant la méthode indiquée à l'annexe A b).

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la valeur de la constante de temps doit être comprise entre 10 et 15 millisecondes.

8.2.4.7 Modalités des essais

8.2.4.7.1 Etalonnage du circuit d'essai (voir figures 1, 2, 3 et 6)

Le disjoncteur en essai *A* est remplacé par des connexions provisoires *B* d'impédance négligeable par rapport à celle du circuit d'essai.

En courant alternatif, les résistances *R* et les inductances *L* sont réglées de façon à obtenir, à la tension d'essai du disjoncteur en essai (voir article 4.3.5), un courant au moins égal au pouvoir nominal de coupure en court-circuit à l'instant de la séparation des contacts d'arc ainsi que le facteur de puissance indiqué au paragraphe 8.2.4.5.

En courant continu, les résistances *R* et les inductances *L* sont réglées de façon à obtenir, à la tension d'essai du disjoncteur en essai (voir article 4.3.5), un courant dont la valeur maximale est au moins égale au pouvoir nominal de coupure en court-circuit, ainsi que la constante de temps indiquée au paragraphe 8.2.4.6.

Le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et l'on enregistre la courbe du courant avec l'oscillographe O_1 pendant une durée d'au moins 0,1 seconde.

Note. — Pour les disjoncteurs pour courant continu dont la séparation des contacts s'effectue avant que la valeur de crête de la courbe d'étalonnage soit atteinte, il suffit de faire un oscillogramme d'étalonnage avec une résistance pure additionnelle dans le circuit pour démontrer que le taux d'accroissement du courant exprimé en ampères/seconde est le même que celui qui correspond au courant d'essai et à la constante de temps spécifiés. Cette résistance additionnelle doit être telle que la valeur de crête de la courbe du courant d'étalonnage soit au moins égale à la valeur de crête du courant coupé. Lors de l'essai réel, cette résistance doit être supprimée (voir note du paragraphe 8.2.4.7.3 b)).

8.2.4.7.2 Exécution de l'essai

Les connexions provisoires *B* sont remplacées par le disjoncteur en essai.

Le cycle d'essai doit être conforme aux prescriptions des articles 4.3.7 et 8.2.4.2.

TABLE VII

Rated short-circuit breaking capacity	Maximum power-factor of test circuit
up to and including 10 000 A	0.5
10 001–20 000 A	0.3
20 001–50 000 A	0.25
over 50 000 A	0.2

The mean value of the power-factor of the test circuit shall be given in the test report.

The difference between the mean value and the maximum and minimum values of the power-factors in the different phases shall not exceed 25 % of the mean value.

8.2.4.6 *Time constant of the test circuit*

For d.c., the time constant of the test circuit shall be determined according to the method given in Appendix A b).

Unless otherwise specified, the value of the time constant shall be between 10 and 15 milliseconds.

8.2.4.7 *Test procedure*

8.2.4.7.1 *Calibration of the test circuit* (see Figures 1, 2, 3 and 6)

The circuit-breaker *A* under test is replaced by temporary connections *B* having a negligible impedance compared with that of the test circuit.

For a.c., resistors *R* and reactors *L* are adjusted so as to obtain, at the test voltage of the circuit-breaker under test (see Clause 4.3.5), a current at least equal to the rated short-circuit breaking capacity at the instant of separation of the arcing contacts as well as the power-factor as indicated in Sub-clause 8.2.4.5.

For d.c., resistors *R* and reactors *L* are adjusted so as to obtain, at the test voltage of the circuit-breaker under test (see Clause 4.3.5), a current the maximum value of which is at least equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the time constant as indicated in Sub-clause 8.2.4.6.

The test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded with oscillograph O_1 for a duration of at least 0.1 second.

Note. — For d.c. circuit-breakers parting their contacts before the peak value of the calibration curve is reached, it is sufficient to make a calibration oscillogram with additional pure resistance in the circuit to demonstrate that the rate-of-rise of the current expressed in amperes/second is the same as for the test current and the time constant specified. This additional resistance shall be such that the peak value of the calibration current curve is at least equal to the peak value of the breaking current. This resistance shall be removed for the actual test (see note of Sub-clause 8.2.4.7.3 b)).

8.2.4.7.2 *Performance of the test*

The temporary connections *B* are replaced by the circuit-breaker under test.

The test duty cycle shall be in accordance with Clauses 4.3.7 and 8.2.4.2.

Après l'extinction de l'arc, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant une durée au moins égale à 0,1 seconde.

8.2.4.7.3 Interprétation des oscillogrammes

a) Détermination de la tension de rétablissement

La tension de rétablissement est déterminée d'après l'oscillogramme correspondant à l'essai de coupure effectué avec l'appareil en essai et évaluée comme indiqué sur les figures 4 b) et 4 c) en courant alternatif et sur les figures 5 b) et 5 c) en courant continu.

La différence entre la valeur moyenne des tensions de rétablissement sur toutes les phases et la valeur de la tension de rétablissement sur chaque phase ne doit pas dépasser 5 % de la valeur moyenne.

La tension de rétablissement ainsi déterminée doit être au moins égale à la tension de rétablissement spécifiée (voir article 4.3.5). S'il n'en est pas ainsi, la tension de la source doit être augmentée et les essais doivent être recommencés. La tension de la source ne doit en aucun cas être supérieure à 135 % de la tension de rétablissement (voir article 4.3.5).

Note. — Si, à cette tension limite, la tension de rétablissement prescrite ne peut pas être obtenue, il faut en conclure que la puissance de la source est insuffisante pour l'essai considéré.

b) Détermination du courant présumé coupé

Cette détermination s'effectue en superposant les courbes de courant relevées à l'oscillographe lors de l'étalonnage initial du circuit et celles relevées lors de la coupure par le disjoncteur en essai.

En courant alternatif, le courant présumé coupé symétrique est pris égal à la valeur efficace de la composante symétrique du courant d'étalonnage à l'instant de la séparation des contacts d'arc (valeurs correspondant à A_1 ou A_2 de la figure 4 a)) (voir article 2.1.13). Le courant présumé coupé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases et la différence entre la moyenne de ces courants et la valeur du courant présumé dans n'importe quelle phase ne doit pas dépasser 10 % de la valeur moyenne.

Le courant présumé coupé ainsi déterminé doit être au moins égal au pouvoir nominal de coupure en court-circuit. S'il en est autrement, le circuit d'essai doit être modifié et les essais doivent être recommencés.

En courant continu, on prend comme valeur du courant présumé coupé la valeur maximale A_2 déterminée d'après la courbe d'étalonnage pour les disjoncteurs qui coupent avant que le courant ait atteint sa valeur maximale et la valeur A pour les disjoncteurs qui coupent après que le courant a dépassé sa valeur maximale (voir figures 5 a) et 5 b)).

Note. — Dans le cas de disjoncteurs pour courant continu essayés suivant les prescriptions de la note du paragraphe 8.2.4.7.1, si l'étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant I_1 inférieur au pouvoir de coupure nominal, l'essai est considéré comme nul si le courant réellement coupé I_2 est supérieur à I_1 et il doit être recommencé après un étalonnage à un courant I_3 de valeur supérieure à I_2 (voir figure 6).

Le courant présumé coupé $A_2 = \frac{U}{R}$ sera déterminé en calculant la résistance R du circuit d'essai à partir des résistances R_1 et R_2 des circuits d'étalonnage correspondants. La constante de temps du circuit d'essai est donnée par: $T = \frac{A_2}{di/dt}$.

After arc extinction, the recovery voltage shall be maintained for a period not less than 0.1 second.

8.2.4.7.3 Interpretation of oscillograms

a) Determination of the recovery voltage

The recovery voltage is determined from the oscillogram corresponding to the break test made with the apparatus under test and estimated as indicated in Figures 4b) and 4c) for a.c. and in Figures 5b) and 5c) for d.c.

The difference between the average value of the recovery voltages on all phases and the value of the recovery voltage on each phase shall not exceed 5% of the average value.

The recovery voltage so determined must be at least equal to the specified recovery voltage (see Clause 4.3.5). If this is not the case, the supply voltage must be increased and the tests carried out again. The supply voltage should not in any case exceed 135% of the recovery voltage (see Clause 4.3.5).

Note. — If at this voltage limit the required recovery voltage cannot be obtained, the conclusion would be that the power of the supply is insufficient for the test considered.

b) Determination of the prospective breaking current

This determination is made by superimposing the current curves, recorded with the oscillograph during initial calibration of the circuit, on those recorded during the break test of the circuit-breaker.

For a.c., the prospective symmetrical breaking current is taken as being equal to the r.m.s. value of the symmetrical component of the calibration current at the instant of separation of the arcing contacts (values corresponding to A_1 or A_2 of Figure 4a), see Clause 2.1.13). The prospective breaking current shall be the average of the prospective currents in all the phases and the prospective current in any phase shall not vary from the average by more than 10% of the average.

The prospective breaking current so determined must be at least equal to the rated short-circuit breaking capacity. Otherwise, the test circuit shall be modified and the tests carried out again.

For d.c., the value of the prospective breaking current is taken as being equal to the maximum value A_2 as determined from the calibration curve for circuit-breakers breaking before the current has reached its maximum value, and the value A for circuit-breakers breaking after the current has passed its maximum value (see Figures 5a) and 5b)).

Note. — For d.c. circuit-breakers tested according to the requirements of the note of Sub-clause 8.2.4.7.1, when the calibration of the test circuit has been made at a current I_1 lower than the rated breaking capacity, the test is considered void if the actual breaking current I_2 is higher than I_1 and it must be carried out again after a calibration at a current I_3 of a higher value than I_2 (see Figure 6).

The prospective breaking current $A_2 = \frac{U}{R}$ shall be determined by calculating the resistance R of the test circuit from the resistances R_1 and R_2 of the corresponding calibration circuits.

The time constant of the test circuit is given by: $T = \frac{A_2}{di/dt}$.

c) Détermination du courant présumé établi (valeur de crête)

Le courant présumé établi (valeur de crête) est déterminé d'après l'oscillogramme d'étalonnage et sa valeur doit être prise égale à A_3 en courant alternatif et à A_2 en courant continu. Dans le cas d'un essai triphasé, sa valeur devra être prise égale à la plus grande des trois valeurs A_3 obtenues d'après l'oscillogramme.

Le courant présumé établi (valeur de crête) ainsi déterminé doit être au moins égal au pouvoir nominal de fermeture en court-circuit, sans toutefois le dépasser de plus de 10%.

Si, dans le cas de disjoncteurs qui ne sont pas équipés de déclencheurs à maximum de courant, cette condition est incompatible avec la valeur nominale du pouvoir de coupure en court-circuit, les essais de coupure et les essais de fermeture devront être effectués séparément et successivement.

8.2.4.8 *Comportement du disjoncteur pendant les essais de fermeture et de coupure*

Pendant les essais effectués dans les limites des pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiés et suivant les cycles d'opération spécifiés aux articles 4.3.7, 8.2.4.2 et 8.2.4.7.2, le disjoncteur ne doit pas présenter de signes exagérés de fatigue ni mettre en danger l'opérateur. De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles ou entre pôles et masse, ni fusion du fusible inséré dans le circuit de terre (voir paragraphe 8.2.4.4).

Dans le cas de disjoncteurs à coupure dans l'huile, il ne doit pas y avoir d'émission extérieure de flammes, et les gaz produits ainsi que l'huile entraînée par ces gaz doivent être canalisés et dirigés à l'extérieur de l'appareil dans une direction opposée à toute pièce sous tension.

Pour les autres types de disjoncteurs, aucune émission de produits de l'arc susceptibles de diminuer le niveau d'isolement du disjoncteur ne doit s'étendre au-delà des limites spécifiées par le constructeur. L'essai de court-circuit doit être effectué avec des écrans métalliques placés dans le voisinage des pièces sous tension et séparés de celles-ci par les intervalles spécifiés par le constructeur.

Ces écrans doivent être isolés de la terre et doivent être reliés au bâti.

8.2.4.9 *Etat du disjoncteur après les essais de fermeture et de coupure*

Après le cycle d'essai exécuté conformément aux spécifications du paragraphe 8.2.4.2, le disjoncteur doit être capable, sans entretien, de supporter sa tension nominale.

Les parties mécaniques et les isolateurs de l'appareil doivent être pratiquement dans le même état qu'avant l'essai.

Un essai d'échauffement doit être effectué en cas de doute sur l'aptitude des contacts à supporter le courant nominal et dans ce cas les échauffements ne doivent occasionner aucun dommage aux matières isolantes voisines.

8.2.5 **Vérification de la tenue au courant de courte durée nominal**

Les essais doivent être effectués, avec le disjoncteur en position de fermeture, à toute tension d'essai convenable et en partant de toute température convenable du disjoncteur inférieure toutefois à celle résultant de l'application des tableaux III et IV.

a) En courant alternatif

Les essais doivent être effectués à la fréquence nominale du disjoncteur, avec une tolérance de $\pm 25\%$.

c) Determination of the prospective peak making current

The prospective peak making current is determined from the calibration oscillogram and its value shall be taken as being equal to A_3 for a. c. and to A_2 for d. c. In the case of a three-phase test, it shall be taken as the highest of the three A_3 values obtained from the oscillogram.

The prospective peak making current so determined must be at least equal to the rated short-circuit making capacity without exceeding it by more than 10%.

If, for circuit-breakers not fitted with over-current releases, this condition is incompatible with the rated value of the short-circuit breaking capacity, the breaking tests and the making tests shall be made separately and successively.

8.2.4.8 *Behaviour of the circuit-breaker during making and breaking tests*

During tests within the limits of specified making and breaking capacities and according to the duty cycle specified in Clauses 4.3.7, 8.2.4.2 and 8.2.4.7.2, the circuit-breaker shall show no excessive signs of distress nor shall it endanger the operator. Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and frame, no blowing of the fuse in the earth circuit (see Sub-clause 8.2.4.4).

In the case of oil-immersed circuit-breakers, there shall be no external emission of flame and the gas produced, together with any oil expelled by this gas, shall be channelled and directed towards the exterior of the circuit-breaker in a direction away from any live part.

For the other types of circuit-breakers, any emission of arc products capable of diminishing the insulation level of the circuit-breaker shall not be projected beyond the limits laid down by the manufacturer. The short-circuit test shall be carried out with metallic screens placed in the neighbourhood of live parts and separated from these parts by distances as specified by the manufacturer.

These screens must be insulated from earth and must be connected to the frame.

8.2.4.9 *Condition of the circuit-breaker after the making and breaking tests*

After the test cycle carried out in accordance with Sub-clause 8.2.4.2, the circuit-breaker shall be capable without maintenance of withstanding its rated voltage.

The mechanical parts and the insulators of the circuit-breaker shall be substantially in the same state as before the test.

A temperature-rise test shall be carried out where doubt exists as to the ability of the contacts to carry the rated normal current and, in this case, temperature rises shall not cause any damage to the adjacent insulating materials.

8.2.5 **Verification of the ability to carry rated short-time current**

The tests shall be made, with the circuit-breaker in the closed position, at any convenient test voltage and starting with the circuit-breaker at any convenient temperature lower than that resulting from the application of Tables III and IV.

a) For a. c.

The tests shall be made at the rated frequency of the circuit-breaker with a tolerance of $\pm 25\%$.

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié, sa valeur étant la valeur efficace du courant déterminée d'après l'oscillogramme, comme indiqué à l'annexe B. Cette valeur doit, sur un pôle au moins, être égale ou supérieure à celle spécifiée.

La valeur de crête la plus élevée du courant pendant sa première période ne doit pas être inférieure à n fois le pouvoir nominal de coupure en court-circuit, la valeur de n étant donnée par le tableau I.

Si cependant les caractéristiques de la station d'essai sont telles que ces conditions ne peuvent être réalisées, les variantes ci-après pourront être utilisées pourvu que l'intégrale du produit du carré du courant par le temps, étendue à la durée de l'essai, soit au moins égale au produit du carré du courant de courte durée nominal par la durée nominale du court-circuit.

- 1) Si le décrétement du courant de court-circuit de la station d'essai est tel que le courant de courte durée nominal, mesuré comme indiqué à l'annexe B, ne puisse pas être obtenu pendant la durée nominale sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur efficace du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur de la plus grande crête du courant ne soit pas inférieure à celle spécifiée.
- 2) Si, en vue d'obtenir la valeur de crête spécifiée, la valeur efficace du courant est augmentée au-delà de la valeur spécifiée, la durée de l'essai sera réduite en conséquence.

Après l'essai, le disjoncteur doit répondre aux conditions spécifiées au paragraphe 8.2.4.9.

b) *En courant continu*

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié; sa valeur moyenne quadratique, déterminée d'après l'oscillogramme, doit être au moins égale à celle spécifiée.

Si les caractéristiques de la station d'essai sont telles que les prescriptions précédentes ne puissent pas être remplies pendant la durée nominale sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur maximale du courant ne soit pas inférieure à celle spécifiée.

Enfin, si la station d'essai ne permet pas d'effectuer ces essais en courant continu, ceux-ci pourront, par accord entre le constructeur et l'utilisateur, être effectués en courant alternatif moyennant certaines précautions, comme par exemple de ne pas dépasser en valeur de crête le courant admissible.

Après l'essai, le disjoncteur doit répondre aux conditions spécifiées au paragraphe 8.2.4.9.

8.2.6 **Vérification du fonctionnement mécanique et de la robustesse mécanique**

8.2.6.1 *Conditions générales d'essai*

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, les essais sont effectués à la température ambiante du local d'essai et sans graissage ni réglage pendant les essais.

Les tensions d'alimentation des dispositifs de commande doivent être mesurées à leurs bornes sous le courant nominal.

Toutes les résistances ou impédances faisant partie du dispositif de commande doivent être en circuit. Cependant, aucune impédance supplémentaire ne doit être insérée entre la source de courant et les bornes du dispositif.

The current shall be applied for the specified time and its value is the r. m. s. value determined from the oscillogram as indicated in Appendix B. This value shall be equal to or higher than the specified value in at least one pole.

The highest peak value of the current during the first cycle of the test shall be not less than n times the rated short-circuit breaking capacity, the value of n being as stated in Table I.

When, however, the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained, the following alternatives are permitted provided that the integral of the square of the current times the duration, obtained during the test, shall be not less than the product of the square of the rated short-time current and the rated duration of short-circuit:

- 1) If the decrement of the short-circuit of the testing station be such that the rated short-time current measured in accordance with Appendix B cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the r. m. s. value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the value of the highest peak current is not less than that specified.
- 2) If, in order to obtain the required peak value, the r. m. s. value of the current be increased above the specified current, the duration of the test shall be reduced accordingly.

After this test, the circuit-breaker shall comply with the requirements stated in Sub-clause 8.2.4.9.

b) *For d. c.*

The current shall be applied for the specified time and its r. m. s. value determined from the oscillogram shall be at least equal to the specified value.

When the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the maximum value of the current is not less than that specified.

Finally, if the testing station is unable to make these tests on d. c., they may, if agreed between manufacturer and user, be made on a. c., provided suitable precautions are taken, for instance, the peak value of current shall not exceed the permissible current.

After this test, the circuit-breaker shall comply with the requirements stated in Sub-clause 8.2.4.9.

8.2.6 Verification of mechanical operation and endurance

8.2.6.1 General test conditions

Unless otherwise specified, the tests shall be made at the ambient temperature of the test room and without lubrication or adjustment during the tests.

The supply voltages shall be measured at the terminals of the control device at the rated current.

All resistors or impedances forming part of the control device shall be in circuit. However, no supplementary impedances shall be inserted between the current source and the terminals of the device.

8.2.6.2 *Essais de fonctionnement*

On procède aux essais de fonctionnement en vue de s'assurer que le disjoncteur satisfait aux conditions de fonctionnement prévues pour les limites supérieures et inférieures de tension et de pression d'alimentation spécifiées pour le dispositif de commande à la fermeture et à l'ouverture.

Les essais sont effectués en vue de :

- vérifier le déclenchement satisfaisant du disjoncteur, le dispositif d'enclenchement étant alimenté;
- vérifier le comportement satisfaisant du disjoncteur lorsque l'opération de fermeture est provoquée, le dispositif de déclenchement étant en action;
- vérifier que la mise en action d'un dispositif à commande par source d'énergie extérieure, lorsque le disjoncteur est déjà fermé, ne provoque aucun dommage au disjoncteur et ne met pas en danger l'opérateur.

Si les durées de fermeture et d'ouverture ont été indiquées, elles doivent être vérifiées par des essais appropriés.

8.2.6.3 *Essais de robustesse mécanique*

Les nombres de manœuvres à effectuer sur les disjoncteurs sont indiqués dans la deuxième et la quatrième colonne du tableau V.

Les essais peuvent être exécutés sans courant dans le circuit principal du disjoncteur. Dix pour cent du nombre total d'essais doivent être des opérations de fermeture-ouverture, c'est-à-dire avec commande de l'ouverture par la fermeture des contacts principaux.

Les essais doivent être faits sur les disjoncteurs munis de leur propre mécanisme de fermeture. Dans le cas des disjoncteurs munis d'un dispositif électrique ou pneumatique de fermeture, les essais doivent être faits à la tension nominale ou à la pression nominale et conduits de telle sorte que les échauffements des organes électriques n'excèdent pas les valeurs indiquées aux tableaux III et IV.

À la suite des essais, toutes les parties, y compris les contacts, doivent être dans un état satisfaisant et ne doivent pas présenter de signes d'usure excessive. Les divers organes mécaniques ne doivent pas présenter de déformations permanentes.

Le disjoncteur doit être capable de supporter son courant nominal ainsi que sa tension nominale et de fonctionner dans les limites de fonctionnement spécifiées. En cas de doute, ceci pourra être vérifié à l'aide d'essais.

8.3 **Essais individuels**

8.3.1 **Essais de fonctionnement mécanique**

Ces essais comportent :

- A. Au maximum de la tension et/ou de la pression d'alimentation spécifiées:
 - 1) 5 opérations de fermeture,
 - 2) 5 opérations d'ouverture.
- B. Au minimum de la tension et/ou de la pression d'alimentation spécifiées:
 - 1) 5 opérations de fermeture,
 - 2) 5 opérations d'ouverture.

8.2.6.2 *Operating tests*

The operating tests shall be carried out to demonstrate that the circuit-breaker meets the operating conditions specified at the upper and lower limits of supply voltage and pressure specified for the control device during closing and opening.

Tests shall be made for the following purposes:

- to prove satisfactory tripping of the circuit-breaker with the closing device energized;
- to prove satisfactory behaviour of the circuit-breaker when the closing operation is initiated with the tripping device actuated;
- to prove that the operation of a power-operated device when the circuit-breaker is already closed shall neither cause damage to the circuit-breaker nor endanger the operator.

If the closing and opening times have been stated, they shall be checked by means of appropriate tests.

8.2.6.3 *Endurance tests*

The numbers of operations to be carried out on circuit-breakers are indicated in the second and fourth columns of Table V.

The tests may be carried out without current in the main circuit of the circuit-breaker. Ten per cent of the total number of tests shall be close-open operations, i.e. with the tripping mechanism energized by the closing of the main contacts.

The tests shall be made on circuit-breakers with their own closing mechanism. In the case of circuit-breakers fitted with electrical or pneumatic closing devices, the tests shall be made at the rated voltage or at the rated pressure and so carried out that the temperature rises of the electrical components do not exceed the values indicated in Tables III and IV.

Following the tests, all the components, including the contacts, must be in satisfactory condition and shall not show signs of excessive wear. The different mechanical parts shall not be permanently deformed.

The circuit-breaker shall be capable of carrying its rated normal current, of withstanding its rated voltage and of working within the specified operating limits. In case of doubt, this may be checked by tests.

8.3 **Routine tests**

8.3.1 **Mechanical operation tests**

These tests comprise:

- A. At the maximum supply voltage and/or pressure specified:
 - 1) 5 closing operations,
 - 2) 5 opening operations.
- B. At the minimum supply voltage and/or pressure specified:
 - 1) 5 closing operations,
 - 2) 5 opening operations.

C. A la tension et/ou la pression d'alimentation nominales spécifiées :

- 1) 5 opérations de déclenchement libre,
- 2) pour les disjoncteurs à refermeture automatique, 5 opérations de refermeture automatique.

Les essais doivent être effectués sans que le circuit principal soit parcouru par du courant, sauf si ceci est nécessaire pour le fonctionnement des déclencheurs.

Au cours des essais individuels, aucun réglage ne doit être effectué et le fonctionnement doit être satisfaisant.

A la suite de ces essais, on doit examiner le disjoncteur pour s'assurer qu'aucune de ses parties n'a été endommagée et que toutes sont en état de fonctionnement satisfaisant.

8.3.2 Etalonnage des déclencheurs

Le cas échéant, des essais de vérification de l'étalonnage des déclencheurs doivent être effectués sur :

- les déclencheurs à maximum de courant;
- les déclencheurs à minimum de tension;
- tous autres déclencheurs.

8.3.3 Essais diélectriques

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

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

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

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

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

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

C. At the rated supply voltage and/or pressure specified:

- 1) 5 trip-free operations,
- 2) for automatic reclosing circuit-breakers, 5 automatic reclosing operations.

The tests shall be carried out without current in the main circuit, except when necessary for the operation of releases.

During the routine tests, no adjustment shall be made and the operation shall be satisfactory.

Following these tests, the circuit-breaker shall be examined to ascertain whether any of its components have been damaged and that all parts are in satisfactory operating condition.

8.3.2 Calibration of releases

If applicable, tests for the verification of the calibration of releases shall be carried out on:

- over-current releases;
- under-voltage releases;
- any other releases.

8.3.3 Dielectric tests

The tests shall be performed on clean and dry circuit-breakers.

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

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

The test voltage shall be applied as follows:

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

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

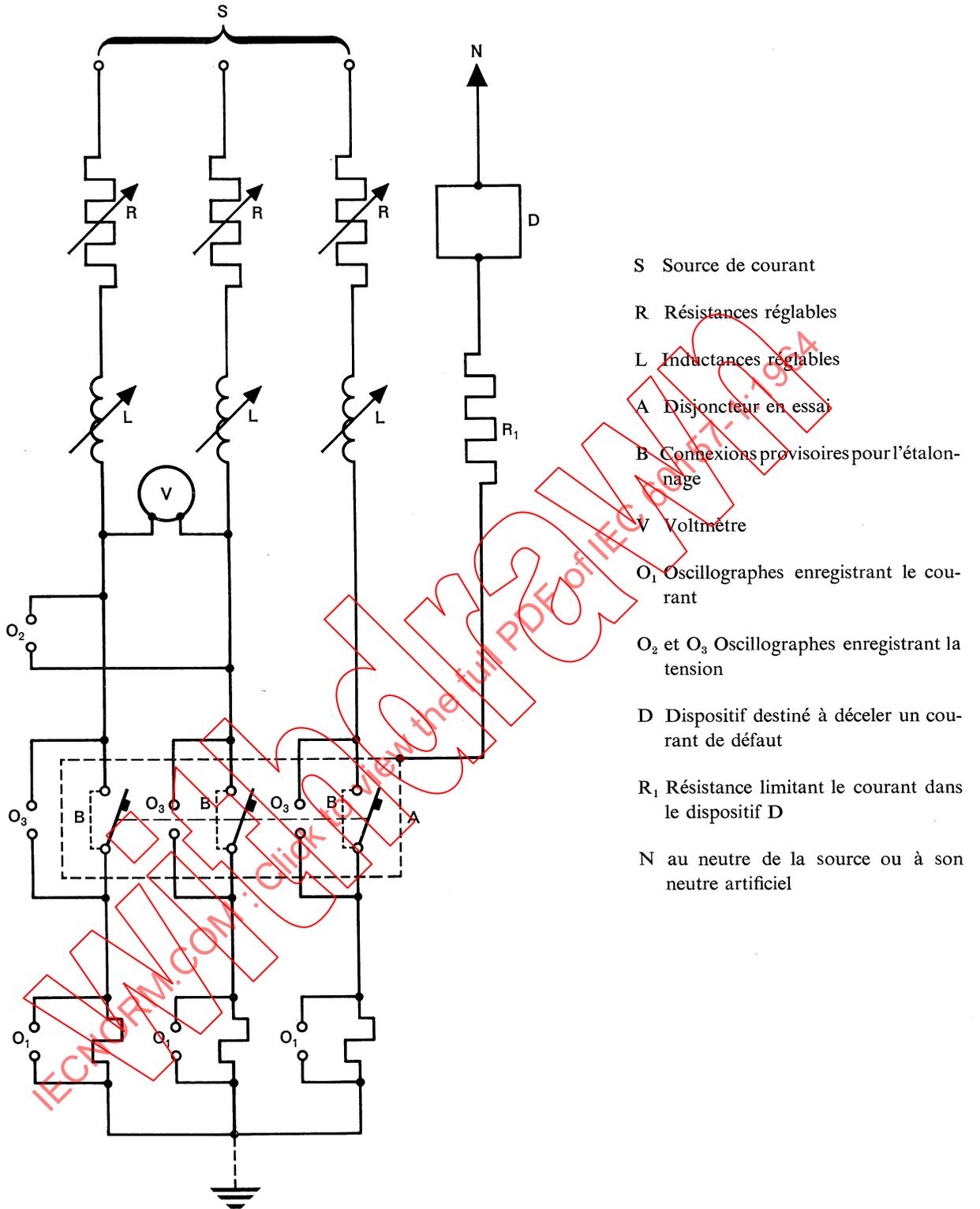


FIG. 1 — Schéma de circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un disjoncteur tripolaire en courant triphasé.

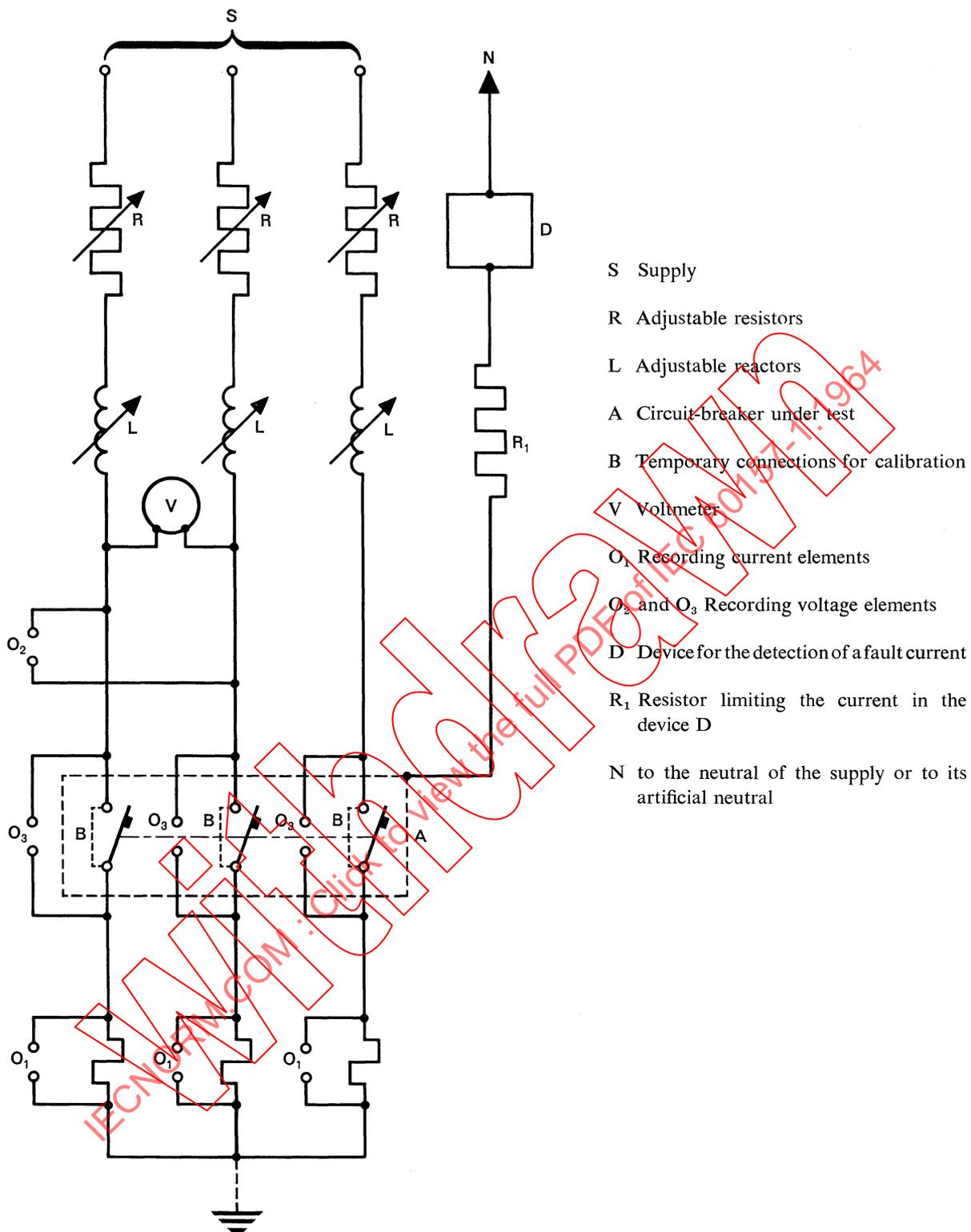


FIG. 1 — Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a triple-pole circuit-breaker on three-phase a.c.

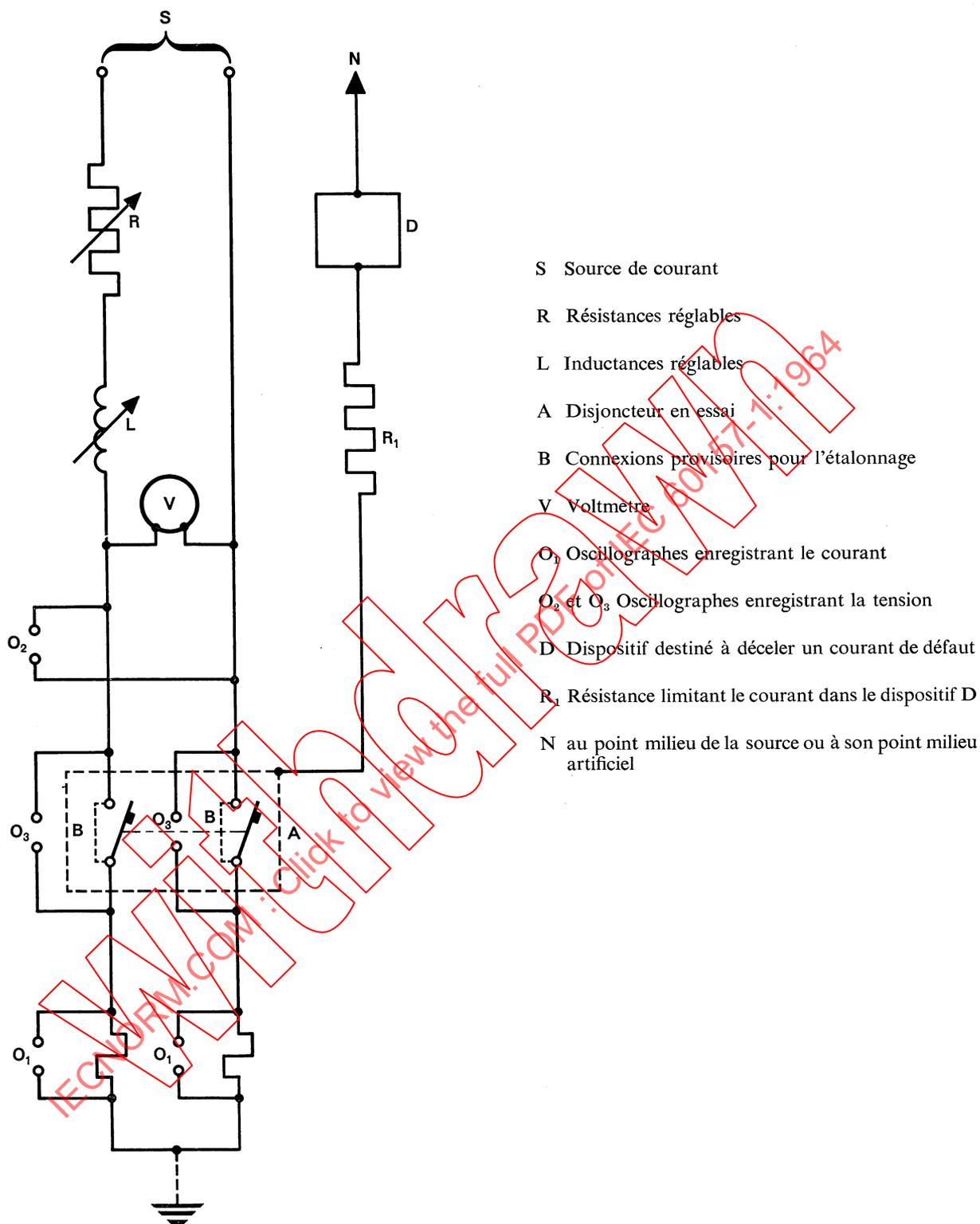
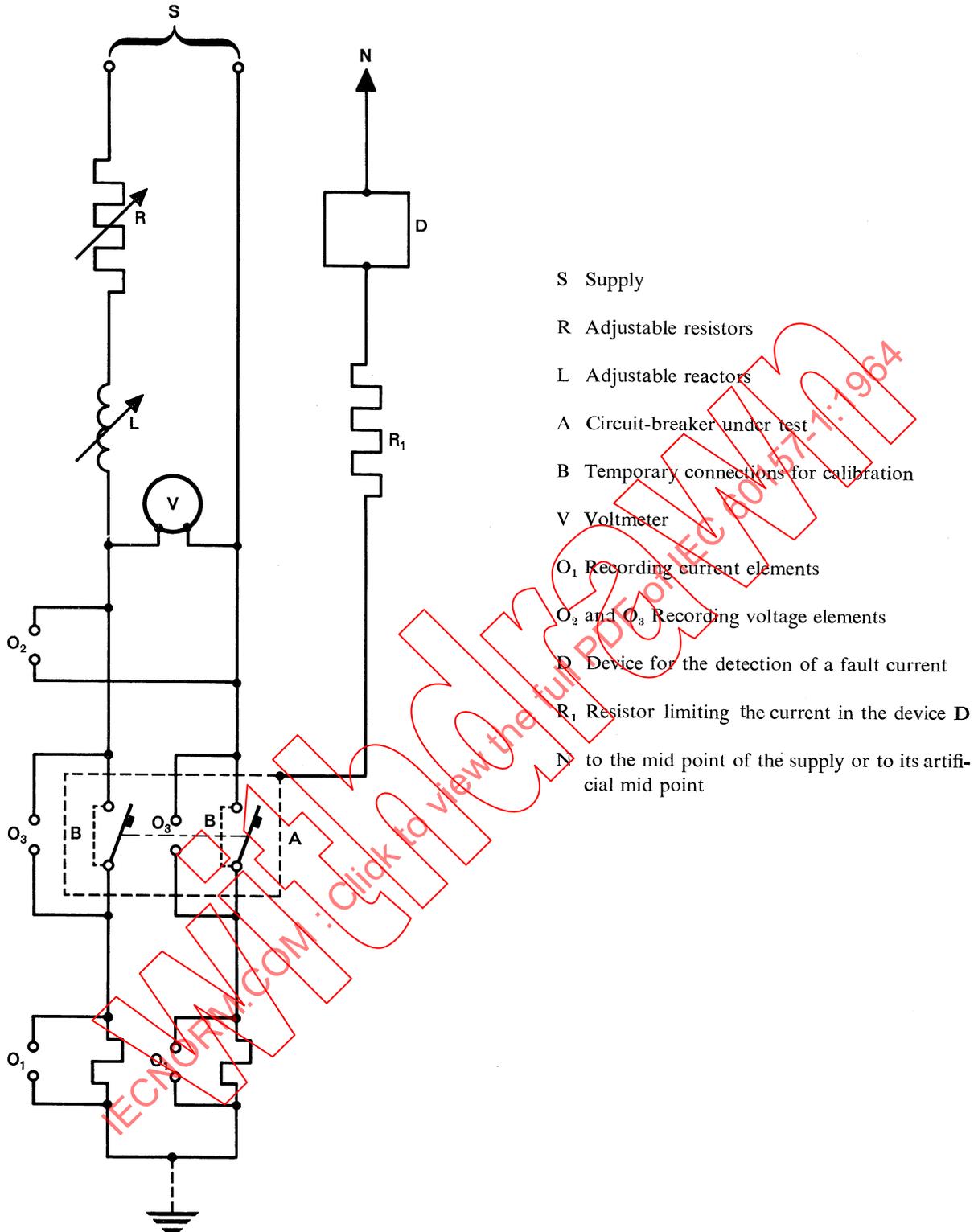


FIG. 2 — Schéma de circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un disjoncteur bipolaire en courant monophasé ou en courant continu.



- S Supply
- R Adjustable resistors
- L Adjustable reactors
- A Circuit-breaker under test
- B Temporary connections for calibration
- V Voltmeter
- O₁ Recording current elements
- O₂ and O₃ Recording voltage elements
- D Device for the detection of a fault current
- R₁ Resistor limiting the current in the device D
- N to the mid point of the supply or to its artificial mid point

FIG. 2 — Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a double-pole circuit-breaker on single-phase a. c. or on d. c.

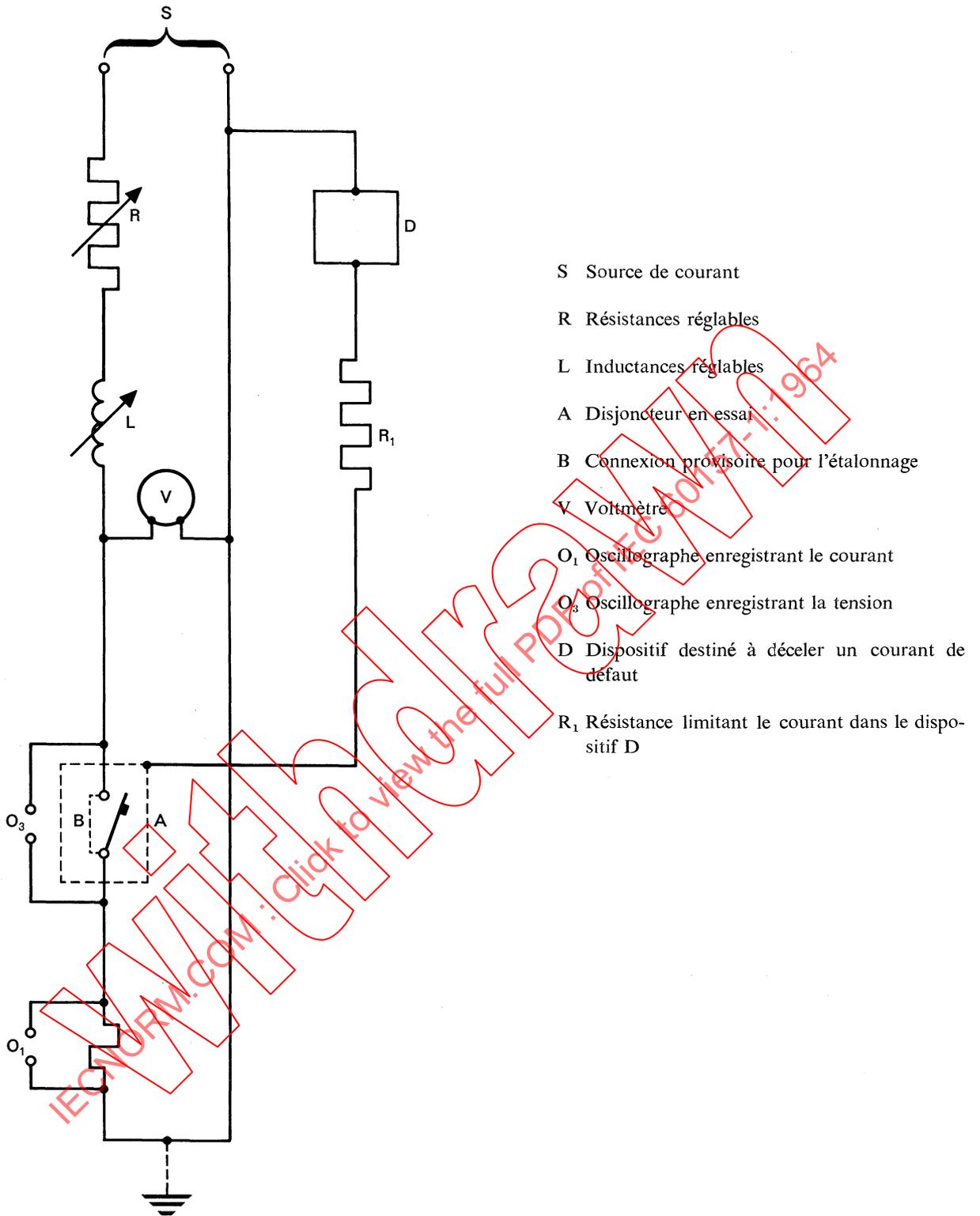


FIG. 3 — Schéma de circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un disjoncteur unipolaire en courant monophasé ou en courant continu.

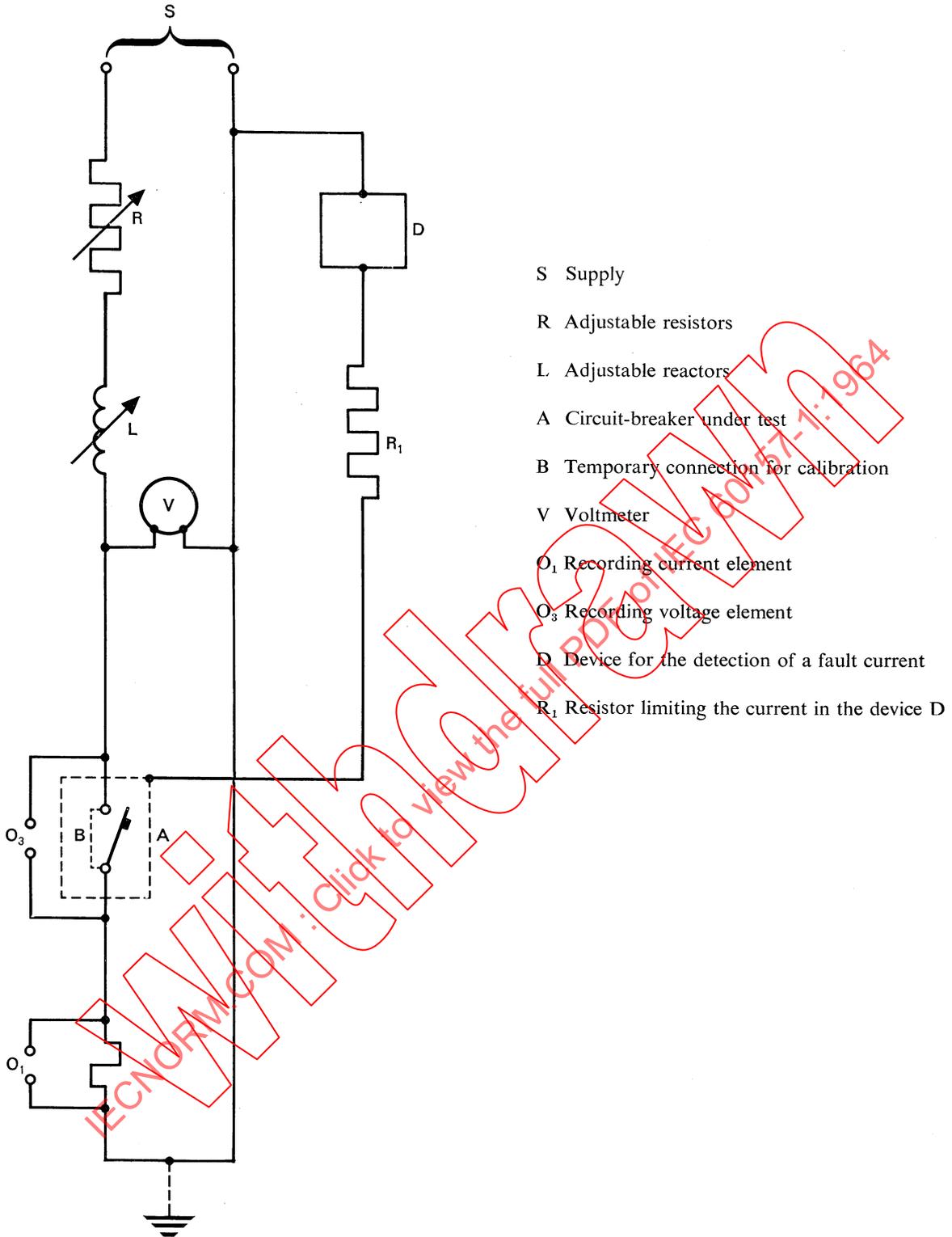
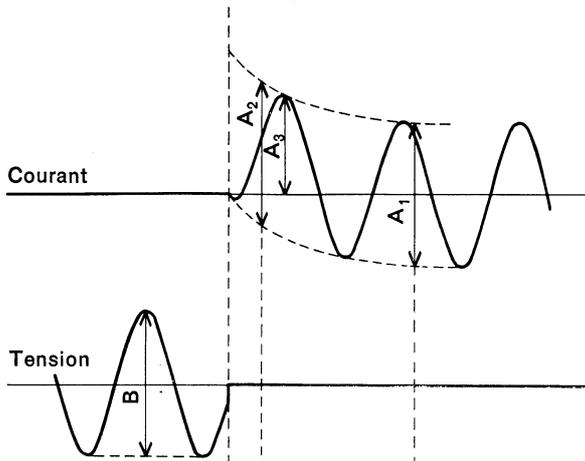


FIG. 3 — Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole circuit-breaker on single-phase a.c. or on d.c.

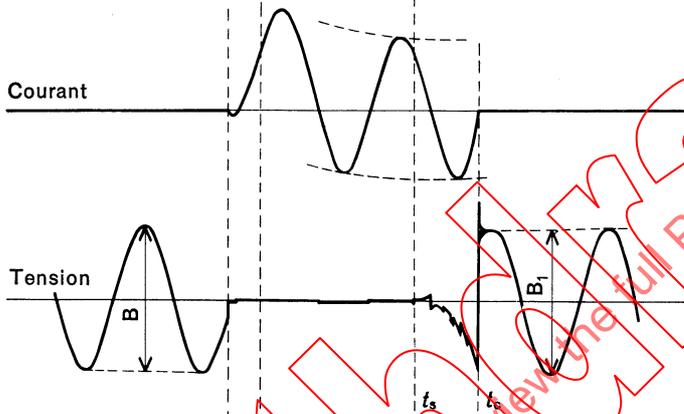


a) Etalonnage du circuit.

Courant présumé établi (valeur de crête) = A_3

Courant présumé coupé symétrique

$$= \frac{A_2}{2\sqrt{2}} \text{ ou } \frac{A_1}{2\sqrt{2}}$$



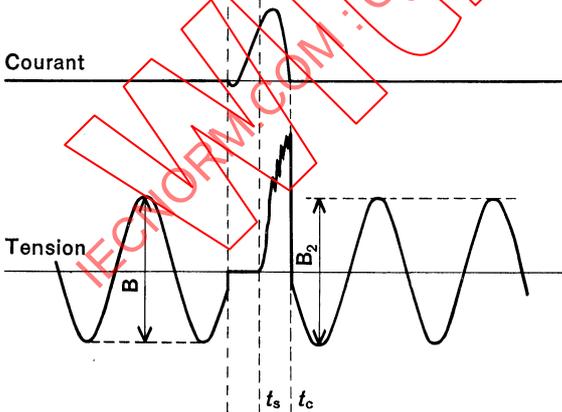
b) Oscillogramme correspondant à une coupure intervenant après que le courant ait atteint sa valeur de crête.

Pouvoir de fermeture en court-circuit:

Courant $I_{\text{crête}} = A_3$ sous tension $U_{\text{eff}} = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$

Pouvoir de coupure en court-circuit:

Courant $I_{\text{eff}} = \frac{A_1}{2\sqrt{2}}$ sous tension $U_{\text{eff}} = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$



c) Oscillogramme correspondant à une coupure intervenant avant que le courant ait atteint sa valeur de crête.

Pouvoir de fermeture en court-circuit:

Courant $I_{\text{crête}} = A_3$ sous tension $U_{\text{eff}} = \frac{B_2}{2\sqrt{2}}$

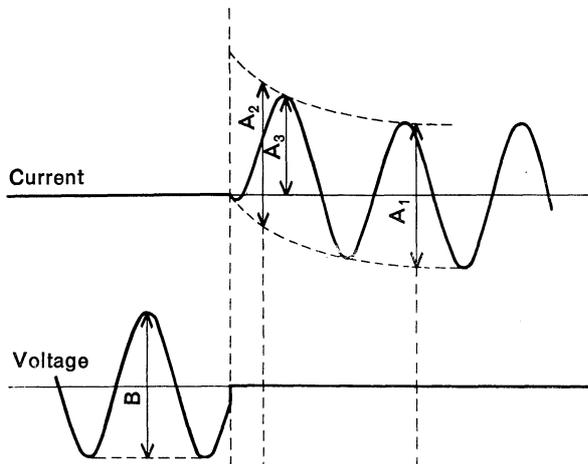
Pouvoir de coupure en court-circuit:

Courant $I_{\text{eff}} = \frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ sous tension $U_{\text{eff}} = \frac{B_2}{2\sqrt{2}}$

t_s = instant de séparation des contacts

t_c = instant d'extinction des arcs

FIG. 4 — Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant alternatif.

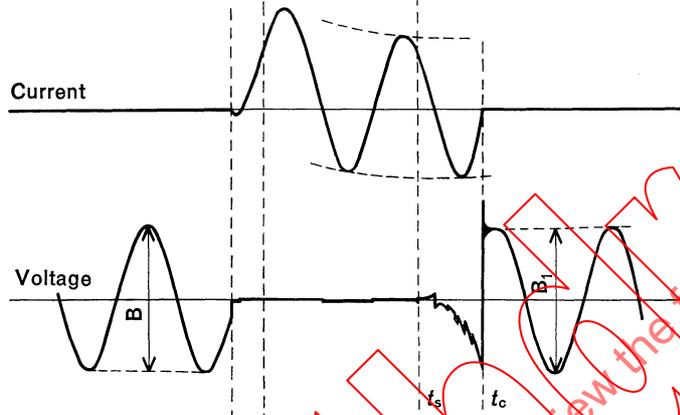


a) Calibration of the circuit.

Prospective peak making current = A_3

Prospective symmetrical breaking current

$$= \frac{A_2}{2\sqrt{2}} \text{ or } \frac{A_1}{2\sqrt{2}}$$



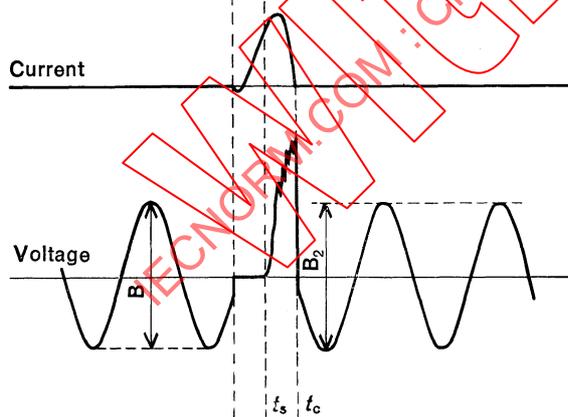
b) Oscillogram corresponding to a break after the current has reached its peak value.

Short-circuit making capacity:

$$\text{Current } I_{\text{peak}} = A_3 \text{ at voltage } U_{\text{r.m.s.}} = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$$

Short-circuit breaking capacity:

$$\text{Current } I_{\text{r.m.s.}} = \frac{A_1}{2\sqrt{2}} \text{ at voltage } U_{\text{r.m.s.}} = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$$



c) Oscillogram corresponding to a break before the current has reached its peak value.

Short-circuit making capacity:

$$\text{Current } I_{\text{peak}} = A_3 \text{ at voltage } U_{\text{r.m.s.}} = \frac{B_2}{2\sqrt{2}}$$

Short-circuit breaking capacity:

$$\text{Current } I_{\text{r.m.s.}} = \frac{A_2}{2\sqrt{2}} \text{ at voltage } U_{\text{r.m.s.}} = \frac{B_2}{2\sqrt{2}}$$

t_s = separation of contacts

t_c = are extinction

FIG. 4 — Verification of short-circuit making and breaking capacities on a.c.

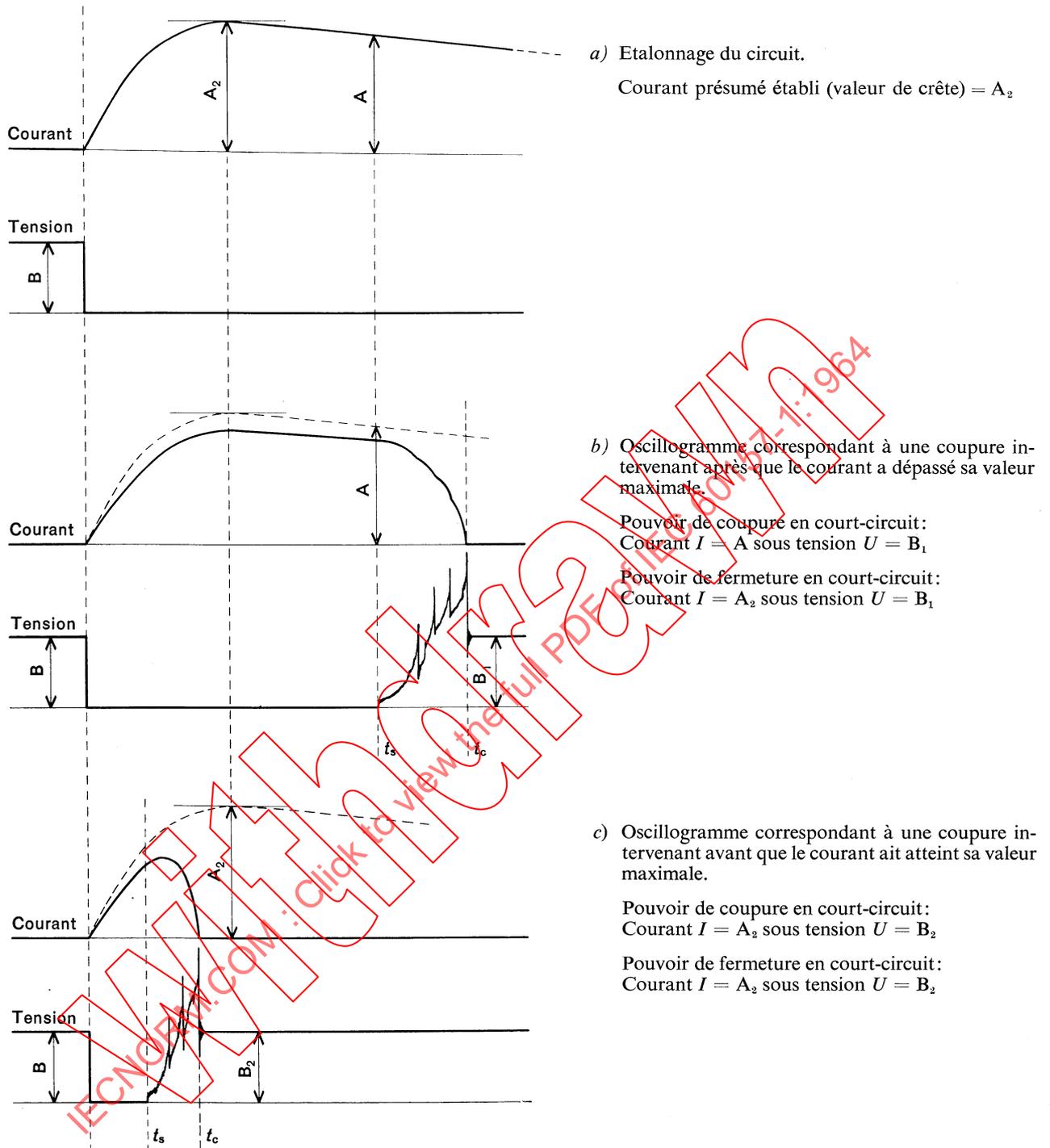


FIG. 5 — Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit en courant continu.

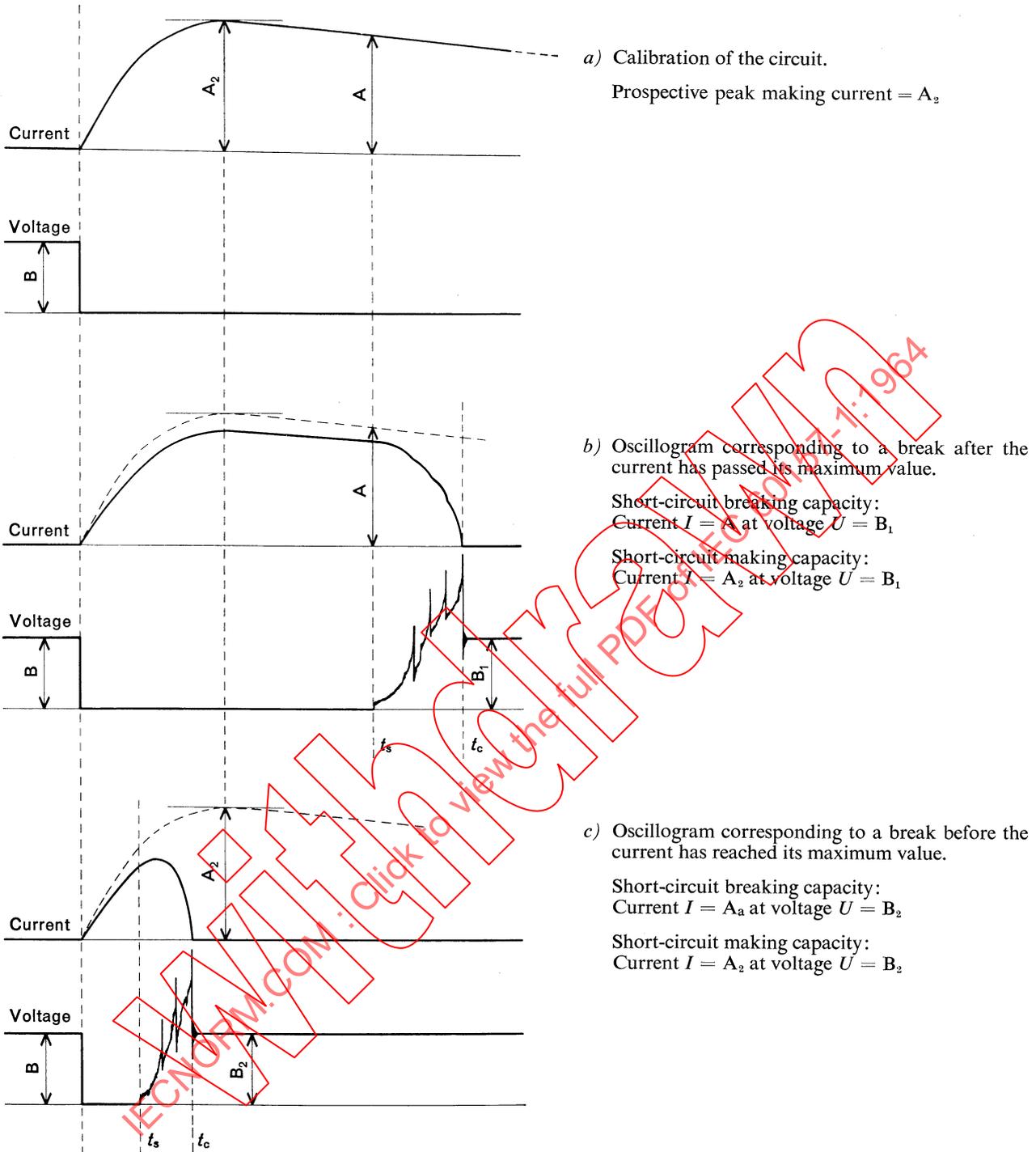


FIG. 5 — Verification of short-circuit making and breaking capacities on d.c.

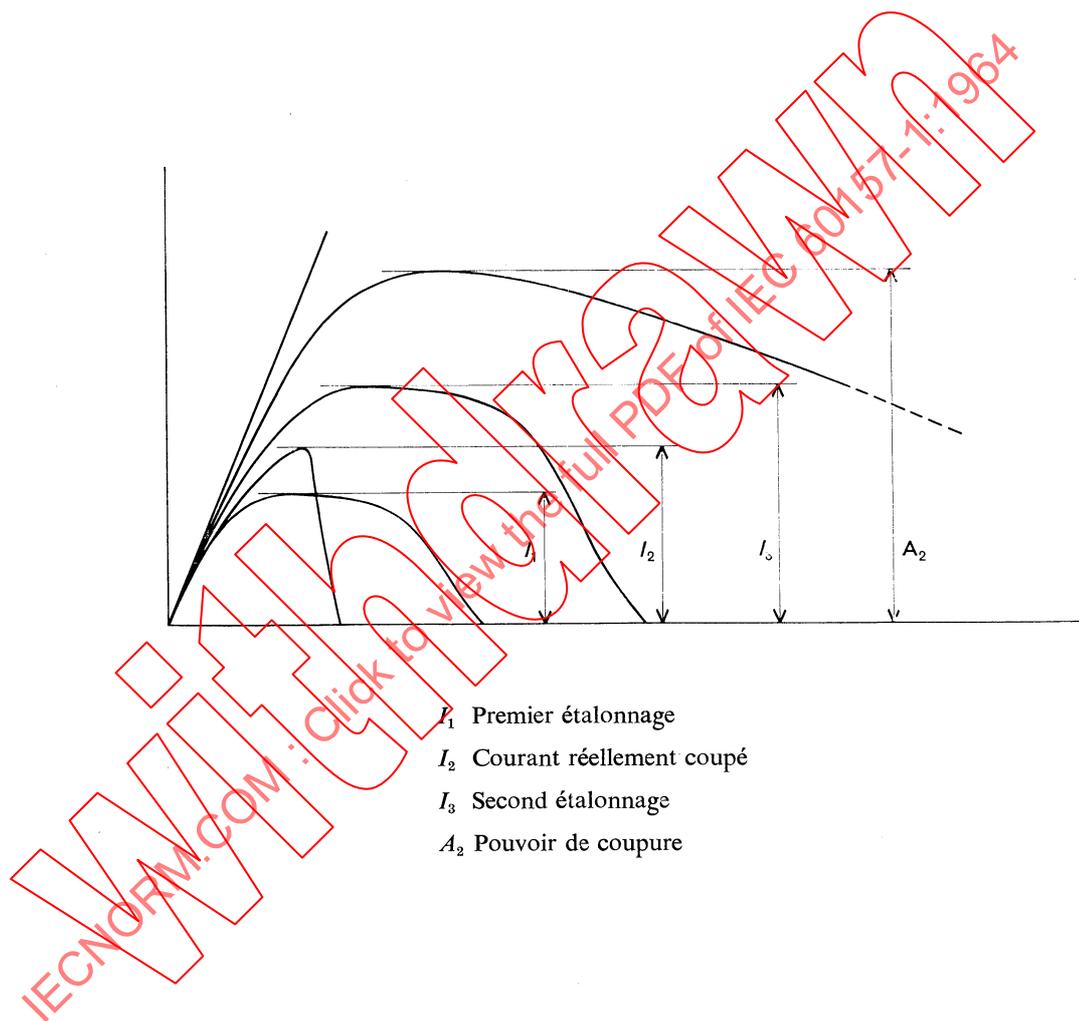


FIG. 6 — Détermination du courant présumé coupé dans le cas où le premier étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant inférieur au pouvoir de coupure nominal (note du paragraphe 8.2.4.7.3.b).



- I_1 First calibration
- I_2 Actual breaking current
- I_3 Second calibration
- A_2 Breaking capacity

FIG. 6 — Determination of the prospective breaking current when the first calibration of the test circuit has been made at a current lower than the rated breaking capacity (Note of Sub-clause 8.2.4.7.3.b).

ANNEXE A

DÉTERMINATION DU FACTEUR DE PUISSANCE OU DE LA CONSTANTE DE TEMPS D'UN COURT-CIRCUIT

Il n'existe pas de méthode permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance ou la constante de temps d'un court-circuit, mais pour l'application de la présente recommandation la détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps du circuit d'essai pourra être faite par les méthodes suivantes :

a) DÉTERMINATION DU FACTEUR DE PUISSANCE D'UN COURT-CIRCUIT

Méthode I. Détermination d'après la composante aperiodique

L'angle φ peut être déterminé d'après la courbe de la composante aperiodique de l'onde du courant asymétrique entre l'instant du court-circuit et l'instant de la séparation des contacts comme suit :

1. La formule de la composante aperiodique est :

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

dans laquelle

- i_d est la valeur de la composante aperiodique à l'instant t ,
- I_{do} est la valeur de la composante aperiodique à l'instant choisi pour origine des temps,
- L/R est la constante de temps du circuit, en secondes,
- t est le temps, en secondes, compté à partir de l'instant initial,
- e est la base des logarithmes népériens.

La constante de temps L/R peut être déterminée d'après les formules ci-dessus comme suit :

- a) Mesurer la valeur de I_{do} à l'instant du court-circuit et la valeur de i_d à un autre instant t , avant la séparation des contacts,
- b) déterminer la valeur de $e^{-Rt/L}$ en divisant i_d par I_{do} ,
- c) d'après une table des valeurs e^{-x} , déterminer la valeur de $-x$ correspondant au rapport i_d/I_{do} ,
- d) la valeur x représente alors Rt/L , d'où on obtient L/R .

2. Déterminer l'angle φ à partir de :

$$\varphi = \text{arctg } \omega L/R$$

où ω est 2π fois la fréquence réelle.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque les courants sont mesurés à l'aide de transformateurs de courant.

Méthode II. Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée du point de vue de l'angle de phase d'abord à celle du générateur d'essai et ensuite au courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, et entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur principal d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel on peut déterminer le facteur de puissance.

b) DÉTERMINATION DE LA CONSTANTE DE TEMPS D'UN COURT-CIRCUIT (MÉTHODE OSCILLOGRAPHIQUE)

La valeur de la constante de temps est donnée par l'abscisse correspondant à l'ordonnée $0,632 I$ de la partie ascendante de la courbe de l'oscillogramme d'étalonnage du circuit (Figure 5 du texte principal).

APPENDIX A

DETERMINATION OF SHORT-CIRCUIT POWER-FACTOR OR TIME-CONSTANT

There is no method by which the short-circuit power-factor or time constant can be determined with precision, but for the purpose of the present Recommendation, the determination of the power-factor or the time constant of the test circuit may be made by the following methods:

a) DETERMINATION OF SHORT-CIRCUIT POWER-FACTOR

Method I. Determination from d.c. component

The angle φ may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows:

1. The formula for the d.c. component is:

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of the d.c. component at the instant t ,
- I_{do} is the value of the d.c. component at the instant taken as time origin,
- L/R is the time constant of the circuit, in seconds,
- t is the time, in seconds, taken from the initial instant,
- e is the base of Napierian logarithms.

The time-constant L/R can be ascertained from the above formula as follows:

- a) Measure the value of I_{do} at the instant of short-circuit and the value of i_d at an other instant t before contact separation,
 - b) determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by I_{do} ,
 - c) from a table of values of e^{-x} determine the value of $-x$ corresponding to the ratio i_d/I_{do} ,
 - d) the value x then represents Rt/L , from which L/R is obtained.
2. Determine the angle φ from:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

Method II. Determination with pilot generator

When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

The difference between the phase angles between pilot generator voltage and main generator voltage on the one hand and pilot generator voltage and test generator current on the other hand gives the phase angle between the voltage and current of the test generator, from which the power-factor can be determined.

b) DETERMINATION OF SHORT-CIRCUIT TIME CONSTANT (OSCILLOGRAPHIC METHOD)

The value of the time constant is given by the abscissa corresponding to the ordinate $0.632 I$ of the ascending curve of the oscillograph of calibration of the circuit (Figure 5 of the main text).

ANNEXE B

DÉTERMINATION DE LA VALEUR EFFICACE ÉQUIVALENTE D'UN COURANT DE COURTE DURÉE ADMISSIBLE PENDANT UN COURT-CIRCUIT D'UNE DURÉE SPÉCIFIÉE

L'oscillogramme ci-dessous indique, à titre d'exemple, le courant qui a traversé le disjoncteur pendant un court-circuit. L'intensité efficace du courant pendant l'intervalle de temps O à T d'une telle onde de courant est donnée par la formule:

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

dans laquelle T est la durée du courant en secondes, et i représente la valeur instantanée du courant exprimée en ampères.

Les temps sont portés en abscisses sur l'axe OX et les courants le sont en ordonnées sur l'axe OY . L'origine O des coordonnées est prise au début du court-circuit, OT représente la durée de celui-ci.

Procédé pour déterminer la valeur efficace équivalente du courant

Partager l'intervalle de temps OT en 10 parties égales et déterminer pour les temps $0-1-2-3$, etc., $9-10$ les valeurs efficaces $I_0 - I_1 - I_2$, etc., $I_9 - I_{10}$ du courant asymétrique, d'après la formule:

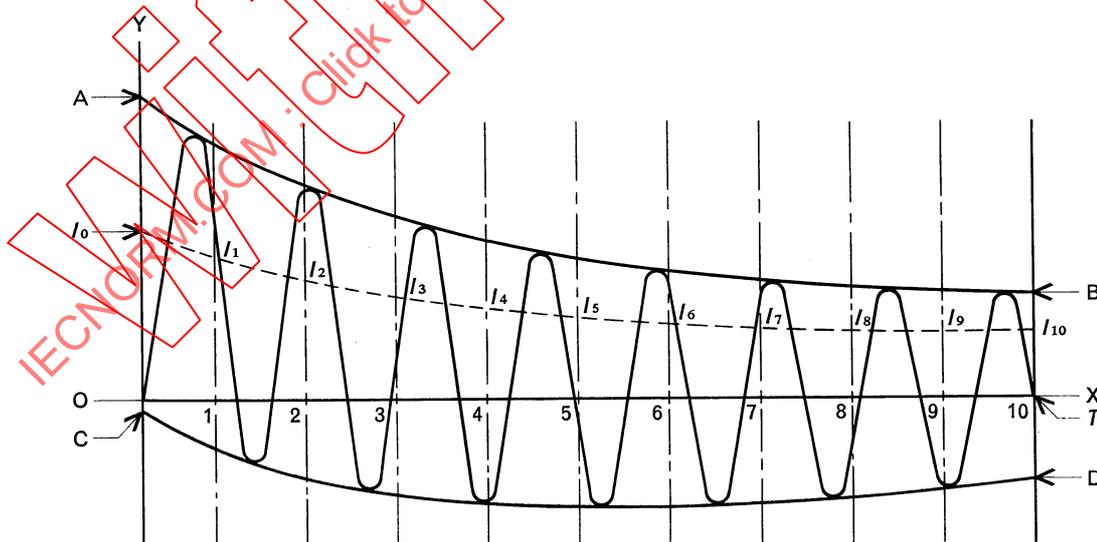
$$I_{\text{asym}} = \sqrt{(I_{\text{sym}})^2 + (I_{\text{DC}})^2}$$

dans laquelle:

I_{sym} est la valeur efficace de la composante alternative du courant à l'instant considéré,
 I_{DC} est la valeur de la composante aperiodique du courant au même instant.

La valeur efficace équivalente du courant pendant la durée du court-circuit I_{moy} sera donnée avec une approximation suffisante par la formule de Simpson, soit:

$$I_{\text{moy}} = \sqrt{\frac{1}{30} [I_0^2 + 4(I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_9^2) + 2(I_2^2 + I_4^2 + I_6^2 + I_8^2) + I_{10}^2]}$$



- OT = Durée du court-circuit
- AB } = Enveloppes de l'onde de courant
- CD }
- I_0, I_1, I_2 , etc. = Valeur efficace du courant asymétrique à chaque instant

Détermination de la valeur efficace équivalente d'un courant de court-circuit de courte durée admissible.

APPENDIX B

DETERMINATION OF THE EQUIVALENT R.M.S. VALUE OF A SHORT-TIME CURRENT DURING A SHORT-CIRCUIT OF A GIVEN DURATION

The oscillogram below indicates by way of example the current that has passed through the circuit-breaker during a short-circuit. The r.m.s. value of the current during the time interval O to T of such a wave is given by the formula :

$$I_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

where T is the duration of the current in seconds, and i is the instantaneous value of the current expressed in amperes.

The times are indicated as abscissae on the axis OX , and the current values as ordinates on the axis OY , the origin O of the co-ordinates representing the beginning of the short-circuit, and OT its duration.

Procedure to determine the equivalent r.m.s. value of the current

Let the time interval OT be divided into 10 equal parts and determine for the instants 0-1-2-3 etc., 9-10 the r.m.s. values $I_0 - I_1 - I_2$ etc., $I_9 - I_{10}$, of the asymmetrical current from the formula :

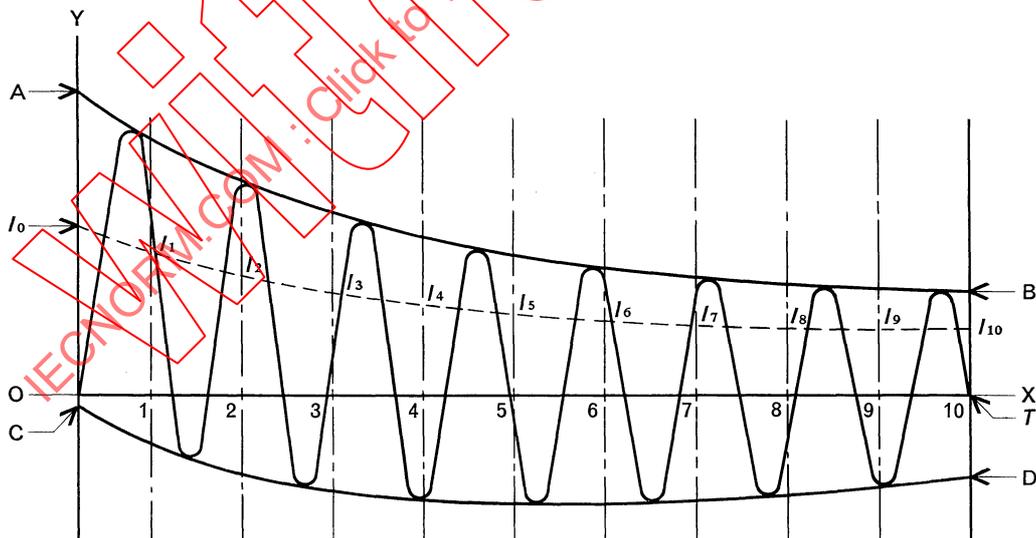
$$I_{asym} = \sqrt{(I_{sym})^2 + (I_{DC})^2}$$

where :

I_{sym} is the r.m.s. value of the a. c. component of the current at the instant under consideration,
 I_{DC} is the value of the d. c. component of the current at the same instant.

The equivalent r.m.s. value of the current during the time of short-circuit, $I_{average}$, is given with sufficient accuracy by the Simpson formula :

$$I_{average} = \sqrt{\frac{1}{30} [I_0^2 + 4(I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_9^2) + 2(I_2^2 + I_4^2 + I_6^2 + I_8^2) + I_{10}^2]}$$



- OT = Duration of the short-circuit
- AB } = Envelopes of current wave
- CD }
- $I_0, I_1, I_2,$ etc. = R. M. S. value of asymmetrical current at each instant

Determination of the equivalent r.m.s. value of a short-circuit short-time current.

ANNEXE C

INDICATIONS A FOURNIR PAR L'UTILISATEUR

1) Température de l'air ambiant

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

2) Altitude

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

3) Conditions atmosphériques

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

4) Conditions d'installation

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

5) Conducteurs de raccordement avec d'autres appareils

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

6) Contacts auxiliaires

L'utilisateur devra spécifier le nombre et la nature des contacts auxiliaires destinés à remplir certaines conditions telles que signalisation, verrouillage, etc.

APPENDIX C

INFORMATION TO BE GIVEN BY THE USER

1) Ambient temperature

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

2) Altitude

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

3) Atmospheric conditions

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

4) Conditions of installation

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

5) Connections with other apparatus

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

6) Auxiliary contacts

The user shall specify the number and type of auxiliary contacts to be supplied to satisfy requirements such as signalling, interlocking, etc.

ANNEXE D

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

1. Domaine d'application

La présente annexe a pour objet de définir :

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

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

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

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

2. Symboles

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

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

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

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

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